ДӘНЕКЕРЛЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА КІРІСПЕ

П.М. РОБЕРТС

CRC Press
Taylor & Francis Group

CRC Press
Taylor & Francis Group
6000 Броукн саунд Парквей NW, Блок 300
Бока - Ратон, Флорида, 33487-2742

© 2016 «Taylor & Francis Group» ЖШС
«Taylor&FrancisGroup» штампы CRCPress болып табылады, ақпараттық қызметінде

АҚШ үкіметінің алғашқы жұмыстарына талаптар қойылмайды

Коррозияға қарсы қағазда басылған
Баспа күні: 20151109

13-кітаптың халықаралық стандарттық нөмірі: 978-1-4987-5844-4 (қатты мұқабада)

Бұл кітапта сенімді және қадірлі көздерден алынған ақпараттар жарияланған. Сенімді деректер мен ақпараттарды жариялау үшін тиісті шаралар қабылданды, дегенмен, автор және баспашы барлық материалдардың анықтылығы үшін немесе олардың қолданылу салдарына жауапкершілік ала алмайды. Авторлар мен баспалар осы баспада пайдаланылған барлық материалдардың авторлық құқық иелерімен байланысуға әрекет жасаған және егер, бұл үлгіде басып шығаруға рұқсат алынбаған жағдайда, авторлық құқық иелерінен кешірім сұрайды. Егер қандай да бір материал бойынша авторлық құқық расталмаса, бұл жөнінде бізге хабарлап, жазып жіберіңіз, келесі баспада біз өзгерістер енгіземіз.

АҚШ Авторлық құқық туралы заң бойынша рұқсат етілген жағдайлардан басқа, баспашылар тарапынан жазба түрінде берілген рұқсатсыз, бұл кітаптың ешқандай бөлімі алынып, қайта басып шығарылмайды, жаңадан басылмайды, кез келген үлгіде және бүгінгі күні қолданылып жүрген немесе болашақта қолданылатын фотокөшіру, микрофильмдеу, сондай-ақ жазба жасау, немесе ақпаратты сақтау және іздеу жүйелерінде кез келген электрондық, механикалық немесе басқа құралдармен тасымалданбайды және пайдаланылмайды.
Бұл баспа материалдарын көшіруге, пайдалануға, немесе электрондық нұсқада пайдалануға рұқсат алу үшін, www.copyright.com (http://www.copyright.com/) парағына кіріңіз немесе CopyrightClearanceCenter, Inc. (CCC), 222 RosewoodDrive, Danvers, Миннесота, 01923, 978-750-8400 мекенжайына жүгініңіз. CCC пайдаланушылардың кең аясы үшін лицензия беру және тіркеу қызметін ұсынатын, коммерциялық емес ұйым болып табылады. CCC тарапынан лицензияның фотокөшірмесі берілген ұйымдар үшін, жеке төлем жүйесі белгіленген.
Тауар белгілері туралы хабарламалар: Өнім немесе фирмалық атаулары тауарлық белгілері немесе тіркелген тауарлық белгілері болып табылады және құқық бұзушылықсыз, тек белгілеу немесе түсіндіру мақсатында пайдаланылады.

Конгресс Кітапханасының баспа алдындағы каталогтау деректері

Аты: Робертс, Филип МакФерсон, авторы.
Атауы: Дәнекерлеу технологиясына кіріспе/ Филипп МакФерсон Робертс.
Сипаттамасы: Боса Ратон: Taylor&Francis, 2015. | Алфавиттік көрсеткіштер бар.
Идентификаторлар: LCCN 2015041136 | ISBN 9781498758444 (алк. қағаз)
Тақырыптары: LCSH: Дәнекерлеу.
Классификациясы: LCCTT267 .R633 2015 | DDC 671,5/6 - dc23
LCжазбасы http://lccn.loc.gov/2015041136қолжетімді

Taylor&Francis
http://www.taylorandfrancis.com
веб-сайтын
жәнеCRC Press
http://www.crcpress.com
веб-сайтын қараңыз

Мазмұны

Алғысөз 14
Алғыс сөз 16
Кіріспе 18
1. Процестің қағидаттары және дәнекершінің жұмыс қауіпсіздігі 21
1.1 Жұмыс орнын дайындау 21
1.2 Суландыру 22
1.3 Капиллярлық ағын 24
1.3.1 Ағынның орташа жылдамдығы 25
1.3.2 Капиллярлық ағын туралы бірқатар басқа мәліметтер 26
1.3.3 Дұрыс дәнекерлеу жүргізудің негізгі ережелері 29
1.4 Дәнекерлеу жүргізу кезінде қауіпсіздік және еңбекті қорғау 30
1.4.1 Дәнекерді дәнекерлеу 31
1.4.2 Дәнекерлеу флюсі 35
1.4.3 Флюсті буландыру 36
1.4.4 Дәнекерлеу жабдығы 37
1.4.4.1 Жалпы мәліметтер 37
1.4.4.1.1 Жалынмен қыздыру 37
1.4.4.1.2 Индукциялық қыздыру 38
1.4.4.1.3 Электрлік қыздыру 38
1.4.4.1.4 Үздіксіз әрекет ететін конвейері және қорғау атмосферасы бар пештер 38
2. Біріктіру технологиясында дәнекерлеу қолданылатын жер 40
2.1 Қандай арнайы процесс қолданылуы тиіс? 40
2.2 Дәнекерлеу процестерінің қандай артықшылықтары бар? 42
2.3. Негізгі ұғымдар мен қағидаттар 44
2.4. Капиллярлық тарту және капиллярлық ағын 49
2.5 Солидус, ликвидус температурасы, балқыту нүктелерінің аралығы және эвтектика 54
2.6 Жұмыс температурасы 55

2.7 Қорыту 56
2.8 Технологиялық терезе 58
2.9 Термограмма жасау 60
2.10 Рәсімдер 62
2.11 Компоненттің бетін тазалау 62
2.12 Қысқаша қорытындылар: Дұрыс дәнекерлеу жұмыстарын жүргізудің негізгі ережелері 65
3. Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар 67
3.1 Кіріспе 67
3.2 Біріктіру түрлерінің негізгі құрылымы 68
3.2.1 Біріктіру жабынының ұзындығы 69
3.2.2 Түйіспелік қосылыс 71
3.2.3 Жүктеменің бөлінуі 73
3.2.3.1 Деформация кернеуі 73
3.2.3.2 Термиялық кернеу 74
3.2.4 Құбырлардың муфталық қосылысы 76
3.2.5 Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште дәнекерлеу кезінде кең саңылаулармен жұмыс 78
3.2.5.1 Дәнекерлеу әдісін кеңінен қолдану 79
3.2.5.2 Дәнекерлеуге экономикалық дайындық 80
3.2.5.3 Пеште дәнекерлеу кезіндегі қыздыру жылдамдығы 80
3.2.5.4 Саңылау түрі 80
3.2.5.5 Бітеу саңылауда дәнекерлеу 84
3.2.5.6 Беттерді өңдеу 84
3.2.5.7 Жалғанудың үйлесімді саңылаулары 85
3.2.6 Баяу балқығыш дәнекерді алдын ала орналастыру 86
3.2.6.1 Дайындалған сым шырағы 87
3.2.6.2 Шайбалар мен қабықшаларды алдын ала орналастыру 89
3.2.6.3 Қоспа металл үшін дайындықтар және ықшамдалған сым бұйымдары 90
3.2.6.4 Қатты дәнекерлеуге арналған паста тәрізді дәнекер 91
3.2.6.5 Ток жүретін бөліктер және жұмыстағы электр тоғы 91
3.2.6.6 Өздігімен бекемдеуші жалғанымдар 93
4. Қоспа материалдар, флюс және қатты дәнекерлеуге арналған паста тәрізді дәнекер туралы негізгі ұғымдар 94
4.1 Кіріспе 94
4.2 Алюминий негізді қоспа материалдар 96
4.3. Күміс қоспа материалдар 97
4.3.1 Күміс-мыс-мырыш-қалайы дәнекерлері 97
4.3.2. Күміс-мыс-мырыш дәнекерлері 98

4.3.3 Күміс-мыс-мырыш-кадмий дәнекерлері 99
4.3.4 Құрамында кадмийі жоқ арнаулы мақсаттағы құрамында күміс бар қатты дәнекерлер 99
4.4Өздігінен флюстеуші мыс және күміс-мыс қорытпалар 99
4.5 Дәнекерлеуге арналған мыс қоспа материалдары 102
4.5.1. Мыс бұйымдарын дәнекерлеу 103
4.5.2 ISO17672:2010 стандарты бойынша басқа, арнайы және мыс қорытпасы 104
4.6 Жоғары температуралы никель (және кобальтты) қоспа материалдары 106
4.7 Платина тобы дәнекерінің сыныптандырылмаған қорытпасы 111
4.8 Құрамында асыл металдар бар ISO бойынша стандартты қоспа материалдар 112
4.9 Дәнекер флюстері 115
4.10 Қатты дәнекерге арналған пасталар 118
4.10.1 Пасталарды қолдануға арналған термограмма 118
5. Отпен дәнекерлеу 121
5.1 Жалынмен қыздыруы бар қолмен дәнекерлеу жанарғысы 126
5.2 Жалынмен қыздыру процесінің байланысы 128
5.3 Жалынмен қыздыру 129
5.3.1 Қыздыру және температура 130
5.3.2 Жылу беру 132
5.3.3 Бірқалыпты қыздыру 132
5.4 Газдар және газ қоспалары 134
5.4.1 Жылу коэффициенті 134
5.4.2 Газ жағу 136
5.4.3 Газдардың араласуы 139
5.4.4 Температура 140
5.4.5 Жылу коэффициенті 140
5.4.6 Жылу беруге арналған отын мен газ қоспасының өнімділігі 144
5.4.7.1 Кіріспе 150
5.5 Қол жылытқымен дәнекерлеу әдісі 154
5.5.1 Тазарту 154
5.5.2 Флюстеу 156
5.5.3 Құрастыру 157
5.5.4 Қыздыру 158
5.5.5 Суару 159
5.5.6 Дәнекерлегеннен кейін тазалау 159
5.6 Жалынмен дәнекерлеу үшін автоматтандырылған машиналар 161
5.7 Процестің күрделілігі 161

6. Индукциялық және электрмен қыздыру 170
6.1 Кіріспе 170
6.2. Дәнекерлеу кезінде индукциялық қыздыру нені ұсынады 173
6.3. Кеңінен пайдаланылатын индукциялық пішіндер 176
6.4. Қосылу құрылымы және тиісті индукторлар 178
6.4.1. Индуктордың еркін жалғанымы 180
6.4.2. Әртекті негізгі материалдардың жалғанымы 181
6.5 Жалғанымды электрмен қыздыру 183
6.5.1.1 Бір-біріне сәйкес келмейтін бөлшектерді және әртүрлі металдарды дәнекерлеу 189
6.5.2 Тікелей жалғанымды кедергімен қыздыру 190
6.5.3 Дәнекерленген материалдар және қолдану әдістері 191
7. Пеште дәнекерлеу 193
7.1. Кіріспе 193
7.2. Оксидті қабықша 194
7.3. Қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу 198
7.3.1 Конденсаттау және дұрыс дәнекерлеу нүктелерінің қатынасы 200
7.3.2 Оксид жылуын түзу маңыздылығы 206
7.4 Дәнекерлеу үшін пайдаланылатын пештердің түрлері 209
7.4.1 Конвейерлік пеш 209
7.4.2. Конвейерлік пешті калибрлеу 214
7.4.3 Термограмма әзірлеу 215
7.5 Вакуумдық пісіру 217
7.5.1 Кіріспе 217
7.5.2 Процеске және пайдаланылатын қоспа материалдарға ескертпелер 218
7.5.3 Бір камералы вакуумдық пеш пішіндері 219
7.6 Вакуумдық дәнекерлеу процесінің параметрлері 224
7.6.1 Пештің вакуумдық камерасынан ауаны тартып шығару 224
7.6.2 Материалды теңестіру температурасына дейін қыздыру 226
7.6.3 Дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру 227
7.6.4 Вакуумды салқындау 227
7.6.5 Тез салқындау 228
7.7 Вакуумда дәнекерлеу туралы қосымша жалпы мәліметтер 228
7.7.1 Оксидті жою тетігі 231
7.7.2 Салқындатылмаған қаптамасы бар вакуумдық пеш 232
7.7.3 Суда салқындатылған қаптамасы бар вакуумдық пеш 233
7.8 Булардың қысымы 234
8. Алюминийді дәнекерлеу 237
8.1 Алюминийді дәнекерлеу технологиясына кіріспе 237

8.1.1 Процестің пайда болуы 239
8.2 Алюминийді және оның қорытпаларын жалғауға дәнекерлеуді пайдалану 249
8.2.1 Кеңінен пайдаланылатын дәнекерлеу процесі 252
8.2.2. NOCOLOK® пештегі дәнекерлеу процесі 252
8.2.2.1.Жалынмен қыздыра отырып дәнекерлеу 252
8.2.2.2. Дәнекерлеу флюстері 253
8.2.3. Nocolok пешінде дәнекерлеу процесі 254
8.2.3.1.CAB пешінде өңделетін алюминий жылу алмастырғыш түрлері 255
8.2.3.2.Магнийдің әсері 256
8.2.4. Вакуумдық пісіру 257
8.2.5 Соңғы әзірлемелер 258
9. Дәнекерлеу кезіндегі ақауларды және бірқатар жалпы проблемаларды жою 259
9.1 Проблемаларды айқындау 259
9.2 Ақауларды жою нұсқаулығы 260
9.3 Сіз өзіңізге дұрыс сұрақ қоясыз ба? 262
9.4 Икемділік 264
9.5 Ақыл-кеңеске жүгіну 266
9.6 Жиі қойылатын сұрақтар 266
9.6.1 Қыш бұйымдарын дәнекерлеу мүмкін бе? 268
9.6.1.1 Қыш бөліктерін тікелей дәнекерлеу 268
9.6.1.1.1 Кіріспе 268
9.6.1.1.2 Қышқа арналған қоспа материалының жалпы қасиеттері 270
9.6.1.1.3 Нақты ескертулер үшін қоспа материалдарды таңдау 273
9.6.1.1.4 Белсенді жұмсақ дәнекер 275
9.6.1.2 PCD дәнекерлеу 276
9.6.1.2.1 Поликристалды алмаз дегеніміз не? 276
9.6.1.1.2 PCD-ның тілімшеге дәнекерлеуі кезіндегі жалғаным құрылымы 279
9.6.1.2.3 Вольфрамкарбиді негізіндегі PCD-ні тілімшеге дәнекерлеу 280
9.6.1.2.4 Жоғары температура кезіндегі беріктігі 283
9.6.1.2.5 PCD жасалған ұшы бар құралдарды дәнекерлеу кезіндегі температураны толық бақылау. 284
9.6.2.1 Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште дәнекерлеу 285
9.6.2.2. Әуе кеңістігінде дәнекерлеу 288
9.6.3. Тегерікті араға шаржының салмалы карбид вольфрам тістерін дәнекерлеу үшін қандай дәнекер келеді? 289
9.6.3.1. Сулау сипаттамасы 292
9.6.3.2. Флюстау 294

9.6.3.3. Дәнекерлеу температурасын қарау 294
9.6.3.4 Дәнекер жалғанымға қолданылатын пішін 295
9.6.3.5. Дәл осы процесс үшін дәнекерленген қоспа металл пастасын қолдануды талдау 297
9.6.3.6. Қысқаша қорытындылар 298
9.6.4. Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште мысты флюссіз дәнекерлеу мүмкін бе? 299
9.6.6 Жалғанымды қауіпсіз пайдалануға болатын максимальды температура қандай? 306
9.6.6.1 Балқу температураларының диапазонына арналған қатты дәнекерлеу материалдарының химиялық құрамының мәні 309
9.6.6.2 Ерекше дәнекерден жасалған дәнекерлі жалғанымның максимальды жұмыс температурасы 310
9.6.7 Құрал-сайман жасалатын болаттарды дәнекерлеу мүмкін бе?. 313
9.6.7.1 Негізгі материал 314
9.6.7.2 Дәнекерлеу рәсіміне қатысты ескертпелер 314
9.6.8 Сызаттық коррозия дегеніміз не? 316
9.6.8.1 Дәнекерлеу параметрлері 318
9.6.8.2Үйкеліс коррозиясы: теория және практика 320
9.6.8.3 Осы мәселені болдырмау үшін не істеуге болады? 323
9.6.8.4 Флюстау 324
9.6.9 Триллиум жобасы дегеніміз не? 325
10. Дәнекерлеу операторларын аккредитациялау 328
10.1 Кіріспе 328
10.2 Жұмыс орнын даярлау 328
10.3 Тәжірибелік қолдануға арналған басқару қағидаттары 329
10.3.1 Қолдану аясы 330
10.3.2 Нормативтік сілтемелер 331
10.3.3 Дәнекерлеу арқылы қосылатын бөліктерді бекіту 331
10.3.3.1 Кіріспе 331
10.3.3.2 1-кезең: Дәнекерлеумен байланыстыруға жататын бұйымдарды бекіту 332
10.3.3.3 Технологиялық процестер талдауының әдістемесі 333
10.3.3.4 Технологиялық процесс талдауын саралау өлшемшарттары 333
10.3.3.4.1 Пайдалануға беру шарттары мен жұмыс ортасы 334
10.3.3.4.2 негізгі металдар 334
10.3.3.4.3 Қосылыс түрі 335
10.3.3.4.4 Біріктірілген жер көлемі 336
10.3.3.4.5 Орнату материалдарын таңдау 336

10.3.3.4.6 Қосылыс беткейінен қышқылданған металл қабатын алып тастау 337
10.3.3.4.8 Қыздыру әдісін таңдау 338
10.3.3.4.9 Қажетті күрделілік деңгейі 339
10.4 Терминдер мен анықтамалар 340
10.4.1 Дәнекерлеуші 340
10.4.2 Дәнекерлеу технологиясын сипаттау техникасы (ДТСТ) 340
10.4.3 Дәнекерлеу процесін сынау 340
10.4.4 Сараптама немесе сараптамалық комиссия 340
10.4.5 Өндіруші 341
10.4.6 Операторлар 341
10.4.7 Дәнекерлеу технологиясын алдын ала сипаттау 341
10.4.8 Үлгі 341
10.4.9 Сынама үлгі 341
10.5 Келісім және ақпаратты рәсімдеу қажеттілігі мен талаптары 341
10.6 Өзгермелі дәнекерлер 342
10.7 ДТСТ 342
10.7.1 2-кезең: ДТСТ қалай ДТС бола алады 342
10.7.2 3-кезең: операторды сертификаттау 343
10.8 Үлгілер және сынама үлгілер 344
10.8.1 Жалпы ережелер 344
10.8.2 Үлгі саны 344
10.8.3 Сынама үлгі саны 344
10.9 Тексеру және бақылау 344
10.9.1 бақылау жасау аумағы 344
10.9.2 Көзбен көріп бақылау 344
10.9.3 Металлографиялық бақылау 345
10.9.4 Қосымша тексеру және бақылау 345
11. Дәнекерлеу кезінде байланыстыру саңылауының маңызы 357
11.1 Кіріспе 357
11.2 Жұмыс орнын дайындау 357
11.2.1 Флюсті пайдаланып дәнекерлеу туралы негізгі ережелердің қатары 358
11.2.2 Флюсті қолданбай дәнекерлеудің бірқатар негізгі ережелері .. 360
11.2.3 Процесті қадағалау кезіндегі дәнекерлеу саңылауының мәні . 362
11.2.4 Флюсті қолдану арқылы дәнекерлеу 362
11. 2. 5 Флюсті пайдалану процесінің параметрлері 368
11. 3 Флюс пайдалана отырып, жоғары температурада дәнекерлеу .. 373
11.3.1 Крест тәрізді перфораторлар 373
11.4 Флюсті қолданбай дәнекерлеу 375

11.4.1 Саңылаулар типтері..... 377
11.4.2 Пештер пайдаланылған дәнекерлеудің жуық диапазоны 379
11.5 Дәнекерді алдын ала орналастыру: көпқабатты жалғаным 382
11.5.1 Қолдану салалары 384
11.5.2 Көп қабатты дәнекерлеу бойынша тұжырымдама 388
Глоссарий..... 394
А-қосымша: SafeFlame® жобасы 418
А-қосымша: Қоспа материалдарды таңдау кестелері..... 425
В-қосымша: қоспа материалдардың салыстырмалы кестесі 437
Алфавиттік көрсеткіш 441

Алғысөз

Әлемнің кез келген қаласындағы ірі мұражайлардың келушілері бірқатар көне мысыр немесе шумерлік артефактілер бар мұражайға барғанда, міндетті түрде зергерлік бұйымдар мен алтын ыдыстардың үлгілерін көреді. Егер келуші осы ыдыс тұтқаларының денесіне жабыстырылып тұрған жерін мұқият қараса, ол жерден ыдыс тұтқасы мен денесінің түсіне қарағанда ақшыл түсті металл жолағын байқайды. Бұл жолақтың болуы тұтқаның ыдыс денесіне қатты дәнекерлеу әдісімен жабыстырылғанының даусыз дәлелі, ал бұл жағдайдағы металл жолағы - біріктіру үшін қолданылған дәнекер!

Тәжірибелі археологтар осындай ыдыстардың дайындалу мерзімін біздің дәуірімізге дейінгі 4000 жылға жиі жатқызады, яғни бүгінгі күнде бұл ыдыстардың жастары 6000 жылдан асып кеткенін айта кету маңызды! Сондықтан, қатты дәнекермен дәнекерлеу - металды біріктірудің адамзатқа белгілі аса көне әдісі екенін толық сеніммен айтуға болады. Қатты дәнекермен дәнекерлеу әдісінің алғашқы шығу мерзімін ешкім нақты айта алмайды, дегенмен, алғашқы қатты дәнекерлеу әдісі орман өрті кезінде өртеніп кеткен лашық үй ішіндегі бірі алтын, екіншісі күміс екі ыдыстың өрт салдарынан бір-біріне кездейсоқ жабысып қалуынан пайда болғанын теориялық тұрғыдан дәлелдеуге болады.

Бұл тұжырымдама негіздемесі бойынша: отта орташа маңызды көлемде көміртек тотығы (қалпына келтіруші газ) болуы қажет, сонымен қатар мұндай жоғары температура ортасында алтын күміспен байланысқанда алтын мен күмістің өзара ортақ диффузиясы (сіңуі) арқылы жабысуы мүмкін. Сондықтан, қатты дәнекермен дәнекерлеудің алғашқы үлгілерін шындығында, қалпына келу атмосферасындағы пеште жүзеге асырылған қатты дәнекермен дәнекерлеу мысалдары ретінде сипаттаудың мүмкіндігі бар. Қалпына келу атмосферасындағы пештегі дәнекерлеу бүгінгі күнде автомобиль өнеркәсібінде тот баспайтын құрыштан заманауи отынды бүрку рампасын өндіруде кеңінен қолданылатын про-

цесс болып табылады.
Әлбетте, дәнекерлеу процесінің технологиясы және оның қалай және не үшін жасалатыны жөніндегі түсінігіміз кейінгі 6000 жыл ішінде айтарлықтай өзгерді, бұл қысқа мәтін дәнекерлеу процесінің негізінде жатқан басты қағидалардың біріне ерекше көңіл аударады: екі металл дәнекерлеу арқылы бір-бірімен қосылғанда, олар балқымауы керек, дегенмен бірігуді жүзеге асыру үшін олардың араларында диффузияға мүмкіндік болуы керек!
Бұл кітаптың авторы 50 жылдан артық мерзім бойы дәнекерлеу технологиясының өндірісте қолдану саласындағы шараларға техникалық кеңесші ретінде белсене қатысты, және осы уақыт ішінде біріктірудің өнеркәсіптік процесс ретінде қолданылуындағы кейбір күрделі өзгерістерді атап өтті. Бұл өзгерістер металдарды біріктірудің ең қолайлы әдісі ретінде осы процесті қолданатын көптеген компаниялардың оны аса дұрыс қолданбауына әкелді. Бұл жағдай мұндай ұйымдарда технология шеберлігін терең түсінетін маманның болмауынан, сондықтан оған тиісті жан-жақтылықты пайдалана алмау себебінен орын алды! Сондықтан, қазіргі пайдаланушыларға, сондай-ақ дәнекерлеу технологиясын жаңадан қолданушыларға өндірістік процестерде қатты дәнекерлеу әдістерін күнделікті пайдалануда кездесетін мәселелерді шешуге көмектесетін анықтамалық нұсқаулық беру үшін осы кітап жазылды.

Алғыс сөз

Біреу дәнекерлеу туралы бәрін білем деп ойласа да, бұл жөнінде ешкімге белгісіз оншақты маңызды мәселе бар. Мен дәнекерлеуді пайдаланушыларға кеңес беріп келе жатқан 50 жыл мерзім ішінде, техникалық талқылаудан кейін өзіме-өзім «Менің бүгін білгендерімнің ішінде, бұл маған жаңалық болды» деп айтқан кезде маған £1 тиын беріп отырса, мен жақында сатып алған C-180 BlueEfficiency моделі емес, бүгін Mercedes-BenzAMG автокөлігінде отырар едім деп, толық сенімділікпен айта аламын.

Бұл осы кітаптың жазылу барысында дәлелденген. Біреулердің ұсынымдарын қағаз бетіне түсіруді жүзеге асыру жоспарын құру өте қиынға соғады – бұл тақырыпты сізден артық білетін адам міндетті түрде табылады, және ол адамға, әсіресе ол адам сіздің досыңыз болса, сіз жұмыс істеп отырған тақырыпқа түсініктеме беруді өтінсеңіз, сіздің күмәніңізді шындыққа айналдыру қиын болмайды.

Бақытыма орай, осы жылдары менің бұл мәселе бойынша жолым болды, қатты дәнекермен дәнекерлеу технологиясы бойынша өздерінің жеке салаларында нағыз сарапшы болып табылатын және мен дұрыс деп тапқан бірақ, мақалада немесе осы кітапта баспаға шығармас бұрын менің көзқарасым туралы олардың сарапшылық ой-пікірлерін сұрап, күмәнданған тақырыптар бойынша олармен талқылау жасауға болатын көптеген жолдастар таптым! Мен осы кітапты дайындау барысында көмек білдірген менің Johnson Matthey Metal Joining, BrazeTec GmbH, Mahler GmbH, Schmetz GmbH, Innobraze GmbH, VerMoTech GmbH және Element 6 GmbH байланысушы тұлғаларымның әрбіреуіне алған ескертулер мен кеңестер үшін ерекше алғысымды білдіремін.

Кітапта қозғалған көптеген әртүрлі бірнеше аспектілер бойынша олардың білімінсіз, кітаптағы материалда кішігірім дәлсіздіктер болуы мүмкін еді. Егер, мен бастапқы мәтінімді пайдалана салсам, дәлсіздіктер жеке өз алдына аса маңызды болмағанымен, олар өндірістік мәселе-

лердің туындауына себеп болуы мүмкін. Дегенмен, алдыңғы қатарлы тәжірибе нәтижесіне қол жеткізу үшін қолданылатын рәсімдер мәселелері бойынша сенімсіздік болғандықтан, мен осы тақырыптарды бір-екі жолдасыммен бірге қайта тексеруге уақыт бөліп отырдым.

Әрине, осы кітаптағы ақпарат менің бүкіл әлемді шарлаған саяхаттарда жинаған деректерге негізделген. Деректердің көп бөлігі оншақты әртүрлі көздерден алынғандықтан, мен аса маңызды кейбір мәселелердің іс-жүзіндегі дәлдігіне 100 пайыз сенімділікпен қарай алмаймын; сондықтан, соңғы 50 жыл бойы қатты дәнекермен дәнекерлеудің қызықты технологиясының қыр-сырын игеруде маған көмек берген барлық адамдар мен ұйымдарға «n» жыл бұрынғы осындай мәселелерді шешуді оңтайландыру мақсатыменмаған бөлген уақыттары үшін шын мәнінде үлкен алғысымды білдіремін!

Және, соңында айтарым, менің атым аталған кез келген басқа кітапты сатып алған адам, менің дәнекерлеу туралы жетік және нақты ақпарат бере алатынымды білетін болады, мен бағбаншылықты өте жек көремін, дегенмен менің әйелім қазіргі уақытта өзінің дайындық бағдарламасында мені тәжірибе жүргізілуші ретінде қолдану арқылы, мен сияқты айыр мен кетпенді айыра алмайтын «бағынбайтын адамдарды» үйрету бағдарламасын бастай алатынын сезетіндей болып көрінеді!

Ал, мен өте ұзақ роман жазу үшін күш сынап көрсем бе деп ойлап отырмын?

Кіріспе

Бұл кітап материалдарды қатты дәнекермен дәнекерлеу арқылы біріктіргісі келетін адамдарға қосымша көмекші құрал ретінде шығарылған. Кітаптың мақсаты - рәсімнің керексіз бөлшектерінің араласуынсыз ақпарат көзі болу. Әрине, кітапта қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің негізін қалайтын негізгі техникалық тұжырымдамалар туралы мәліметтер бар, сонымен қатар технологияда орын алған соңғы көптеген жетістіктер сипатталған. Дегенмен, бұл кітап қатты дәнекермен дәнекерлеу бойынша көптеген мәселелер туралы негізгі және маңызды ақпаратпен қамтамасыз ететін, көптеген сілтемелердің бірі ретінде ұсынылады, ол кітап бетінде суреттелетін қатты дәнекермен дәнекерлеудің әрбір көрінісі туралы егжей-тегжейлі ақпарат бермейді. Бұл кітапта берілмеген деректерді дәнекерлеу бойынша өндірістік практикадан табуға болады. Ол кітап осы жұмыстың авторымен жазылған, және оны сіз оқып отырған осы кітаппен бірге сатып алуға болады.

Әлбетте, қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің терминологиясын практикада жақсы білу де өте қажет, өйткені, бұл білім қызметтестермен және осы саладағы басқа жұмысшылармен технология детальдарын үнемі талқылап отыруға мүмкіндік береді.

Сондықтан, жоғары температуралық дәнекерлеуде қолданылатын негізгі терминологияны дұрыс түсіну табысқа жетуге қажетті негізгі шарттың бірі болып табылады. Осыған орай, дәнекерлеу технологиясында пайдаланылатын терминдер сөздігі қатты дәнекермен дәнекерлеудің негізгі қырын анықтамалық құжат түрінде қамтиды және ол анықтаманы осы кітаптың соңынан табуға болады.

Сөздіктің маңызды ерекшеліктерінің бірі ондағы қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне қатысты басқа сөздіктерде толығымен анықталмаған терминдердің барлығының болуы. Бұл кітап қатты дәнекермен дәнекерлеу терминологиясының кешенді жиынтығы болғандықтан, кейбір ерекше терминдер сәйкес стандарттық шарттарға айқыш сілте-

мемен көрсетілген – қалың қаріппен стандартты шарттар, ал қарапайым қаріппен ерекше терминдер берілген.
Оқырмандар егер, бұл кітапта EN немесе ISO (мысалы, ISO 17632:2010) стандарты ескертілсе, онда оның ең соңғы нұсқасы туралы айтылатынын білуі керек.

ЕУРОПАЛЫҚ (EN) ЖӘНЕ ISO АНЫҚТАМАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР
Келесі стандарттарда осы мәтінде сілтемелер арқылы осы құжаттың міндетті ережелерін құрайтын ережелер бар. Сілтемелердің күндері көрсетілмеген жағдайларда, сілтемелік стандарттың ең соңғы баспасы қолданылады.

ISOжәнеEN қолданыстағы құжаттары

Сәйкестендіргіш нөмірі	Стандарт атауы
EN 12797	Дәнекерлеу–Қатты дәнекермен дәнекерлеу. дәнекермен дәнекерленген біріктірудің бұзушы бақылауы
EN 12799	Дәнекерлеу–Қатты дәнекермен дәнекерлеу. Қатты дәнекермен дәнекерленген біріктірудің бұзбайтын бақылауы
EN 13133a	Дәнекерлеу –Дәнекерлеушінің квалификациялық сынаулары
EN 13134a	Қатты дәнекермен дәнекерлеу. Дәнекерлеу рәсімін бақылау
EN 14276-1	Суыту жүйелерінің және жылу сорғыларының қысымын қалыптастыру жабдығы
EN 857-2	Сөздік – қатты және жұмсақ дәнекермен дәнекерлеу процестеріне қатысты терминдер
ISO 4063	Балқыту, қатты дәнекермен дәнекерлеу, жұмсақ дәнекермен дәнекерлеу және металдарды балқытып дәнекерлеу. Процестер тізімдемесі және олардың сызбалардағы графикалық суреттері үшін сандық белгілері
ISO 17672	Қатты дәнекермен дәнекерлеу. Дәнекер
ISO 18297	Дәнекерлеу–дәнекерленген біріктірулердегі кемістіктер

аҚазіргі уақытта ISO-TC/44-SC13 тарапынан қайта қаралып, жаңартылуда.

B.
AWSA3.OM/A3.0:2010 Стандарттық терминдер және балқытып біріктірудің анықтамасы
AWSA1.1, Дәнекерлеу өнеркәсібі үшін практикалық метрикалық нұсқаулық
C. Басқақұжат
АғылшынтіліниңжаңаОксфордтықсөздігі 1998
ISBN 0019-861263-X

ҰҒЫМДАР МЕН АНЫҚТАМАЛАР
Сөздік мақсатында келесі анықтамалар қолданылады:
Ұғым: белгілі бір сөздің немесе сөздер тізбегінің нақты мағынасы туралы пікір, әсіресе сөздікте көрсетілген сөздер.
NB: қызметтестер арасында сипатталатын немесе талқыланатын дәнекерлеу технологиясында жиі кездесетін терминдердің сөздігі, осы кітаптың соңында оның мазмұнының негізгі көрсеткішінің алдында ұсынылған.
Ерекше термин: осы спецификацияда берілген анықтамалардың біреуін белгілеу үшін ауызша сөйлеуде қолданылатын сөз немесе сөздер тізбегі. Бұл жағдайларда осы спецификациядағы жазба ерекше термин болып табылатыны сөзсіз, олар курсив қаріпімен белгіленеді.
Стандарттық термин: қатты дәнекермен дәнекерлеу технологиясының белгілі бір тақырыбына қатысты үшінші тараппен әңгіме кезінде кез келген ауызша немесе жазбаша сөзде қолдану үшін арнайы терминология ретінде осы стандартпен мойындалған сөз немесе сөздер тізбегі. Осы құжатта пайдалану кезінде «стандарттық терминдер» курсив қаріпімен белгіленеді.
Термин: қарастырылатын салада, мысалы дәнекерлеу технологиясында затты сипаттау немесе белгілі бір тұжырымдаманы білдіру үшін қолданылатын сөз немесе сөздер тізбегі.

1. Процестің қағидаттары және дәнекершінің жұмыс қауіпсіздігі

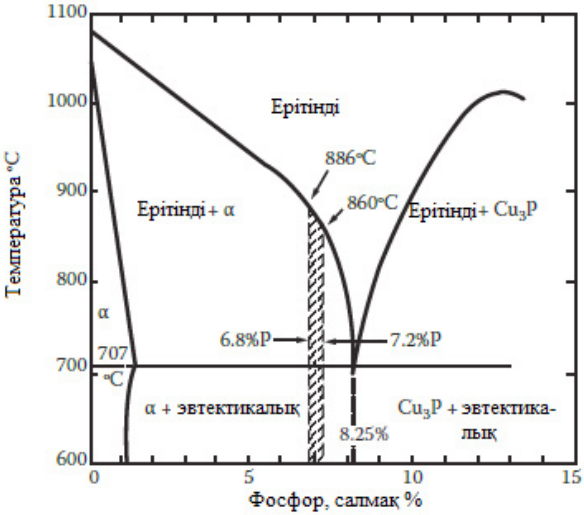
1.1 Жұмыс орнын дайындау

Қатты дәнекер мен дәнекерлеу металдарды бір-бірімен біріктірудің өте қарапайым әдісі екенін оқырмандардың түсінгені маңызды. Жәнеде, белсенді қатты дәнекермен қатты дәнекермен вакуумда дәнекерлеу сияқты бірсыпыра арнайы қоспа материалдарды қолдану есебінен, дәнекерленген керемет керамикалық металл әйнектік, сондай-ақ, керамо-керамикалық біріктірулерді жүзеге асыруға болады!
Әрдайым бұл әдісті жаңадан пайдаланушыларда қатты дәнекермен дәнекерлеуді қолдануға қатысты «Егер ол жеңіл болса, ол неге маған күрделі болып көрінеді?» деген сұрақ пайда болып жатады. Бұл сұрақтың жауабы жетілген біріктіру өндірісі сияқты өте қарапайым: орындауға қажетті нәрсе, ол – *ережелерді сақтау,* ал осы кітап оқырмандарды осы ережелермен, және олардың мақсаттарымен таныстырады.
Тиісті ең үздік нәтижеге жету үшін, осы ережелерді мүлтіксізорындау қажет.
Ең алдымен, бізге оқып-білуге қажетті ол – қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің техникалық механизмі, ал бұл бізді металлург әлеміне әкеледі. Бұл сіз қолданатын материалдар түрімен процесс рәсімдеріне қарамастан, олардың барлығы біріктірілетін бөлшектер ыстық болған жағдайда, дәнекердің балқуын және орындалатын біріктірулердің үстіңгі жағын суландырып отыруын талап етуіне байланысты. Процестің осы маңызды ерекшелігіне қол жеткізу дегеніміз, ол балқытылған дәнекер өзі ағып жатқан материал бетінің кішігірім бөлігін *еріме* бастайды. Процестің бұл еру кезеңі суландыру деп аталады, және суландыру пайда болмаған жағдайда біріктіруде болмайды!
Енді біз қатты дәнекермен дәнекерлендіру процесінің осы негізгі қырын тереңірек қарастырайық.

1.2 Суландыру

Оның жұқа қабығы ауырлық күші сияқты күштің әсерімен сұйықтыққа өтіп кетпесе, сұйықтықтың көп мөлшері қатты дененің бетіне нағып жатса, онда қатты дене сұйықтықпен суланған болып есептеледі.
Сұйықтық молекуласымен қатты дене арасында өзара тартылыс болса, осы жағдайт уындайтыны белгілі. Осы тартылыс күші тек қана химиялық байланыстар салдарынан ғана туындамайды, дегенмен біршама химиялық байланыстың болуы бәрібір қажет екендігі күмәнсіз. Мысалы, таза су парафинді суландырмайды, бірақ делдалзатын (яғни, сабын сияқты суландырғыш құрал) енгізу арқылы жабысуды жүзегеасыруға болады. Бұл процесс сабын молекулаларының сумен ұқсастығының болуынан және олардың көмірсутегі үшін тартылыс күшін тудыратынынан болады. Қоспа сияқты заманауи суландырғыш құралдар осы тәсілмен әсер етеді.
Егер, ерітілген қоспа қатты металды суландырса, олардың арасында химиялық ұқсастық бар деп болжау керек. Таза қатты металдардың бетіндегі қабаттарында ерікті ұқсастықтар бар деп есептеледі, бірақ атмосфера әсерінен таза алтын, күміс немесе платиналық топ металдарынан басқа барлық металдармен қорытпалардың бұл ұқсастықтары оттегі молекулаларымен, және мүмкін атмосферада болатын азотпен, сонымен қатар май, кір және т.б. молекулалармен тез қанығады. Осыған орай, кейбір құралдарды металдардың ерікті ұқсастықтарымен қайта қамтамасыз ету, сонымен қатар қатты дәнекермен дәнекерлеу және жұмсақ дәнекермен дәнекерлеу қажеттілігі туындайды, бұл өзі байланыста болатын металл беттерін тазалау жүйесі арқылы қол жеткізіледі. Бұл жүйе флюс, қалпына келтіруші атмосфера немесе тіпті, вакуум бола алады. Ерікті ұқсастықты қайта алғаннан кейін олар ерітілген дәнекер молекулаларымен қанығады.
Әрине, мұндай мәселелер белгілі дәрежеге дейін гипотеза шегінде болады, бірақ, практика жүзінде бұл әрқашан осындай болады, дәнекерленген біріктірудің көлденең қимасының металлургиялық зерттеуі негізгі материалмен дәнекерлеуші материалдың арасындағы қоспаның болуын олардың арасындағы айыру шекарасы арқылы көрсетеді. Дегенмен, қоспа процесінде алынған жаңа материалдардың құрамында тұрақсыздық қасиеті болады деген дерек бар, олар дәнекердегілерден біршама ерекшеленеді. Кейде алынған қоспа алғашқы дәнекерге қарағанда әлдеқайда жақсы ағады, ал кейде керісінше өте нашар! Металлургия саласында қаралатын құрастырулардың компоненттерін біріктірудің алдыңғы қатарлы әдістері үшін дәнекерді

таңдау барысында осы деректі ескеру қажет.
Мысалы, ISO 17672:2010 стандартында дәнекердің тоғыз тобының тізімдемесі беріледі. Осы топтың әрбіреуінің оларды бірнеше қолдану әдістерінде мінсіз ететін белгілі бір техникалық ерекшеліктері бар, дегенмен, олардың төртеуі қыздырылған жалынмен қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қолданылатын қалғандарына қарағанда жиірек қолданылады. Әрине, әр топтың қатарына неге құрамы бір бірінен элементтердің бірнеше пайыздық бөлшектерімен ғана ерекшеленетін әртүрлі бірсыпыра материалдар кіреді деген сұрақ туындайды. Мұның себебі бір элементтің 0,4% ғана өзгеруінің өзі кейбір жағдайларда оның екі, еру және ағу қасиетіне де елеулі әсер етеді.Осы әсерді аса көрнекті көрсететін жағдайды CuP класы ретінде ISO 17672:2010 көрсетілген материалдар тобынан табуға болады.
1.1-суретте көрсетілгендей, қоспада фосфордың болуы оның балқу жылылығына елеулі әсер етеді.Мыс-фосфорлық қоспадағы фосфордың құрамы салмағы бойынша 8,25%-ды құрайды және оның 714°C шамасындағы біркелкі балқу жылылығы бар. Дегенмен, бұл нақты материал құрамында 6,5%-дан 8%-ға дейін фосфор бар қоспаға қарағанда сирек пайдаланылады, өйткені фосфор құрамының азаюына қарай ол да азаяды. 1.1-суретте осы әсердің кемшілігін анық көруге

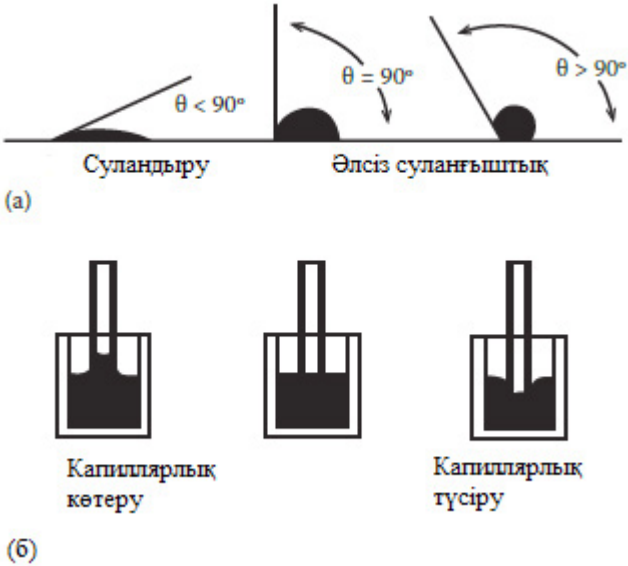


1.1-сурет Мыс-фосфорлық қос тепе-теңдік диаграммасы материалдың фосфорлық құрамының кішігірім өзгерісінің әсерін көрсетеді.

болады: фосфор құрамы азайған сайын қоспа иілімді бола түседі, материалдың балқу жылылығының интервалы кенет көтеріледі, өйткені бастапқы материалдың құрамындағы фосфор пайызы азаяды.
Әдетте, балқытылған дәнекердің балқу жылылығының интервалы үлкен болған сайын, оның аққыштығы баяу болады. Оқырмандар дәнекердің *аққыштығы* бірнеше факторларға байланысты болатындығын, және пайдаланылған дәнекердің құрамына, сонымен қатар осы дәнекерге дәнекерлеп біріктірілетін негізгі материалдардың химиялық құрамына байланысты өзгеріп отыруы мүмкін екенін түсінуі керек. Бұл мәселеге біз 2-тарауда ораламыз.
Енді біз *капиллярлық ағын* мәселесіне көңіл аударайық.

1.3 Капиллярлық ағын

Балқытылған дәнекердің капиллярлық ағыны оның негізгі материалды суландыру қабілеттілігіне байланысты болады, сондай-ақр салыстырмалы сипаттамамен, сондай-ақ, дәнекермен біріктіру өндірісіндегі оның ағынындағы материал құрамында болатын қатты және сұйық фазалардың көлемімен анықталады. Балқытылған



1.2 (а)-сурет Әртүрлі қасиеттермен (яғни, көлденең беттегі әртүрлі шеткі бұрыш, θ,) үш түрлі сұйықтықтың жайылуы және (б) осы сұйықтықтардың тік капиллярдағы сәйкес ағыны.

дәнекердің ағынын өлшеу 1.2-суретте көрсетілгендей, шеткі бұрышының шамасымен анықталады.
Әлбетте, *шеткі бұрыштың шамасыθ кіші болған сайын,* балқытылған дәнекердің *суландыру деңгейі мен жайылу деңгейі үлкен* болатыны түсінікті. Дегенмен, θ шамасы 90°-тан төмен болған жағдайларда ғана ,капиллярлық ағынның мүмкін екенін түсінген маңызды.

1.3.1 Ағынның орташа жылдамдығы

Ағынның параллель және көлденең беттер аралығындағы орташа жылдамдығы (V) келесі математикалық өрнекте ұсынылған

$$V = \frac{D\psi\cos\theta}{6\eta S}$$

мұндағы
D = біріктірулер саңылауының көлемдері
ψ = дәнекердің беткей кернеуі
θ = шеткі бұрыш
η = балқытылған дәнекердің жабысқақтығы
S = дәнекер ағып өткен қашықтық

Бұл теориялық мысалда балқытылған қоспа ағып өтетін қашықтық бойынша ешқандай шектеулер жоқ, дегенмен түсіру нүктесінен алыстаған сайын ағынның орташа жылдамдығы *азайып* отырады. Бұдан бұрын жазылып кеткендей, бұл жағдай бірнеше факторларға байланысты, соның ішінде:
1. Дәнекер мен негізгі металдардың арасындағы аралық қоспаның саны
2. Дәнекерленетін бөлшектердің бетінен сыртқы оксидтерді алып тастау үшін қолданылатын флюстік ортаның тиімділігі
S қашықтығы арқылы дәнекер ағып өтетін уақыт T келесі математикалық өрнекпен беріледі.

$$T = \frac{3S^2}{Dg\cos\theta}$$

Көлденеңге қатысты көлбеу немесе тік бұрыштағы капиллярлық ағындарға да осыған ұқсас қатынастар қолданылады. Бұл жағдайларда балқытылған қоспа көтерілетін ең жоғарғы биіктік H болады.

Бұл келесі математикалық өрнекпен белгіленеді:

$$H = \frac{2\psi\cos\theta}{Dpg}$$

мұндағы
p = дәнекердің тығыздығы, және g= ауырлық күші әсерінен үдеу.
Жоғарыда жазылғандарға орай, белгілі дәнекер/бастапқы материал қисындастырылуы үшін V, T және H өлшемдері D-ның желілік атқарымы болып табылады. Дегенмен, практика жүзінде D-ның балқытылған дәнекердің ағынына әсері басқа бірнеше факторлармен байланысты қарастырылуы қажет, олардың екеуі (1) пайда болатын аралық қоспа саны және (2) қолданылатын флюстік ортаның тиімділігі.
Дәнекерлеуді қолданудағы көп жағдайларда флюстер сыртқы оксидтерді алып тастау мақсатында қолданылуы керек, олай болмаған жағдайда, олар балқытылған дәнекердің ағынына кедергі келтіреді. Егер, біріктірулер саңылауы өте кішкентай болса, ондағы флюстің көлемі сыртқы оксидтердің қабықшасын еріту үшін жеткіліксіз болуы мүмкін немесе оларды еріту барысында флюстің қасиеттерінің өзгергені (мысалы, оның еріту температурасы, жабысқақтығы және беткей кернеуі)анықталады, сондықтан ол балқытылған дәнекердің ағынының көмегімен біріктіру саңылауынан бұдан әрі бөліне алмайды. Әлбетте, мұндай құбылыс дәнекер ағынының шамасына терең әсер етеді, осының салдарынан қарастырылатын біріктірудің таза құрылымы зардап шегеді.

1.3.2 Капиллярлық ағын туралы бірқатар басқа мәліметтер

Дұрыс дәнекерлеуді жүзеге асырудың негізгі ережелерінің бірі – дәнекер берілуі керек немесе құрылғының соңғы мезетте қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылған бөлігінде алдынала орналасуы керек. Бұл ұсыным үнемі келесі сөзбен бірге беріледі: *«қосынды балқыған кезде біріктіру үстінен капиллярлық және термограмманың біріккен ықпалымен тартылатындай болуы керек»*.
Суландыру технологиясы және балқытылған қатты дәнекердің ағыны бірқатар басқа факторлармен бақыланатынын түсіну маңызды. Шын мәнінде егер, құрамында күміс бар номиналдық құрамы 50% күмістен, 15,5% мыстан, 16% кадмийден және 15,5% мырыштан тұратын дәнекердің ұзындығы 500 мм өзегін бірдей 25 бөлікке бөлсе және олардың толық химиялық талдауын жасаса, нәтижесі 25 түрлі құрамды

көрсетіп тұратынын көрсету оңай. Барлық нәтижелердің ISO 17972:2010 стандартының талабына сәйкес құрам шегінде, яғни Ag үшін +/- 1% , Cu үшін +/- 1%, Cd үшін +/- 1% , Zn үшін +/- 2% болатынына 100%-ға дерлік сенімдімін, бірақ барлық талдаулар жеке элементтердің нақты құрамында шекті айырмаларды көрсетіп тұрады. Сондай-ақ, мұндай нәтижелер әрбір 25 бөліктің солидус және ликвидус мағыналары болмашы өзгешелеу болады дегенді білдіреді және оның әсері әрі кетсе:өзектің әрбір бөлігінің балқуы мен ағынының сипаттамасына қатысты болмашы болады! Сондықтан, әрқашан жалынның көмегімен қатты дәнекермен қолмен дәнекерлеу қолданылғанда, соның ішінде дәнекер қолмен қолданылғанда, аяқталған құрастырудың металлургиялық талдауы барлық дәнекерлер қанағаттанарлық жағдайда болса да, әрбір біріктіру *шегіндегі* қоспаның сыртқы түрі микроскоппен қарағанда болмашы өзгешелеу болады.

Бұл факт дәнекерлеуді қолмен жүзеге асыратын адамдардың қателігінің бірі болып табылады!

Дегенмен, біз енді балқытылған дәнекер қасиеттеріне, сондай-ақ біріктірудегі градиент температурасы оның ағынына қалай және неге әсер ететінін қарастырайық.

Қолмен дәнекерлеуге арналған жанарғыны қолданғанда, қанағаттанарлық нәтижеге жету мүмкіндігін қамтамасыз ету мақсатында, тиісті термограмманы қалыптастыру үшін жанарғының орнын ауыстырып отыру қажет. Дәнекердің балқытылған материалы жанарғының артынан ілеседі деп шешілген. Дегенмен, қатты дәнекермен дәнекерлеу тәжірибесінің негізгі ережелерінің біріне сәйкес *«дәнекер берілуі керек, немесе құрылғының соңғы мезетте қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылған бөлігінде алдын-ала орналасуы керек»*. Бұл, мұндай жағдайларда жанарғы статикалық болатыны жөнінде тұжырымдайды. 1.3-суретте көрсетілгендей, мұндай жағдайларда жылу көзі температуралық градиентті оның қосымшасының жұмысқа дейінгі нүктесі мен дәнекер қолданылатын нүктесі аралығында шығарады. Бұл жағдайдағы температура градиенті 665°C- 800°C дейін болады. Балқыған дәнекер капиллярлық тартылыстың және температура градиенті әсерімен жылу нүктесіне қарай бағытта аға бастайды. Енді біз осы әсерді толығырақ қарастырайық.

Осыған дейін айтылғандай, дәнекерлік біріктіру бойының көлденең қимасының металлургиялық талдауы негізгі материал мен дәнекер арасында олардың арасындағы бөлу шекарасының бойында аралық қосындының бар екенін көрсетеді! Дегенмен, аралық қоспа процесімен қалыптастырылатын жаңа материалдың құрамының бастапқы

дәнекердікінен өте қатты жиі ерекшеленетін аққыштық қасиеті болатыны даусыз. Кей кезде алынған қоспа бастапқы дәнекерге қарағанда әлдеқайда жылдам, ал кейде керісінше әлдеқайда нашар ағады! Металлургиялық жұмыстың бұл фактісі қаралатын құрастырудың компоненттерін біріктіру үшін алдыңғы қатарлы тәжірибеде дәнекер материалын таңдағанда ескеру қажет.

Дегенмен, сонымен қатар, көп жағдайда негізгі материалдар мен дәнекер арасындағы аралық қоспаның әрекеті дәнекердің жаңа құрамын шығаратынын оңай көрсетуге болады, алғашқыда біріктірудің суық шетіне берілетін материалға қарағанда жаңа құрамның солидусы жоғары температуралы болады. Сондықтан, капиллярлық тартылыс күшінің ықпалымен ағуын жалғастыру үшін, ол ликвидустың бастапқы температурасына қарағанда әлдеқайда жоғары температураға дейін қыздырылуы керек! Ол ағып өтетін біріктірудегі саңылау біріктіру бойындағы температуралық градиент салдарынан әлі жоғары температурада болады, және металлургиядағы жағдайға байланысты оның қосымша нүктесінен жылу қосымшасының нүктесіне қарай ағуына мүмкіндік болады, дегенмен бұл кепілдік берілмейтін мәселеге жатады.

Бұл фактор ұқсас компоненттердің ағымдағы топтамаларын қолмен немесе автоматты түрде дәнекерлеу арасынантаңдау жасағанда өндірістік инженердің үнемі жадында болуы керек. *Қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына жеткенше дәнекерді біріктірудің соңғы бөлігіне беру немесе орналастыру*ережесін қабылдау ескерту болып табылады, ол қарастырылған жұмыс үшін қолданылатын өндіріс әдісіне қатысты қабылданатын соңғы шешімде маңызды негіз болады!

1.3-сурет Жылуды біріктірудің бір жақ шетіне қолдану осы біріктірудің бүкіл ұзындығы бойымен өтетін температуралық градиентті қалыптастырады.

1.1-кесте

Қыздырудың белгілі бір әдістерімен кейбір дәнекерлерді қолдану барысында күтілетін ағын қашықтығының мысалдары

Дәнекер	Қыздыру процесі	Ағынның үлгідегі қашықтығы (мм)
Таза мыс	Пеште дәнекерлеу	500 мм дейін
Мыс -3% никель	Пеште дәнекерлеу	50 мм дейін
Мыс -6% қалайы	Пеште дәнекерлеу	35 мм дейін
Күміс қатты дәнекер (30% -56% күміс)	Ауада	8-15 мм
Мыс-фосфор	Ауада	шамамен 10 мм
Күміс қатты дәнекер(30% -29% күміс)	Ауада	6 мм артық емес
Алюминий-кремний	Ауада	шамамен 4 мм бірақ шамамен 7 мм, егер, сым дәнекерлеу аппаратына берілсе
Активтенген қатты дәнекер	Вакуумдық дәнекерлеу	шамамен 1,5 мм, артық емес
Кейбір никель қоспалар	Вакуумдық дәнекерлеу	шамамен 1,5 мм, артық емес

1.1-кестесінде Әртүрлі дәнекерлердің ағындарының қашықтықтары үшін инженерлерге қажет болуы мүмкін кейбір мағыналар берілген. Бұл сілтеме қашықтықтар екенін ұмытпаңыз, олардың белгілі бір жағдайларда негізділігін растау мақсатындағы сынамалары маңызды болып табылады.

1.3.3 Дұрыс дәнекерлеу жүргізудің негізгі ережелері

Бұл тараудағы осы кіріспе бөлім алты қарапайым, бірақ негізгі ережелерді анықтау қажеттігін талап етеді, бұл ережелер қатты дәнекермен дәнекерлеу процесін пайдалану арқылы қанағаттандырылған біріктіру алу қажет болса, барлық жағдайларда сақталуы керек.Олар 1.2-кестеде берілген.

Егер, сіз осы ережелерді сақтасаңыз, қатты дәнекермен дәнекерлеу бір жағынан өте қызықты процесс, екінші жағынан біріктірудің толығымен қанағаттандырушы әдісі екеніне көз жеткізесіз. Автор ретінде мен осы алты ережені қарапайым жұмыс тәртібі үшін дәнекерлеу бойынша өз жұмыстарында қорытынды сөз ретінде қабылдайтын барлық оқырман-

дарға табыс тілеймін, олар сізді ешқашан сәтсіздікке әкелмейді!

1.2-кесте
Үздік дәнекерлеуге қолжеткізу үшін алты негізгі ережелер

Ереже №	Үздік нәтижені қамтамасыз ету үшін Сіз не істеуіңіз қажет?
1	Қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасында біріктірудің бөліну айырығында *химиялық таза бетті* қамтамасыз ету
2	Біріктіру компоненттерін дәнекерлеу температурасына дейін *біртіндеп қыздыру* қажеттілігі
3	Сіз орындап жатқан біріктіру үшін *дұрыс дәнекерді* таңдау
4	Біріктірудің сыртын *оксид қабықшасынан тазартудың* ең тиімді құралдарын таңдау
5	Қолданылатын дәнекер үшін *көлемі сәйкес келетін* біріктіру саңылауын қолдану
6	Дәнекерлеудің температурасына жету *үшін* дәнекерді *біріктірудің соңғы бөлігіне* салу

Суландыру және дәнекердің ағу қағидалары мәселелерін қарастырғанда біз дәнекерлеудің аса маңызды басқа екі аспектісіне көңіл бөлуіміз керек, нақты айтсақ: қауіпсіздікті қамтамасыз ету мәселелері, дәнекерлеу процесіне қатысатын әрбір адам бұл процестің қаншалықты қауіпті екенін және осы қауіптерден қалай қорғану қажет екенін түсінуі керек!

1.4 Дәнекерлеу жүргізу кезінде қауіпсіздік және еңбекті қорғау

Дұрыс қолданыс жағдайында қатты дәнекермен дәнекерлеу процесс бастапқы металдардың түгел дерлік қиыстыруларында берік, герметикалық біріктірулерді өндірудің аса сенімді әдісі болып табылады. Дегенмен, біріктіруді жүзеге асыру үшін бөлшектерді 450°С–ден асатын температураға дейін қыздыру қажет болатындықтан, әлбетте, дәнекерлеушінің металдың ыстық бөлшектеріне жақын жұмыс істеуі қауіп төндіруі ықтимал. Өкінішке орай, металдың ыстық бөлшектері қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне байланысты жалғыз-ақ қауіп емес! Қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің барлық үш компонентімен де – дәнекер, ағу *және* біріктіруді қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру үшін қолданылатын

жабдық - қатысты қауіптер бар екенін мойындау керек.
Барлық қауіптерді жақсы түсінген дәнекерлеуші ешқандай қиындықсыз олардан оңай құтыла алады. Саланың ықтимал күрделі мәселелері төменде көрсетілген және оларды шешу бойынша ұсыныстар берілген.

1.4.1 Дәнекерді дәнекерлеу

Еуропалық одақ (ЕО) 2010 жылы өзіне мүше мемлекеттері аумағында кадмий дәнекерлерін сатуға тыйым салғаны халықаралық деңгейде кеңінен мәлім екені белігілі. Дегенмен, осы кітаптың халықаралық деңгейде қолданылу мүмкіндігі бар болғандықтан, біз *ЕО шегінен тыс* жұмыс істейтін адамдар оқитынын ескеруіміз қажет. Сондықтан, құрамында кадмий бар дәнекерлерді қолдану барысында болуы мүмкін қауіптер туралы толық мәліметтерді осы кітапқа енгізу қажет. Бұл тараудағы деректер кадмий дәнекерлерін пайдалану нәтижесінде пайда болатын мәселелер туралы мәліметтер береді және осының негізінде ЕО-та кадмий дәнекерлерін пайдалануға неліктен тыйым салынғанының себебін түсіндіреді. Әлбетте, жуырдағы жаңа кадмий дәнекерлерінің әзірлемесі олардың мәселелерін жеңілдетуге көп жағдай жасады.
2006 жылдан бастап ЕО және ЕО шегінен тыс көптеген мемлекеттерде барлық дәнекерлерде оның материалы *және* оны пайдалану барысында туындауы ықтимал барлық қауіптер туралы қосымшалар көрсетілген таңбашалардың міндетті түрде болуы жөнінде заңды талап қолданысқа енгізілген (мысалы, «Бұл *кадмий* қоспасы! Оны тек жақсы желдетілетін учаскеде ғана пайдаланыңыз»).
Бұл қауіпсіздік шаралары өте қажет, өйткені, дәнекерлеу барысында дәнекер өзінің балқу температурасына дейін қыздырылады және осы процесті тиісті деңгейде бақылап, қажетті қауіпсіздік шаралары қолданылмаса, бұл сөзсіз, металдың түтіндерінің буланауына әкелуі мүмкін. Мұндай газдардың құрамында будың ағыны және міндетті түрде, дәнекердің құрамына кіретін кейбір элементтер тотығының түтіндері болады. Мұндай оксидтік газдардың кейбірі, соның ішінде, *кадмийлық газдар* ауаны ішіне тарту кезінде дәнекерлеушінің денсаулығына *өте үлкен қауіп* төндіретінін мойындау қажет! Өйткені, кадмий оксиді канцерогенді газдардың қатарына енетіндіктен, кадмий материалдарының буларымен үнемі демалу осыған қатысты адамда (дәнекерлеуші) өкпе обырының пайда болуына әкелуі мүмкін.
Металл буларының қауіптілігі ресми мойындалған: Біріккен Корольдіктегі қауіпсіздік бойынша жауапты тұлға жұмыс орнындарында кездесуі ықтимал бірқатар шектік мән шамасы (ШМШ) берілген кестені

жариялаған: төмен температуралық күміс дәнекерді құраушылардың қатарына жататын шектік мәндер шамасы 1.3-кестеде ұсынылған.
Кадмий оксиді *канцерогендік* болып табылатындықтан, 1.3-кестедегі кадмий оксидінің шектік мәнінің ең төмен мағынасынан оның бу екені түсінікті және ол денсаулық үшін өте қауіпті екені даусыз! Осының нәтижесінде келесі тұжырымдаманы қалыптастыруға болады: *кадмий оксиді буларының қауіпсіз деп қарастырылатын шоғырлану деңгейі болмайды*. Тұжырымдама түсінікті: *құрамдас элемент ретінде құрамында кадмий бар қоспалар тек аса төтенше жағдайларда ғана қолданылуы керек*. Дегенмен, сонымен бірге, қарастырылған жұмыс үшін әдетте төмен практикалық жұмыс температурасының қажеттілігін талап ететін мақсатты техникалық себептерге байланысты құрамында кадмий бар қоспалардан мүлде бас тарту мүмкін болмайтынын дәлелдейтін фактілер де бар. Мұндай жағдайларда жұмыс орнында қауіпсіздікті сақтаудың ерекше шараларын қолдану керек. Бұл шараларға, мысалы, цехтағы ауа сапасын үнемі тексеріп отыру, дәнекерлеушілердің денсаулығын медициналық бақылаудан өткізіп отыру жатады.
Егер, осындай тексерулердің нәтижелерінде әсердің максималды шегі (MEL) осы уақытта асып тұрғаны анықталса, бірінші әрекет – дәнекерлеуді дереу тоқтату және сараптау кеңесін алу.

1.3-КЕСТЕ
Жұмыс орнында металл түтіндеріне ұшыраудың шекті деңгейлері

Элемент	Ұзақ ұшырау шегі 8-сағаттық кезең TWA, мг/м3	Қысқа ұшырау шегі 15-минуттық кезең TWA, мг/м3
Кадмий оксиді булары(Cd сияқты)[a]	0.025	0,05
Мыс буы (Cu сияқты)	0,20	-
Индий	0.10	0,30
Марганец	1,00	3.00
Никель және оның бейорганикалық біріктірулері	0.10	-
Дифосфорлық ангидрид	-	2.00
Кремний (жұтылатын шаңның жалпы мөлшері)	10.00	-
Күміс (металлик)	0.10	-

Қалайы біріктіруі, бейорганикалық (Sn ретінде)	2.00	4.00
Мырыш оксиді булары	5.00	10.00

Ескерту: MEL *ешқашан* шектен асып кетпеуімен қатар, жұмыс орнындағы деңгейі де соғұрлым барынша тиімді төмен болуы керек. TWA = уақыт бойынша орташа есеппен алынған мағынасы.
аҚағидаларда кадмий оксиді үшін әсердің максималды шегі (MEL) ретіндегіәсер шектері атап өтіледі.
Келесі формула жұмыс орнында ортақ вентиляция болған жағдайда немесе іріктеу нүктесі тікелей дәнекер станциясынан(-ларынан) кейін орналасуы керек пе деген сұрақ бойынша шешім қабылдау үшін қолданылады:

$$M = \frac{T \times N \times V}{E}$$

мұндағы
T = элемент үшін TLV (1.3-кестені қараңыз)
M = қатты дәнекермен дәнекерлеу қоспасының *сағатына* қолданылған салмағы, граммен
N = жұмыс орнындағы ауа өзгеруінің *сағатына* жалпы мөлшері
V = жұмыс орнының көлемі, текше метрмен ($м^3$)
E = 1 грамм қоспадан бөлінетін кадмийдің салмағы, миллиграммен (1.4-кестені қараңыз)

Әрине, мінсіз жағдайларда ешкімге ешқашан жоғарыда аталған сатыларға дейін жеткізілмейді, мүмкін болатын жеке жағдайларда тұлғаның жағдайды түсіну мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін орындалатын теориялық есептеулер болады. Кең ауқымды практикалық сынақтардың нәтижесінде дәлелденгендей, қатты дәнекермен дәнекерлеудің қалыпты жағдайларында қатты дәнекермен дәнекерлеуқоспасының құрамындағы кадмий және мырыштың 2%-ға дейінгі құрамы дәнекерлеу процесі кезінде булану нәтижесінде жоғалады. 1.4-кестеде ISO17672:2010 стандартына сәйкес бірқатар кадмий құрамды қоспалар үшін осы фактордың маңыздылығы көрсетіледі.
Жұмыс мысалы осы формуланың қолданылуын зауыттың қауіпсіздік жөніндегі қызметкерлеріне көрсету үшін пайдалы болады.

Келесі жағдай мысал үшін:
1. Құрамында кадмий бар дәнекер қоспасының сағатына пайдаланылатын салмағы: 200 г = M (қоспаның бұл салмағы, мүмкін, өндірістің жылдамдығы шамамен 660 сағ/біріктіруді құрайды)
2. Пайдаланылатын қоспа: ISO 17672:2010 Типі Ag 345 (E = 4,8)

1.4-кесте
Дәнекерлеу кезіндегі буланууға байланысты кадмий шығындары

EN 1044: 1999 Дәнекер	ISO 17672: 2010 Дәнекер	Күмістің номиналды мөлшері (%)	Кадмийдің номиналды мөлшері(%)	Пайдаланылатын қоспаның грамына кадмийдің шығындары (мг)
AG301	Қолжетімсіз	50	19	3,8
AG302	Ag 345	45	24	4.8
AG303	Қолжетімсіз	42	25	5.0
AG304	Ag 340	38	20	4.0
AG305	Ag 335	35	18	3.6
AG306	Ag 330	30	21	4.2
AG307	Ag 326	25	17,5	3.5
AG308	Қолжетімсіз	21	16.5	3.3
AG309	Ag 350	20	15	3.0
AG351	Ag 351	50	16	3.2

есептеледі:
3. Жұмыс цехының көлемі, ұзындығы 10м × ені 7 мбиіктігі × 3м: 210м^3 (V)
4. Кадмий үшін ШМШ0,05 мг/м^3 (T)
Кадмий үшін ШМШ-дан төмен болатын қоршаған ортаны қолдауға қажетті ауаның сағатына ауысу саны келесі формуламен

$$N = \frac{E \times M}{T \times V} = \frac{4.8 \times 200}{0.05 \times 210} = \frac{960}{10.5} = 91.429$$ дөңгелектенген мәні

Ауаның бұл ауысу саны сағатына 19200 текше метр немесе минутына 320 текше метр ауаның ауысуын талап ететіндіктен, біз жұмыс цехында техногендік дауылдың болуымен кездестік деп есептеуге болады. Әлбетте, осы сандардан кеңістік көлемінің ақылға қонымсыз үлкен екендігі, сондықтан бұл мақсат үшін жарамсыз екені айқын. Сондада, формула транспозициясының қарапайым арасалмағы қатты дәнекермен дәнекерлеуді жүзеге асыру үшін қолданысқа жарамды болатын жұмыс цехының көлемін есептеуге мүмкіндік береді, егер, мысалы, ортақ вентиляция кеңістіктегі ауаның сағатына төрт ретке дейін ауысуын қамтамасыз етсе, яғни

$$V = \frac{E}{0.05} = \frac{960}{0.2} = 4800 \text{ м}^3$$

Бұл кез келген стандарттар бойынша үлкен жұмыс цехы!
Сонымен қатар, бастапқы жағдайға қайта оралып, формула Ag 345 типті ISO 17672:2010 максималдық салмағын есептеуге мүмкіндік береді, және егер, жұмыс цехындағы ортақ вентиляция ауаны сағатына төрт ретке дейін ауыстырып отырса, ол сағат сайын пайдаланыла алады, яғни, сағатына

$$M = \frac{(4 \times 210) \times 0.05}{4.8} = 8.75 \text{ грамм.сағ!}$$

Қоспаны пайдаланудың бұл саны, мүмкін, сағатына шамамен 23 біріктіру өнімділігін білдіреді, ал бұл нәтиже болса, сағатына *660 біріктіруді* жүзеге асыру қажеттілігі мен салыстырғанда мағынасыз. Бұл жағдайдағы жалғыз шешім *әрбір жеке дәнекерлеу станциясында* жергілікті ауа тартқыш вентиляциясының орнатылуы, және вентиляцияның тиімді жұмысына кепілдік беру үшін бұдан былай жұмыс цехының қоршаған ортасының жүйелі мониторингін қамтамасыз ету болар еді.
Бұл құрамында кадмий бар қоспаларды пайдалануды жоспарлау барысында пайда болатын және осы материалдарды кадмийсіз материалдарға ауыстыру процесінің бірден бір себебі болатын түйткіл мәселелердің көлемі бойынша толық басшылықты қамтамасыз ететін осындай есептеулердің нәтижесі!

1.4.2 Дәнекерлеу флюсі

Флюстер дегеніміз өндірісте компоненттері бірге әрекеттесетін, теріні тітіркендіретін бірқатар жоғары күрделі химиялық препараттарды қа-

лыптастыру үшін қышқыл металдардың, борқыш қылды тұздардың, флуоро-бораттармен хлоридтердің екі немесе оданда көп фторидтерінің қоспасы. Олар ұзақ байланыс барысында теріні тітіркендіретіндіктен, терінің тілінген жеріне және/немесе жараға түссе, олар дереу өте ауыр қабынуды тудыратыны сөзсіз. Сондықтан, терінің тілінген және жарақаттанған жері флюспен жұмысты бастамас бұрын, су өткізбейтін таңғышпен мұқият таңылуы керек. Сонымен қатар, әр жұмыс кезеңінің алдында қолдарына сапалы қорғаныш крем жағып, және флюспен жұмыс немесе жұмыс кезеңі аяқталғаннан кейін қолды сабынмен әбден жуу керек екендігі жөнінде дәнекерлеушілермен нұсқаулық өткізу қажет.

Кең тараған пікірге қарамастан, жұмыс қолғаптарын пайдалану *ұсынылмайды*.Тәжіриебелер көрсеткендей, көп жағдайда *дәнекерші қолғапты шешкенде* флюстің кішкентай бөлшектері қолғаптың ішіне түседі! Келесі жолы осы қолғапты пайдаланған кезде, оның ішінде қалған флюс дәнекерлеушінің қолындағытермен бірге реакцияға түсіп, терінің тітіркенуіне, бөртпенің пайда болуына, терінің бұзылуына әкеледі. Әлбетте, флюс ауызға түспеуі керек! Ұнтақ флюстерді судың көмегімен араластырып, пастаға айналдыру қажет болған жағдайда жеке ыдысты (лоток) пайдалану керек, тек бұл ыдыс су және тағам ішу үшін пайдаланылатын *ыдыстардан бөлек* болуы міндетті. Сонымен қатар, флюспен жұмыс істеу барысында темекі шегуге болмайды; флюстің бөлшектері шылымға немесе темекі трубкасына, одан ауызға түсіп кетуі әбден ықтимал.

1.4.3 Флюсті буландыру

Құрамында фторидтер бар флюспен үнемі жұмыс істейтін кез келген жұмысшы оның буымен демалған кезде қатты тітіркендіретінін біледі; мұның себебі – бууда фторлы сутегі буларының азғана мөлшері бар! Осындай булы ауамен дем жұтқан адам бу шоғырлануының әлдеқайда төмен деңгейінде-ақ бастапқы тітіркенуді сезе сала жалт бұрылып, өз ағзасын, әсіресе демалу органдарын қатерден сақтайды!

Қағидаларда фторлы сутегі буларының жұмыс станцияларындағы рұқсат етілген максималдық шоғырлану деңгейі анықталады: 2,5 мг/м^3.

Қатты дәнекермен дәнекерлеудің қалыпты жағдайында төмен температуралық күміс қатты дәнекердің қарапайым флюсін 650°С дейін қыздырғандағы ауаға бөлінетін фторлы сутегі қышқылының мөлшері бір грамм флюс көлеміне шамамен 0.025г құрайды. Сонымен қатар, қатты дәнекермен дәнекерлеудің таңдалған шарттары тарапынан дәнекер-

леушіге төнетін ықтимал қауіпті есептеу үшін формула құру өте оңай екені анықталған:

$$M = \frac{N \times R}{10}$$

мұндағы
M = ол фторлық-сутектік қышқыл булары үшін ШМШ-ның артуынсыз жұмыс цехында қолданылуы мүмкін, флюстің сағатына граммен есептелген максималдық саны
N = ауаның жаңару коэффициенті (яғни, ауысымның сағатына саны)
R = $м^3$ берілген жұмыс цехының көлемі
Дегенмен, жұмыс цехтарында рұқсат етілетін, флюс буларының тығыздық концентрациясы үшін белгілі шектері бар, олар 1.3-ші кестеде ұсынылған.

1.4.4 Дәнекерлеу жабдығы

1.4.4.1 Жалпы мәліметтер

Қатты дәнекермен дәнекерлеуді біріктірілетін бөлшектерін қатты қыздыру арқылы ғана жүзеге асыруға болатындықтан, қатты дәнекермен дәнекерлеу станцияларының құрамдас бөліктері жанбайтын материалдардан жасалуы және тиісті оқшаулағыш материалмен қапталуы керек екені айтпаса да түсінікті. Ауада орындалған қатты дәнекермен дәнекерлеудің кез келген кезеңі аяқталғанда, олар автоматты дәнекерлеу аппаратының күнделікті жұмыс кезеңінде суға салынып суарылмаса, оның бөлшектері ыстық болады. Сондықтан, жоғары температуралық дәнекерлеу шараларынан кейін ыстық бөлшектерін шешу кезінде өте абай болу керек.
Жанарғы аппараты дәнекерлеушінің *тікелей бақылауында* болатын жалынды дәнекерлеу кезінде, егер, *жанарғының бағыты* қатаң бақыланбаса, жазатайым оқиғалардың туындау қаупі жоғары болады!
Қатты дәнекермен дәнекерлеудің автоматтық жүйесін пайдалану барысында жұмыс аппаратын күйге келтіру-басқару жүйесі *тек оқытылған жұмысшыларға ғана қолжетімді болуы керек*!
Атап өтілген шаралардан басқа, жұмыс цехындағы қауіпсіздікті қамтамасыз етуге байланысты, ескеретін мәселелер өте көп.

1.4.4.1.1 Жалынмен қыздыру

Оттық газды жағудың жанама өнімі ретіндегі ықтимал көміртек то-

тығымен байланысты қауіп туындауы мүмкін. 8 сағаттық TWA сілтеме кезеңінің осы газ үшін көрсеткіші 35 мг/м ^{3} (миллионға 30 бөлшек) құрайды, соның ішінде 15 минуттық сілтеме кезеңіне 323 мг/м^3 (миллионға 200 бөлшек) құрайды.
Қол жанарғы аппаратын жандырған кезде оның жалыны дәнекершіден, сонымен қатар оның *тікелей жанында тұрған кез келген адамнан әрқашан* аулақ жаққа қарай бағытталуы тиіс. Егер, жанарғы аппараттың реттелген (фиксациялық) механизмі қолданылса, онда жанарғыны астынан немесе шетінен жағу керек. Тұтанған жанарғымен екіншісін тұтандыру үшін қолдануға тыйым салынады.

1.4.4.1.2 Индукциялық қыздыру

Аппараттың жұмыс катушкалары оқшаулағыш материалмен қапталуы керек. Егер, аппарат жұмыс жағдайында қосылып тұрғанда, дәнекерлеуші оқшауланбаған катушкаға тиіп кетсе, ол ауыр радиожиілікті күйікпен жарақат алып қалуы мүмкін
Индукциялық катушкалардың бірқатары сумен суыту жүйесімен жабдықталғанымен, жұмыс процесіне жақын орналасқандықтан оларда елеулі температура болады. Тіпті, аппарат өшіп тұрса да, катушкалары 5-10 минут бойы тиіп кеткен жағдайда қатты күйдіріп жіберетіндей жылуын сақтап тұрады.
Ешқашан қолыңызды жұмыс істеп тұрған катушкаға тигізбеңіз, әсіресе, қолыңызда сақина немесе білезік сияқты бөгде заттар болса. Егер, катушка жұмыс жағдайында тұрса, яғни, ол токқа қосылып тұрса, бұл металл заттар тез қызып кетеді де өте ауыр күйікке әкеледі. Өкінішке орай, осындай оқыс оқиғаның нәтижесінде, сақинаның еріп кетуінен адамның саусағын кесіп алып тастаған жағдайлар да болған!

1.4.4.1.3 Электрлік қыздыру

Ешқашан электр оттарға тимеңіз – олар аппаратты өшіргеннен кейін де, бірнеше минут бойы жылуын сақтап тұруы мүмкін.

1.4.4.1.4 Үздіксіз әрекет ететін конвейері және қорғау атмосферасы бар пештер

Қорғау атмосферасы бар пештер дәнекердің төмен температуралық күміс қоспаларымен жиі қолданылмайды. Дегенмен, үздіксіз әрекет ететін конвейері және бақыланатын атмосферасы бар пештер әдетте іске

қосу нүктелерінде жанған газдың бүркеуі және кейбір уақытта ағыту нүктелерінде де болады. Атмосфера құрамына байланысты жалын тіпті көрінбеуі мүмкін. Сондықтан, жалын жолында тот баспайтын құрыштан қорғаныс торын міндетті түрде орнату ұсынылады. Жалын болған кезде ол өте жарық болып шұғыланып тұрады, және оның жарқырауына сәйкес дәнекерлеуші қауіпті сезеді!

Үздіксіз конвейермен көптеген пештер 1100°С-дан жоғары температурада жұмыс істейді. Олардың суытқыш жүйелері қатты дәнекермен дәнекерлеуден кейін компоненттер жылуының көп бөлігін жоғалтатынына қарамастан, пештен шыққан компоненттерде 100°С-дан асатын жылу әлі де болса сақталады. Басқа жағдайларда да, сондай-ақ, бөлшектер салқындатқыш жүйесінен шыққанда жалын шымылдығынан өтеді, өйткені олар ол жерде 300°С температураға дейін қыздырылады.

Сондықтан, үздіксіз конвейер пешінің таспасынан дәнекерленген бөлшектерді алған жағдайда әрқашан жылу оқшаулаушы қолғапты пайдаланыңыз.

2. Біріктіру технологиясында дәнекерлеу қолданылатын жер

Заманауи технологияның кейбір салаларындағы ілгерілеу инженерлердің бір материалмен екінші материалды бріктіруді орындау мүмкіндігінен ғана мүмкін болады. Жалғау процестерінің айтарлықтай жоғары саны бар екенін белгілі, алайда бірнеше минут ойлансақ, оларды екі үлкен топқа бөлуге болатынын түсінеміз:
1. Суық процестер
2. Ыстық процестер

Қолданыстағы жалғаным процестерінің пантеоны 2.1-суретте көрсетілген түрде жалғанған.
2.1-суреттен ұсыныс бойынша барлық мүмкіндіктерден тек механикалық қосылыстар ғана айтарлықтай жеңіл бөлшектенуі мүмкін екенін түсінуге болады; барлық қалған біріктіру процестері арналмаған қосылыстарды алуға әкеп соғады! Бөлшектелмейтін қосылыстарды алу мүмкіндігінің болу фактісі инженерлік қолдануда көбінесе неғұрлым маңызды фактор болып табылады.

2.1 Қандай арнайы процесс қолданылуы тиіс?

Қосылыстар инженері жаңа жобаны іздеу кезінде қоюы тиіс алғашқы сұрақ мынадай: «Бұл қосылыстардың қайсысы уақытша болуы мүмкін және қайсысы бөлшектенбейтін болуы тиіс?»
Бұл сұрақтың жауабы - Біріктіру әдісін (немесе әдістерін!) әзірлеу кезіндегі БІРІНШІ ҚАДАМ қараудағы жинақтың озық тәжірибесі! Әрине, нақты біріктіру проблемасына дейінгі озық тәжірибенің шешімін айқындауға дейін қойылуы тиіс көптеген басқа іргелі сұрақтар бар. 2.1-кестеде қараудағы қосылыс үшін неғұрлым қолайлы болатын біріктіру процесін таңдау үшін қойылуы тиіс бірнеше типтік сұрақтардың мысалы беріледі. Әрине, бұл жауабын күтетін жалғыз сұрақ емес. 2.1-кестеде келтірілген

типтік үлгілер қараудағы жинақта қосылыстар үшін қандай біріктіру процестерді неғұрлым дұрыс болатынын айқындау кезінде қабылдануы тиіс әдіснаманы көрсетуге арналады. Осы мәселені егжей-тегжейлі қарау бұл кітаптың аясына кірмейтіні анық. Дегенмен, зауыт жағдайларында, әдетте өндіріске А материалы мен В материалы арасында, мысалы, қатты дәнекерлеу арқылы қосылысты орындау тапсырылады. Мұндай жағдайларда конструкторлар мен технологтардың талқылаудың алғашқы кезеңдерінде мақұлдаған біріктіру шешімі қабылданып қояды. Олар дұрыс шешім қабылдайды деп қатты үміттенем!

2.1-КЕСТЕ
Біріктірудің түрлі процестерінің жарамдылығын бағалау кезінде жауапты талап ететін типтік мәселелер

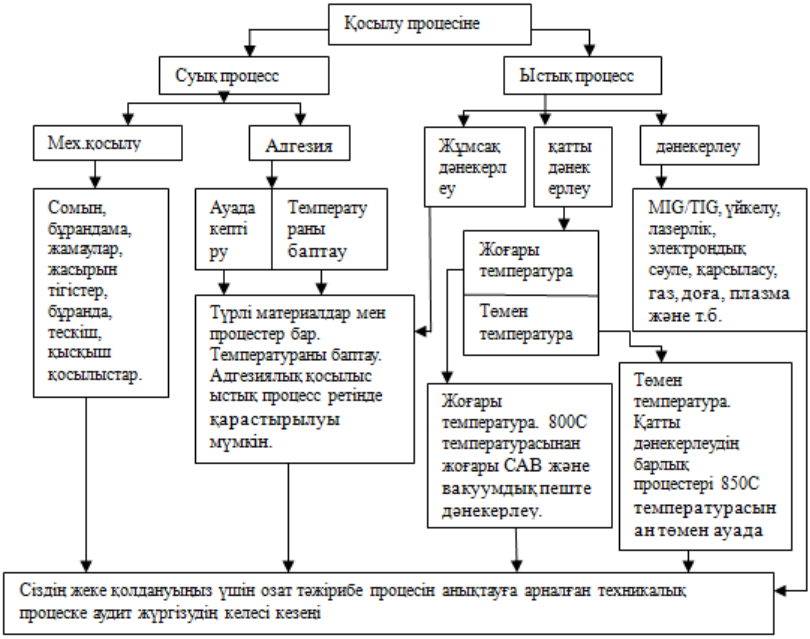
Сұрақ	Жауап	Салдары
Қосылыс бөлшектенбейтін болуы тиіс пе?	Иә	Механикалық біріктіру болмайды
	Жоқ	Барлық әдістер қолданылады
Қосылыс 150°С-дан жоғары температураларда сыналатын болады ма?	Иә	Жұмсақ дәнекерлеу болмайды
	Жоқ	Барлық әдістер қолданылады
Қосылыс пайдалану кезінде судың ықпалына түседі ме?	Иә	Адгезиялар лайық болмауы ықтимал
Қосылыс 300°С-дан жоғары температураларда сыналады ма?	Иә	Тек дәнекерлеу немесе дәнекерлеудің жабық процестерінің бірі ғана жарайды
	Жоқ	Барлық әдістер қолданылады
Негізгі материалдар бірдей болып табылады ма?	Иә	Барлық әдістер қолданылады
	Жоқ	Дәнекерлеу жоқ

2.1-кестеде ұсынылған формат бөліктердің жұмсақ дәнекерлеу, дәнекерлеу немесе адгезивтермен біріктірілмейтіні турасындағы бірқатар логикалық себептерді қамтитын барлық жағдайлардағы

маңызды сәтті бөліп көрсетуге арналады! Тәжірибе білімнен тұратыны анық, қай сұрақты қою керек, сондай-ақ осы тәжірибені дамытуға қажетті көрсеткіштерді осы кітаптан табуға болады.

2.2 Дәнекерлеу процестерінің қандай артықшылықтары бар?

Біріншіден және шындығында барлық біріктіру процестерінің ішіндегі әмбебабы қатты дәнекерлеу болып табылатынын нақты белгілеуге болады. Ол Шумерде, сондай-ақ мүмкін Мысырда 6000 жылдан астам уақыт бұрын алғаш рет қолданылған болатын. Біздің қолымыздағы заманауи технологияларға қарамастан, біздің дәуірімізден бұрынғы шамамен 1330 ж. Тутанхамонда жұмыс істеген Court зергерлері көрсеткен сапа деңгейіне және техникалық тәжірибеге әзер жақындайтынымыз қызықты жәйт. Олардың жетістіктерінің осы аспектісі адамның көне мысырлықтардың қол түтіктері мен ағаш көмірін қолдана отырып, жұмыс істегенін білгендіктен бұдан әрі керемет көрінеді!
Дәнекерлеудің тартымды ерекшелігі айтарлықтай жеңіл болуымен қамтылады, онымен ұқсас және алуан түрлі металдарды бір-біріне және металдан жасалмаған материалдардың кең спектрімен, мысалы,



2.1-сурет Біріктіру технологиясында қатты дәнекерлеу орны.

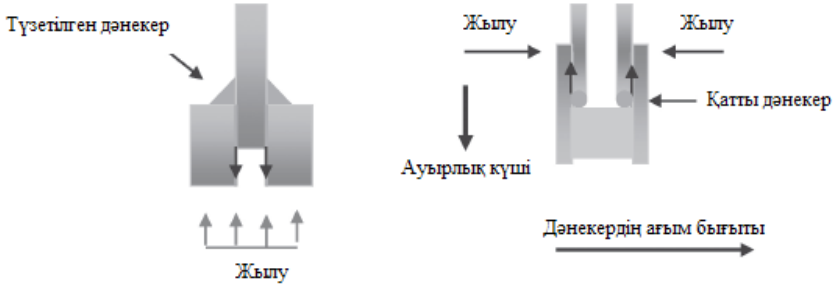
алюминий оксиді, кремний карбиті, БКН (бордың кубтық нитриді), сапфир, алмаз, ПКА (поликристалдық алмаз) және графиттермен біріктіруге болатынында.

Дұрыс жобаланған және дұрыс орындалған қосылыс жинақтың ең мықты тұсы болып табылады; ол герметикалық болады және вибрацияға және созу мен бұраудан болатын жүктемеге төзімді болады. Онымен қоса, белгілі бір қолдану үшін негізгі металды және дәнекерлеуді таңдау кезінде, алынған қосылыс тот басу ортасының кең спектрінің әсеріне қарсы тұратын болады, сондай-ақ төмен және жоғары температураларда өзінің тұтастығын сақтайды.

Аяқталған қосылыс осы айрықша қасиеттерді көрсететін болғандықтан, қатты дәнекерлеу металлургия өнеркәсібінің әрбір секторында қолданылады. Дегенмен, процестің ең тамаша ерекшелігі бұл артықшылықтардың барлығының келесі негізгі және қарапайым алты өлшемдерді қамтамасыз етуді ұйымастырушылардың барлығына бірдей қол жетімділігінде болуы ықтимал. Оларға төмендегілер жатады:

1. *Компоненттердің бір жерге біріктірілуі тиіс бөліктеріндегі химиялық таза беттері*
2. *Біріктіретін бөліктің қатты дәнекерлеу температурасына дейін біркелкі қыздыру*
3. *Қараудағы жұмысты дұрыс дәнекерлеу*
4. *Біріктіру процесінде қыздыру кезеңіндегі жұмыстарда оксидтік пленкаларды жоюдың неғұрлым қолайлы әдісі*
5. *Қосылыстағы сәйкес көлемдердегі саңылау*
6. *Қосылыстың ең салқын бөлігіне дәнекер салу*

Бұл кітапқа қатты дәнекерлеу технологиясында кеңінен қолданылатын терминдердің сөздігі енгізілген, сондай-ақ дәнекерлеуді біріктірудің



2.2-сурет Температуралық градиенттің әсерінен болатын қосылыс арқылы балқытылған дәнекерлеудің капиллярлық ағыны.

өнеркәсіптік процесі ретінде қолдану кезінде назарға алынуы тиіс жалпы қағидалар бойынша ұсыныстар беріледі. Бұл қағидалар дәнекерлеу кезінде қолданылатын рәсімдерін шешудің іргелі негізі болып табылатынын, сондай-ақ олар қатты дәнекерлеудің заманауи технологиясы болып табылатын бай түс кілеміне ажырамастай етіп тігістелген бірыңғай жіпті құрайтынын түсіну маңызды.

2.3. Негізгі ұғымдар мен қағидаттар

Дәнекерлі қосылыстарды сәтті өндіруде белгілі бір рөл атқаратын түрлі факторларды қарауға өтпес бұрын, анықтамасы берілуі тиіс, кеңінен қолданылатын бірқатар терминдерді қарап алуымыз керек, себебі олар дәнекерлеуге жататын барлық жарияланымдар да кеңінен қолданылады.
Қатты дәнекерлеу: Бұл 450°C және одан жоғары температурада, бірақ біріктірілетін материалдарды балқыту температурасынан төмен температурада орындалатын біріктіру процесі. Біріктіруді орындайтын дәнекерлеу, бөлігін капилляр құрайтын, қосылыстың бойындағы температураның градиенті болуына байланысты капиллярлық саңылауға тартылады. Бұл сипаттама жоғарыда аталған неғұрлым маңызды бес негізгі ереженің біреуін береді:
Аққыштықтың сәйкес деңгейі бар балқытылған қатты дәнекерлеу, капиллярлық қосылыстың ыстық бөліктерінің бағытымен ағатын болады, тіпті бұл ағынның бағыты ауырлық күшіне қарсы екенін білдірген жағдайда да! (2.2-суретті қараңыз).
Барлық негізгі ережелердегі сияқты, бұл жерде де ерекшеліктер бар! Қатты дәнекерлеу түрлі технологиялардың кең спектрін қамтитынын мойындау керек. Пуристтер үшін барлық мәселелер таза, және дәнекерлеу әлеміндегі ең үлкен келіспеушілікті қамтамасыз еткен нақты осы ерекшелік. Бір жағынан, дәнекерлеу бар, балқыту кезінде жоғары аққыштық қасиетін қамтиды, мыс осының тамаша мысалы болып табылады. Екінші жағынан, нөлдік аққыштықтағы материалдар бар, және оларды қолдану нәтижесі жергілікті балқыту әдістерімен шектеледі, керамиканы қатты дәнекерлеу осыған типтік мысал болып табылады. Сондықтан, дәнекерлеуді капиллярлық біріктіру процесімен сипаттау шерік қатушылық емес, және абсолюттік анық емес болып табылады.
Балқытылған дәнекерлеу қасиеттеріндегі бұл айырмашылықты, сондай-ақ оларды тәжірибелік қосымшаларда пайдалануға тигізетін әсерін, университеттік профессорлар көтеретін талқылаудың әлеуетті ұшы-қиыры жоқ бекеті ретінде ғана қарауға болар еді. Дегенмен, осы әдістің желісін қабылдаудан бас тартудың аса дәлелді біршама себептері

бар. Дәнекерлеудің беделді өнім берушілері қатты дәнекерлеу процесін пайдалану кезінде озық тәжірибені қамтамасыз етумен айқын ерекшеленеді. Нәтижесінде автор былай деп пайымдайды, қатты дәнекерлеудің барлық мамандары, дәнекерлеудің өнім берушілері технологияға жаңадан келушілерге жағдайдың бір ғана аспектісін ғана емес, жалпы көрініс қарастыру бойынша ұсыныстардың берілуін қамтамасыз ету міндеті жүктеледі. Қатты дәнекерлеу технологиясы біріктірудің қандай да бір нақты мәселесінің озық тәжірибесіне сай шешімді әзірлеу барысында ұсынылуы мүмкін, пайдалануға жарамды болуы ықтимал бастапқы металдардың, дәнекерлердің және қыздыру әдістерінің үлкен таңдауын қамтитынын түсіну жетістікке жетуде маңызды рөл атқарады. Осының нәтижесінде, осындай өзгеше жайғастырудың біршамасы басқалардан шамалы ғана немесе аса қатты ерекшеленетін сипаттамалардың арасында тауашалы мәртебеге ие болатынын анықтау қалыпты жағдай.

Балқытылған металл\Жылу\Қатты дәнекерлеу\Ауырлық күші\Дәнекер ағымының бағыты

Бұл жағдай инженерлерге технологияны үйретумен айналысатын адамдар үшін әлеуетті қиындық болып табылады. Дегенмен, тәжірибелі жаттықтырушылар белгілі бір қажеттікке сәйкес келмейтін амалдарды ескермейтін болса, студенттер үшін пайдасынан зияны артық қызмет көрсететіндерін біледі! Бұл барлығына түсінікті болуы тиіс, өйткені дәнекерлеу проблемасының сәтті шешімін табу әр кезде де іргелі міндет болып табылады. Белгілі бір рәсім негізінде шешімді қамтамасыз ететіні байқалады, ол өте маңызды фактор болып табылады, дегенмен шешім жиырмасыншы ғасырдың аяғындағы оқулықтан табылған шешімге сәйкес келмейді! Осыған байланысты, және теориялық ұғынысқа байланысы жоқ, алынған шешім іс жүзінде тәжірибеде қолданылады, ол талқылаудағы компоненттің ақырғы пайдаланушы сынақ олайлы болады, сондай-ақ кейбір оқулықтардағы қажеттігі қайта қаралатын болады. Нәтижесінде, жеңіл есілетін және жеңіл есілмейтін процестер арасында кейбір түйісу нүктелерін табу қажет екені түсінікті болады, бұл ретте оның дәнекерлеудің қолданыстағы процестерді кеңейтетінін ескеру керек.

Ағынның болуын немесе болмауын шешуші фактор ретінде қараудың қажеті жоқ екенін түсіну, бастау алатын нүкте болып табылуы ықтимал: былайша айтқанда капиллярлық дәнекерлеудің көптеген нұсқалары бар, ондағын айтарлықтай қысқарған, немесе толығымен жойылған. Мыса-

лы:
a. Аналық материалдардың, қоспа материалдардың және қыздыру процестерінің бірнеше комбинациялары бар, оларға балқытылған дәнекердің еркін ағынын сақтау оңай емес. Олар алюминийді әдістемелік пештерде азотпен дәнекерлеуден бастап кейбір авиациялық-ғарыштық ерітінділерді вакуумдық дәнекерде біріктіруге дейін құбылады. Оның шешімі пайда болуы мүмкін баяу ағында қосылысты жасау қажеттігі болмауы үшін алдын ала орналастыру болып табылады. Мысалы, 8.5-суретте көрсетілгендей, дәнекерлеудің көмегімен алюминий жалатылған дәнекер алюминий қоспаларынан әдістемелік пештерде әзірленген автомобильдік жылу алмастырушылардың өндірісінде қолдануға оңай қолжетімді болыпт абылады. Онымен қоса, зымыран-ғарыштық қозғалтқыштарда қолданылатын шығыс материалдарындағы қосылыстар, қосылыстың шектеріндегі никельдің негізіндегі ерітіндіден жасалған жоғары температуралық пасталардың көмегімен бақылануы мүмкін немесе паста немесе аморфтықпленка (кристалдық емес) қосылыста бекітілетіндей етіп дәнекерлеу қажет.
Зымыран-ғарыштық ерітінділер сияқты, қатты дәнекерлеуге арналған материал дапленканың жұқа белсенді керамикалық тік дәнекерлеудегі сияқты, сәттіліктің жоғары дәрежесіне қол жеткізіледі, бұл ретте, дәнекерлеу процесіндегі қосылыста пайда болатын ағынның көлемі миллиметрдің ұсақ үлестерінде өлшенеуі мүмкін!
b. Кейбір қоспа материалдарда сусымалы сипатқа ие қоспалар болады, өйткені олардың құрамдары эвтетикалық (Терминдердің сөздігін қараңыз) немесе эвтетикалық қажақын болып табылады, олардың сусымалы материалдарды жіберу жүйелерінің нүктесі кейбір қолданулар үшін қанағаттандырарлық механикалық қасиеттерді қамтымауы мүмкін. Мұндай жағдайларда балқытудың ұзақ интервалдары бар құрамдар қолданылады. Егер ағынның жолдарын кеңейтуді толтыру қажет болса, қоспа материалдардың осындай құрамдары ағынның төмендеуін көрсетіп қана қоймай, ликвацияға бейім болып табылады (Терминдердің сөздігін қараңыз). Сәйкес материалдардан болатын типтік үлгілер қорытпалармен ұсынылады, оларникельге ISO 17672/2010 Ni 600 және Ni 610 никельге сәйкес келеді (оларды газ турбиналарының ыстық сатысында компоненттерді дәнекерлеу кезінде қолданады).
c. Капиллярлық ағынға үлкен әсерін тигізетін тағы бір фактор интер-легирлеу дәрежесі болып табылады, ол жаңа қорытпаны қалыптастыру үшін жібіту процесінде балқытылған дәнекермен негізгі металл (металдар) арасындағы орын (яғни, бастапқы материалмен дәнекердің бөлігі дәнекерленеді). Интер-легирлеудің нәтижесі алынатын дәнекердің қаси-

еттерімен сипаттамалары тұрғысынан өте көп үміт күттіретін болғандықтан, бұл мәселе осы кітапта әрі қарай егжей-тегжейлі талқыланатын болады.

d. Нақты қосылыс үшін күміс дәнекерлерді пайдалану кезінде қорытпада қолданылатын күмістің қамтылуын төмендетудің айқын материалдық ынталары пайда болады. Материалдың бұл түрінде қолданылатын күмістің саны балқытылған құйынды ағынының қасиеттерін айтарлықтай өзгертеді. Нәтижесінде ағынның нақты қолдануға қажетті, сәйкес деңгейін қамтамасыз ететін, құрамында күміс бар материалды таңдау техникалық жағынанда, экономикалық жағынанда мақсатқа сай болып табылады. Қорытпаны таңдау кезінде оның құрамындағы күмістің санына қандай да бір шүбәсіз сүйену, қайкезде де жалған үнемдеушілік болып табылады!

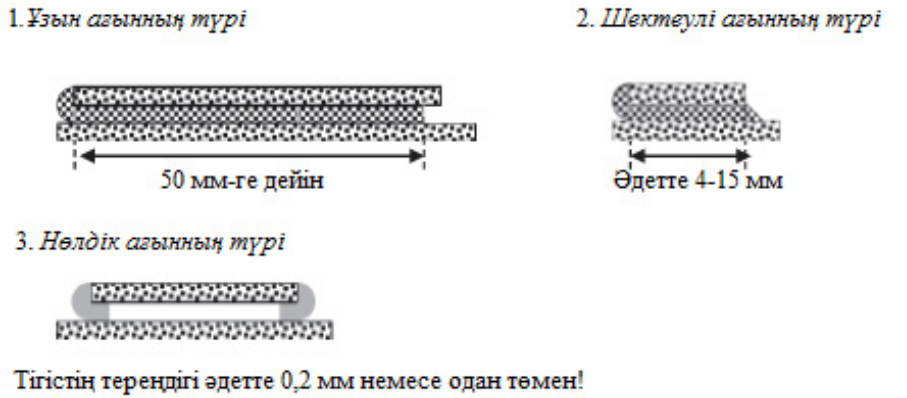
«d» мысалында ағынның дәрежесі басқа мысалдарға қарағанда жоғары болуы ықтимал, бірақ ол кәсіпқой қатты дәнекерлеудің ортодоксалдық (жалпымен танылған) түрін қолдану туралы айтатын, ағынды әдейі шектеудің үздіксіз спектрі бар екенін көрсету үшін ғана қолданылады.

Жоғарыда келтірілген абзацтан анық болғандай, баяу балқитын дәнекер көптеген басқада себептерге байланысты шектелуі мүмкін. Олардың ішінде:

• Қорытпаның сырт бейнесі
• Жабудың кейінгі процесіне ақталмаған араласуды болдырмау қажеттігі
• Саңылауды толтыру процесін жақсарту үшін

Осылайша, дөңгелек толық айналымды аяқтады!

Жоғарыда жазылғаннан дәнекерлеуді едәуір дәнекерлеу дәнекерлі қосылыстың мақсатына жету кезіндегі міндетті шарт емес екенін көреміз.



2.3-сурет Ағынның үш негізгі түрі қатты дәнекерлеу тәжірибесінде табылды.

Дегенмен, қолданылуы мүмкін кейбір басқа өлшемдерді ескеретін болсақ, бұл мәселе, әдеттегідей, инженерлердің басым бөлігін осы мәселенің техникалық мәнін түсінбеуіне әкеп соғады, сондай-ақ қатты дәнекерлеу арқылы жасағысы келетін қосылысқа тигізетін әсері де беймәлім. Дәнекерлеу ағынына қатысты келесі үш жағдайды дәнекерлеу технологиясының ажырамас бөлігі екенін мойындайтын уақыт келген шығар:

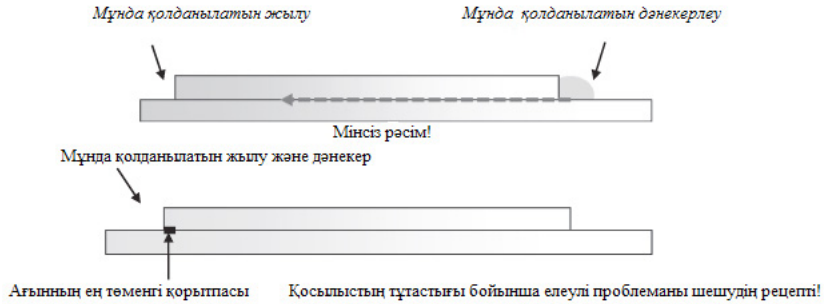
1. *Ұзын ағынмен дәнекерлеу,* бұл ретте айтарлықтай ұзын болуы мүмкін балқытылған дәнекердің капиллярлық ағынын тар саңылауға біріктіруді қалыптастыру.
2. *Шектеулі ағынмен дәнекерлеу,* бұл ретте капиллярлық жалғасу пайда болады, бірақ қоданылатын қатты дәнекерлеу рәсімінің техникалық сипаттамасы төмендейді.
3. *Нөлдік ағынмен дәнекерлеу,* бұл ретте капиллярлық рөл атқармайды немесе ұсақ рөл атқарады.

Жоғарыда сипатталған ұғымдар 2.3 және 2.4-суреттерде көрсетілген, және кейбір мысалдар 2.2-кестеде келтірілген.

2.2-КЕСТЕ

Ұзақ, орташа және нөлдік ағындағы қоспа материалдарының мысалдары

Түрі	Дәнекер ISO17672: 2010	Дәнекерлеу процесі	Ағынның стандартты қашықтығы
Ұзақ	Таза мыс	Қорғаушы атмосферада дәнекерлеу пештері	500 мм-ге дейін
	Cu 186	Қорғаушы атмосферада дәнекерлеу пештері	100 мм-ге дейін



2.4-Сурет Ұзақ ағынмен дәнекерлеуді қолдану негізгі талап болып табылатын қосылыста жылуды және дәнекерлеуді қолданудың жалпы ережесі.

	Cu 922	Қорғаушы атмосферада дәнекерлеу пештері	75 мм-ге дейін
	Ag 145-Ag 156	Ауа атмосферасындағы процестер	8-20 мм бірік-тіру аймағын-дағы жағдай-ларға байлаңы-сты
	Ag 205-Ag 212		
	AUжәнеPd-ға негізделген қорытпалардың көпшілігі		15 мм-ге дейін
Шектелген	Барлығы CuP	Ауа атмосферасындағы процестер	5-15 мм түйісу аймағындағы жағдайларға байланысты
	Төмендегі типтегі қорытпалар Ag		
	Cu 450-Cu 773		
	8% алюминий: жез		
Нөлдік	Белсенді қорытпалар Қатты дәнекерлеу	Вакуумдық пештер	0,1-0,2 мм
	Ni-ге негізделген кейбір қорытпалар	Вакуумдық пештер	0,1-0,2 мм

Осындай жағдайларда проблема шын мәнінде қосылыстарды жобалаушыға жалған нәтижелер беруі мүмкін, БІРАҚ жалған дәнекерлеу процесін емес! Егер сіз, оқырман, қазіргі уақытта осындай мәселеге тап болсаңыз, 8-тарауды оқыңыз.

2.4. Капиллярлық тарту және капиллярлық ағын

Дәнекерлеу процесі ауа атмосферасында басталған жағдайларда, қосылысты дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру кезінде қосылыспен жанасатын беттерінің тотығуы орын алатыны анық. Дегенмен, дәнекерлі қосылысты алудың негізгі талабы, қосылыс түйісу аймақтарының беттерінде ыстық дәнекерлеу мен жібітілуі тиіс.
Дәнекерлеумен жібітуді қамтамасыз ету үшін қосылыстың бетіне жанасатын жерлерден оксидтің қабатын алып тастау керек. Ауада дәнекерлеу кезінде, оксидті алып тастау флюсті қолдану арқылы мүмкін болады. Алайда, ауадағы кислород флюстің қабаты арқылы тарайтынын есте сақтау керек және материалдардың бетін дәнекерлегеннен кейін дереу көбірек оксид түзе бастайды. Осылайша, қатты дәнекерлеу про-

цесі кезінде оксидтің ағынын жою үздіксіз процесс болып табылады, ол дәнекер ағып шығып, негізгі материалдың бетін дымқылдатқанда ғана тоқтайды. Осылайша, ағындар тотығудың пайда болуының алдын алмайтыны анық болды, ол тек оксидті металл оксидін сіңіргенше көптеп ерітіп отырады, содан кейін өздерінің тазарту бойынша жұмысын тоқтатады. Бұл әсер оксиді бар флюске әкеп соғады, ол жұмыс барысында жанып кетеді, және дәнекерлеуді тоқтату кезінде ағып шығады.

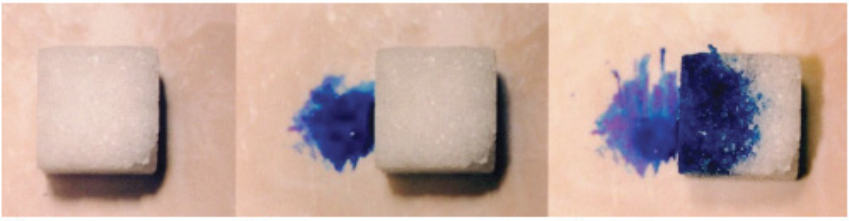
Ең жақсы нәтижелерді алу үшін флюс таңдалған дәнекердің солидусы температурасынан 50°С-қа төмен температурада балқытылуы тиіс және оның бетінде жұмыс істеу кезінде кездесетін, балқытылған дәнекер дымқылдатуы тиіс оксидтерді балқытуды бастауы тиіс. Ол белсенді күйінде қалуы тиіс және қоспа материалдың ликвидусынан жоқ дегенде 50°С-қа жоғары температурада оксидті ерітуші белсенділігін жалғастыруы керек. Флюстің белсенді әрекететуі мерзімі оған өзінің оксидті еріту бойынша жұмысын орындауына мүмкіндік береді, сондай-ақ дәнекерлеуді капиллярлық тарту күшімен қосылыс арқылы өткізу шамасына қарай, дәнекерді жібіту үшін химиялық таза беттерін қамтамасыз етеді. Дәнекерден шығатын ағын қосылыстан қолданылатын тұтас флюсті біртіндеп үрлеп шығарады және бұл қосылыстың максималды беріктігін қамтамасыз етеді. Капиллярлық тартудың, сондай-ақ байламды математиканың негізінде жатқан техникалық қағидалар айтарлықтай күрделі болып табылады және оларды егжей-тегжейлі талқылауды физика бойынша оқулықтарға қалдырған жөн! Дегенмен, капиллярлық тартудың шаблондық үлгісі көк сияның тамшы сынақ қантпен біріктіргендегі сияқты жол болып табылады, қант сияны сіңіріп алады, және аққесекті көк кесекке айналдырады! (2.5-суретті қараңыз).

Жоғарыда жазылғандай, балқытылған металдан келетін капиллярлық ағын дәнекерленетін негізгі материалды дымқылдату турасындағы осы материалдын қабілеттеріне тәуелді болады. Қатты зат сұйықтықпен дымқылданады, егер оның пленкасы толық ағып кетпесе, ауырлық күші сияқты күш сұйықтықтың басым бөлігін осы қатты материалдың бетінен ағып кетуге мәжбүрлейді.

Бұл жағдайлар сұйықтықтың молекулаларымен қатты заттың молекулалары арасында өзара ұқсастығы болған жағдайда ғана туындайтыны белгілі. Бұл тартылудың химиялық байланысқа қатынасы болуы міндетті емес, бірақ қандай да бір химиялық ұқсастық болуы тиіс. Капиллярлық тартылу жағдайындағы сияқты, дымқылдатудың техникалық аспектілеріде айтарлықтай күрделі болып табылады. Қарапайым орналасқан, алайда, балқытылған қатты дәнекерлеу басқа металдың ыстық және химиялық тұрғыдан таза бетімен жанасқан кезде, әдетте, балқы-

тылған металл біріктірілетін металлдың болмашы бөлігін еріте бастайтын жағдайлар болады. Егер осылай болатын болса, онда балқытылған қоспа материалы қатты металды дымқылдатты деп есептеледі. Шындығында, қатты дәнекерлеумен сәтті дәнекерлеген жағдайда, дәнекер үнемі негізгі металдың бөлігін ерітеді (2.6-суретті қараңыз).
1-тарауда айтылғандай, сулану дәрежесі сулаудың шеткі бұрышының көлеміне қатысты өлшенеді (1.2А-суретті қараңыз). Бұл сулау бұрышы кіші болған сайын, сулау дәрежесімен балқытылған дәнекердің ағу дәрежесі жақсарады деген белгілі факт. Дегенмен, сулау бұрышы ұлғайған сайын капиллярлық ағын азаятынын және 90°С-қа жеткенде толық тоқтайтынын атап өту керек!
Дәнекерлеудің көптеген процестерінде сулану өту үшін флюстер қосылыстардың бетін оскидсіз сақтауы тиіс.

Осыған дейін көргеніміздей, капиллярлық саңылау өте кішкентай болған жағдайларда, флюстің саңылауындағы оксидтік пленканы ерітуге жеткіліксіз болуы мүмкін. Баламасы ретінде, егер оны ерітетін болсақ, онда флюс балқытудың, жабысқақтық нүктелері интервалдарының қабілеттерін өзгертеді, ал беткейлік керу балқытылған дәнекердің жылжымалы алғышебі қосылыста қышқылданған флюсті ығыстыра алмайтындай өзгеруі мүмкін. Нақты осы себептен, флюс қолданылатын барлық жағдайларда, қосылыстағы саңылаудың көлемін қарау кезінде аса абай болу қажет. Тура осындай пікір қатты дәнекерлеудің негізгі ережелерінің бірін береді:
Егер дәнекерленген тігісті әзірлеу кезінде флюсті қолдану керек болса, тігістің толтырылатын саңылауы дәнекерлеудің тұтас процесс бойы әр кезде кем дегенде 0,05 мм (0,002 дюйма) болуы тиіс.
Дәнекерлеуді қалпына келтіру атмосферасында пеште орындау қажет болатын жағдайларда да ұқсас жағдай қалыптасты. Атмосфераның қал-



2.5-сурет Сияны қант кесегіне капиллярлық күш арқылы сіңіру сызбасы. (а) қант кесегі, б) кесек сиямен байланысты және (в) капиллярлықтың әсері.

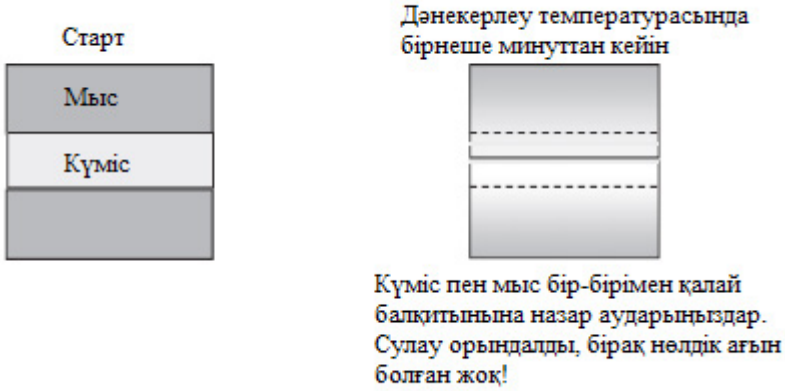
пына келтіруші компонент ретінде сутек қолданғанда, негізгі материалдардың бетінде оның және металл оксиді арасындағы реакция келесі теңдеумен көсетілуі мүмкін:

$$\text{Металл оксиді} + \text{сутек} \longrightarrow \text{Металл} + \text{Су}$$
$$MeO + H_2 \longleftarrow Me + H_2O$$

Көріп отырғанымыздай, бұл кері реакция және оның бағытын айқындайтын факторлардың бірі атмосферадағы су буының шамалас шоғырлануы. Пештің атмосферасындағы су буларының саны негізгі материалдағы оксидтер металдың бетінен химиялық қалпына келтіру арқылы жойылатындай етіп белгілі бір максималды деңгейге дейін бақылануы керек екенін түсіну маңызды.

Атмосфералық ауадағы су буының санын өлшеу осы атмосфераның конденсациясының температурасы ретінде сипатталады. Дегенмен, оқырмандар келесіні түсінуі керек, компоненттердің бетінен химиялық қалпына келтіру арқылы дәнекерленетін оксидтік қабатты жою үшін конденсация температурасының қажетті деңгейі компоненттегі әрбір металл элементінің жағдайында ерекше болады.

Онымен қоса, пешке жіберілетін ауа айтарлықтай құрғақ болуы тиіс, өйткені оксидтерді қанағаттанарлықтай қалпына келтіруі тиіс, металл оксидінің бетінде және атмосфералық ауа арасындағы пештегі су буын



2.6-сурет. Дәнекер негізгі материалды сулағанда болатын жалпы балқытуды қарапайым көрсету.

арттыру шекті деңгейден асып кетуі мүмкін, өйткені қалпына келтіру реакциясының заттарының бірі су буы болып табылады. Осындай жағдай әдетте қалпына келтіру реакциясының нәтижесінде құрылған қосымша су буы пештен тиімсіз (және тұрақты) болған жағдайда туындайды. Конструкциядағы қалпына келтіруші атмосфераға дәнекерленетін тігістің саңылауы ұзын және тар болған сайын, тігіс арқылы өтетін атмосфералық ағын соғұрлым қысқартылатын болады. Осы жағдайларда ең ықтималы ауадағы номиналдық құрғақ ауа тігістің бойындағы тотықты қалпына келтіру бойынша өз функциясын орындамайды, өйткені ол саңылау арқылы өтетін болады.

Қалпына келтіруші атмосферасы бар пеште дәнекерлеу техникалық және айтарлықтай күрделі процесс болып табылады және сондықтан оның негіздері неғұрлым егжей-тегжейлі 7-тарауда қаралады.

Осы тараудың жоғарғы жағында айтылғандай, ақиқат капиллярлық ағынға басты әсерін тигізетін фактор интер-легирлеу (дәнекерлеу) саны болып табылады, ол жаңа қорытпа (негізгі металл және дәнекер) қалыптастыру үшін сулау кезінде балқытылған дәнекер мен негізгі металл (металдар) арасында болады. Егер дәнекермен балқытылған металдар жаңа дәнекердің еріту нүктесін арттыратын болса, онда бұл жаңа қорытпаның балқыту нүктесі қатты дәнекерлеу операциясы орындалатын температурадан жоғары температураға дейін көтерілетінімен түсіндіріледі. Бұл жағдайларда дәнекер тоңазиды, ал қорытпаның ағымы дереу тоқтайды. *8,2-суретте көріп тұрғандай*, осы құбылыстың типтік мысалы қорытпада *88% алюминий -12% жез ара-қатынасындағы газ-жалын алюминиймен дәнекерлеу болып табылады.*

Балқытылған металдар дәнекерді балқыту нүктесін төмендетуге әкеп соғатын жағдай да пайда болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда, сондай-ақ қатты дәнекерлеу температурасы өзгеріссіз қалатын болғандықтан, дәнекердің аққыштығы артады. Бұл, өз кезегінде, негізгі металдың үлкен көлемдегі дәнекермен еруіне әкеп соғады. Бұл процесс айтарлықтай эрозияға, кейде бастапқы материалдың (материалдардың) дәнекерлеу тігістерінің осалдауына әкеп соғады.

Көріп отырғанымыздай, осы қасиеттердің кез келгені аса қажетсіз және туындауы ықтимал проблемаларды барынша төмендету үшін шаралар қабылдау қажет. Бұл құбылыстар айтарлықтай сирек, бірақ қоланы (мыс-қорғасын қорытпасы) күміс-мыс-мырышты қорытпамен дәнекерлеу айтарлықтай елеулі эрозияға әкеп соғуы мүмкін. Эвтетикалық күміс-мыс қорытпасы комегімен дәнекерленетін немесе алюминий, алюминий-кремний эвтетикасының көмегімен дәнекерлейтін кезде, дәнекердің мерзімінен бұрын қатып қалуының жоғары ықтималдылығын

қамтиды. 1-тараудан көріп отырғанымыздай, бұл мәселелердің шешімі қатты дәнекерлеу кезінде аса мұқият назар аударуды талап етеді, және қатты дәнекерлеу үшін әрі қарайғы іргелі ережені қамтамасыз етеді:
Егер шамадан тыс дәнекерлеу кезінде дәнекерлеудің уақыты мен температурасын қатаң бақылау мүмкін болмайтын жағдайда (интер-логирлеу) балқытылған дәнекер мен негізгі металл (металдар) арасында оның зиянды әсерін тігістегі саңылауды ұлғайту арқылы барынша төмендетуге болады, қату кезінде оны эрозия пайда болуы мүмкін жерлерде азайтуға болады.
Осыдан келе, тігісті аса қатты қыздырудың қажеті жоқ екені байқалады. Келесіні көрсету өте оңай, температура жоғары болған сайын, қорытынды дәнекерлеудің (интер-логирлеу) саны арта түседі. Дәнекерлеу (интер-логирлеу) дәнекердің уақытынан бұрын қатып қалуына немесе негізгі материалдың эрозиясына әкеп соғуы мүмкін болғандықтан, тігісті қатты қыздырып жіберу қолдағы нәтижеден айтарлықтай нашар нәтиже беруі мүмкін! Кейбір жағдайларда қатты қыздырудың әрі қарайғы және әлеуеттік катастрофалық салдары болуы мүмкін: *бастапқы металл балқи бастайды!*
Жоғарыда аталған өлшемдердің барлығының маңызы зор, бірақ олар жеке қаралмауы және іске қосылмауы тиіс; олар нақты жұмыс бойынша заманауи тәжірибенің неғұрлым мықты нәтижелерін әзірлеу үшін іске асырылатын жобаны жалпы және тұтас техникалық бағалаудың ажырамас бөлігі ретінде қаралуы тиіс.

2.5 Солидус, ликвидус температурасы, балқыту нүктелерінің аралығы және эвтектика

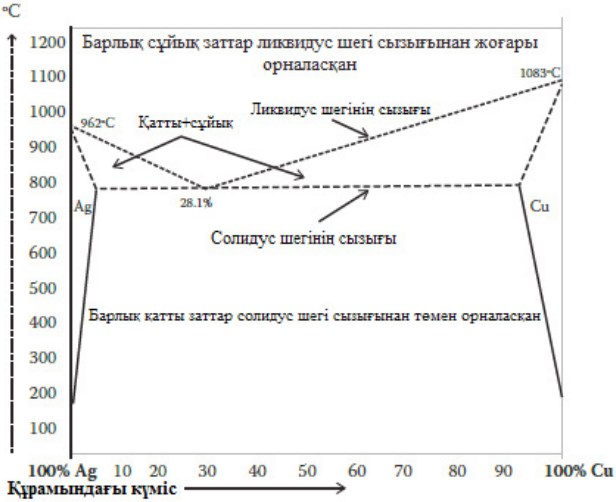
Көптеген жағдайларда қатты дәнекерлеу материалдарын балқытудың ортақ температурасы болмайды, олар белгілі бір температуралық диапазонда балқытылады. Осыған сәйкес дәнекер қосылысты орындайтын температура оны балқыту температурасынан жоғары болуы тиіс.
Дәнекер балқи бастайтын температура солидус температурасы деп аталады, ал ол толық балқитын температура ликвидус деп аталады. Солидус пен ликвидус арасындағы температуралардың айырмасы балқудың немесе созылымдылықтың интервалы деп аталады. Сирек жағдайда, солидус пен ликвидустың температурасы сәйкес келгенде дәнекердің балқу температурасы 0ºС-қа тең.

Металл қоспаларын құру кезінде дәнекерлеу технологияларын қолдану және осындай металл эвтетика деп аталады. Дәнекерле-

удің заманауи технологиляранидағы дәнекерлеудің эвтетикалық қоспаларының неғұрлым танымал түрлерінің бірі келесі қорытпадан тұрады, 71,9% күміс және 28,1% мыс және қорытпалардың мынадай температурасына ие - 778ºС (2.7-суретті қараңыз).

2.6 Жұмыс температурасы

Осыған дейін жазылғандай, қатты дәнекерді солидус температурасына дейін қыздырған кезде ол балқи бастайды. Температура жоғарылаған сайын, қорытпа 100% балқиды және сұйық күйге өтеді. Қорытпаның сұйық күйге ауысу температурасы заттың ликвидус температурасы деп аталады. Осылайша, материалды балқыту интервалы кезеңінде, температура жоғарылаған сайын, сұйық фазаның айтарлықтай бөлігі қаттыға қарағанда арта түседі, бұл ретте қорытпаның аққыштығы да артады. Аталмыш тұжырым 2.8-суретте көрсетілген.
Дәнекерлі қосылыстарды орындау үшін дәнекердің қоспа материалы капиллярлық саңылауларға түсетіндей сұйық болуы керек. Қорытпалардың көпшілігінде шамалас сұйықтай аққыштығы нүктесіне көптеген жағдайда ликвидустан төмен, бірақ солидустан жоғары температурада қол жеткізіледі. Осындай температураның нүктесі қорытпаның жұмыс температурасы деп аталады.



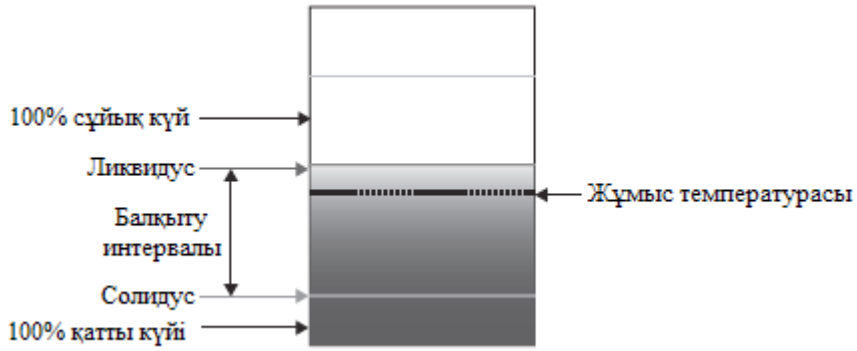
2.7-сурет Жоғарыда бейнеленген мыс-күміс дәнекерлеу жүйесі солидус, ликвидус, эвтетика және балқу интервалы ұғымдарының арасындағы өзара қарым-қатынастарды көрсетеді.

Жұмыс температурасын қолданудың неғұрлым анық мысалы мыс-күміс-фосфорлық қорытпалардың жүйесі болып табылатын шығар. CuP284 кезінде ISO17672–2010-ға сәйкес, 15% фосфорлық қорытпа, 80% күміс және 5% мыспенсолидус температурасы - 645 ºС және ликвидус температурасы - 800ºС болады. Дегенмен, қоспаны тиімді пісіру үшін қорытпаның сұйықтай аққыштығының жеткілікті температурасы 700ºС-ды құрайды. Дәнекердің аталмыш жүйесі өз құрамында ISO17672–2010 стандартына сәйкес, CuP286 эфтетикасын қамтиды. Эвтетикалық материалдың құрамы: фосфор 17,75%, күміс 75%, мыс 7,25% және 644ºС температурасында балқытудың бірыңғай нүктесін қамтиды.

2.7 Қорыту

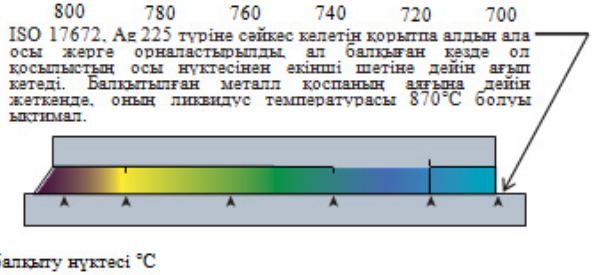
Дәнекердің қоспа материалдары ретінде қолданылатын қорытпалардың көпшілігінің балқытудың бірыңғай нүктесі болмағаны себепті, мұқият болмаса көптеген проблемаларды туғызуы мүмкін. Бұл көбінесе дәнекердің таңдалған материалы балқытудың ұзақ интервалын қамтығанда орын алады.

Осындай жағдайда ол түйіскен жердің аузында дайындамамен ауыстырылады және қыздырудың біршама баяу жылдамдығына түсіріледі. Бұл ретте, компонентті қыздыру уақыты және осыған сәйкес, қатты дәнекерлеу материалын қыздыру уақыты, сондай-ақ қорытпаны балқыту интервалының кезеңі артуы мүмкін. Көбінесе нақты осы фактор 100% қорытпамен толтыру кезіндегі дәнекерлі қоспаларды орындау кезінде қиындықтарды туындатуға әкеп соғады.
2.8-суретте көрсетілгендей, балқыту интервалы бар кез келген қорытпа,



2.8-сурет Жұмыс температурасын анықтауды суретпен сипаттау.

солидус температурасынан ликвидусқа жеткенге дейін қорытпаны қыздыру шамасына қарай қатты күйден *біртіндеп* сұйық күйге ауысады.
Өкінішке орай, осыған дейін айтылғандай, қорытпаның құрамына кіретін әрбір қатты және сұйық компоненттің химиялық құрамы бөлме температурасындағы дәнекердің номиналдық құрамынан айтарлықатй ерекшеленетін созылымдылық интервалын қамтиды. Бұл фактор балқыту процесінде айтарлықтай проблемаларды туындатады.
ISO17672–2010–Ag225 сәйкес және 700–790°C балқыту интервалын қамтитын материалы бар қорытпа балқи бастаған жағдайда, қорытпаның балқытылған бөлігі өз құрамында қатты компонентпен салыстырғанда көбірек күміс мен мырышты қамтиды. Осыған сәйкес, қорытпаның қатты күйдегі бөлігі жезге бай дегенді білдіреді. Дәнекердің капиллярлық саңылаудың аузымен жанасқан кезде оның сұйық құрамы саңылауды толтырады және *қалған қатты металдың денесінен бөлініп шығады!* Осыған байланысты, қалған қатты бөлігі өзінің балқытудың төмен нүктесін қамтитын бөліктерінің айтарлықтай бөлігін жоғалтатыны және оның ликвидус температурасы *790°C*-дан аспайтыны белгілі болады.Бұл феномен 2.9-суретте көрсетілген. Балқыту температурасы, және осыған сәйкес, қорытпаның химиялық құрамы қоспаның бір шетінен екінші шетіне дейін өзгеретінін айту маңызды! (Сондай-ақ, аталмыш өлшем өлшеуге ЖАТПАЙТЫНЫН атап өту керек).
Қорытпаның қалған қатты бөлігін балқыту үшін ол бастапқы материалдың ликвидус температурасынан неғұрлым жоғары температураға дейін қыздырылуы тиіс (кейбір жағдайларда айтарлықтай жоғары температураға дейін). Осындай құбылыс балқыту деп аталады.
Бұл феномен біз үшін дәнекерлеудің тағы бір ережесін құрайды:
Дәнекерлеуге алдын ала орналастырылған қорытпаны пайдалану үшін, қыздырудың баяу жылдамдығын қолдану ұсынылады (мысалы, пешпен дәнекерлеу немесе егер дәнекерленетін бөліктер ауыр болса). Аталмыш жағдайда балқыту процесінің туындауы дәнекерлеудің тұтас процесінде



2.9-сурет Қоспада қорытпаның құрамын балқытудың нәтижесі

әлеуетті қауіп төндіруі ықтимал. Аталмыш мәселені болдырмау үшін, балқытудың қысқа немесе нөлдік интервалы бар баяу балқитын дәнекерді қолдану қажет. Сондай-ақ, таңдалған қорытпаны біріктірілетін компоненттерді жинау процесіне орналастыруға болады.

2.8 Технологиялық терезе

Қоспаға жылуды әкелу бірнеше әр түрлі әдістермен іске асырылуы мүмкін, бірақ ол қыздырудың қолданылатын әдісіне тәуелді болмайды, *қыздырудың дұрыс жүйесін әзірлеу берік дәнекерлі қосылысты өндіруге қойылатын негізгі талап болып табылады.* Қоспада қажетті температуралық градиентті анықтау тұтас қосылыстың *бақыланатын қыздырылуын* қолдануды талап етеді; бұл ретте негізгі мақсаты қосылыстың барлық бөліктері қолданылатын қоспа материалдың кем дегенде жұмыс температурасына жетуін қамтамасыз ету болып табылады.
Термограмма. Жеңілін айтқанда, қосылыс екі жеке бөліктен тұрады:

1. Монтаждалатын бөлшектердің беттері – қосылысқа қатысты сыртқы жағында
2. *Қосылыстың* ішкі бөлігі

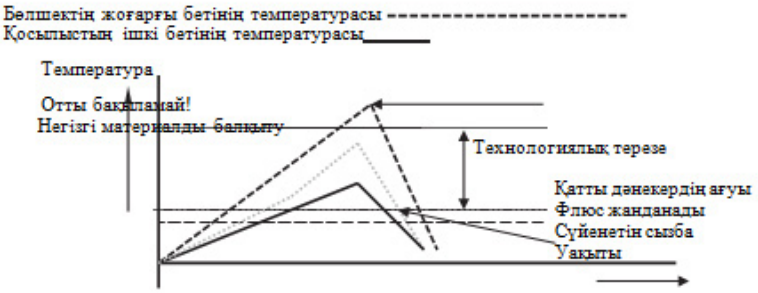
Индукциялық қыздыруды қолданудың сирек жағдайларын, сондай-ақ түйіспелік электрлі қыздырудың одан да сирек жағдайларын қоспағанда (6-тарауды қараңыз), бөліктерді қажетті температураға дейін қыздыру үшін дәнекерлеу процесінде жылудың сыртқы көздерін неғұрлым жиі қолданады. Жылудың сыртқы көздерін бөлшектерді қыздыру үшін қолданғанда, олардың сыртқы беті ішкіге қарағанда жылдам қызатыны қалыпты жағдай. Қосылыстың ішкі бөлігін қыздыру кезеңі бірқатар факторларға тәуелді болады, олардың маңыздылары мыналар:

- Компоненттердің салмағы
- Қолданылатын қыздыру көзінің қуаты
- Қосылатын материалдардың *жылу өткізгіштігі*

Басқаша айтқанда, бөлшектің температурасының арту жылдамдығы оның бөліктеріне қыздыру көзінен жылуды беру жылдамдығымен тікелей байланысты. Бұл ұғым 5-тарауда неғұрлым егжей-тегжейлі сипатталған.
Осы негізгі өлшемдерді зерделеу дәнекерлеу кезіндегі алтын ережеге тіреледі:
Дәнекерлеу процесінде бөлшек өзі жасалған материалдың қызу жылдамдығы бойынша ғана қыздырылады және жылуды қыздыру нүктесі-

нен шығара алады. Материалға қарағанда жоғары температураны қолдану кезінде, бөлшек қыздыру нүктесінде БАЛҚИ бастайды.
Бұл дәнекерлі тігістерді жасау кезінде қажет болып табылады, алайда, дәнекерлеу кезінде негізгі материалды балқытуға жол бермеу керек. Кейбір жағдайларда негізгі материалды балқытудың жергілікті нүктелерін құру үшін қажет болуы мүмкін.
Нақты осы ой қосылысты біркелкі қыздыруды қолданудың қажеттігін көрсетеді. Осындай жолмен қосылысты қатты қыздырып жіберудің немесе жеткіліксіз қыздырудың алдын алуға болады. Осы факторлардың екеуі де қосылыстарды дәнекердеу процесіне теріс әсерін тигізуі мүмкін. Қоспа материал балқып, қосылыс бойынша аққан кезде, қыздыру тоқтайды және компонент суытыла бастайды. Сипатталған типтегі дәнекерлеудің стандарттық циклі 2.10-суретте көрсетілген. Диаграмманы зерделеуге жұмсалған бірнеше минут Металл қосылыстарын жасау кезінде дәнекерлеу технологиясын пайдалану

Қатты дәнекерлеу арқылы орындалған температуралық қосылыстың жалпы профилін көрсету. Аса қуатты қыздыру элементін қолдана отырып, бөлшекті оңай қыздырып жіберуге болатынын, сондай-ақ осының қандай салдары болатынын көрсетеді. Бұл құрал дәнекерлеу процесінде қыздыру кезеңінде температураның деңгейін қатаң бақылаудың іргелі қажеттігін бөліп көрсетуге бағытталған.
2.10-сурет дәнекерлеу үшін қыздыру сызбасының ортақ жағдайын суреттейді. Қоспа материалдың кейбір түрлерінде, мысалы, мыс, латунь, қола мен болатты өзара немесе күміс қорытпаларының төмен температуралы дәнекерлерін қолдана отырып, басқа материалдармен қатты дәнекерлек кезінде, технологиялық терезенің магнитудасы 250°С және одан жоғары болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда қоспаның бөліктерін нақты температуралық бақылау ұнамды, бірақ міндетті емес. Алайда,



2.10-сурет

алюминийді дәнекерлеу кезінде технологиялық терезенің температурасы ешқашан 70°С жоғары көтерілмейді, ал кейбір жағдайларда 40°С болады. Нақты осы жағдай алюминийді газ-жалынды қол жанарғының көмегімен дәнекерлеуді айтарлықтай күйзелісті рәсімге айналдырады. ТОсыны жасауға болатыны турасындағы факт күмән туғызбайды, алайда оператордың қолының ебі мен асқан шеберлігін қажет етеді.
Аталмыш фактілер қолданылатын компоненттердің температурасын тиімді бақылауды қамтамасыз ете отырып қатты дәнекерлеу алюминийді және құрамында алюминий бар қорытпаларды дәнекерлеу процесінде әрдайым қалаулы деген қорытынды жасауға әкеп соғады. Бұл техникалық ерекшеліктер алюминийді және оның қосылыстарын атомферасы реттелетін пештерде дәнекерлеу кезінде кеңінен қолдануды, сондай-ақ күрделіліктің түрлі деңгейлеріндегі газ-жалынды дәнекерлеудің механикалық жүйелерін түсіндіреді. Сондай-ақ, бұл алюминийден жасалған компоненттерді қолдана отырып, автоматтық режимде дәнекерлеуге келетін қосылыстарды құрудың қажеттігін бөліп көрсетеді.
Бұл аспект те қатты дәнекерлеу процесінде қыздыруды орындау кезіндегі екінші алтын ережені тұжырымдауға әкеп соғады:
Қатты дәнекерлеуге қыздыру әдісін таңдау кезінде неғұрлым қарқынды қыздыру көзін қолданудың қажеті жоқ!

Бұл ереже газ-жалынды дәнекерлеуде ерекше дұрыс болып табылады.

2.9 Термограмма жасау

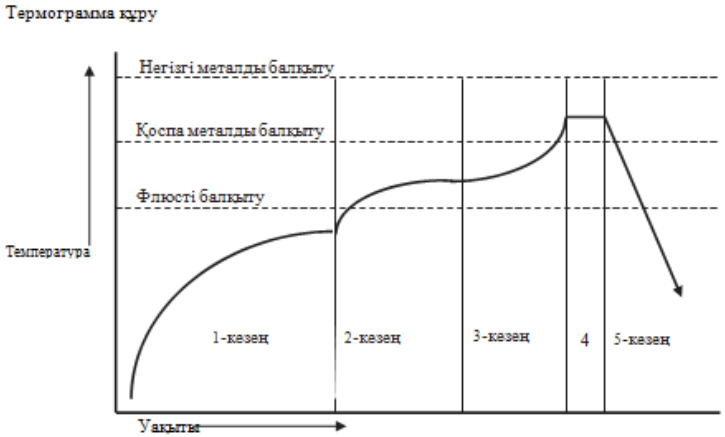
2.9-суреттен түсінікті болғандай, белгілі бір бөлшектерді қатты дәнекерлеу процесіндегі неғұрлым маңызды құраушысы дұрыс термограмма құрудағы негізгі қажеттілік болып табылады. Осының есебінен қорытпа мен флюс ағып бару керек жерге қажетті уақытта баратынына кепілдік беруге болады! Әдетте, бұл бөлшектің түрлі нүктелерінде дәнекерлеу процесінде температуралардың деңгейінде елеулі айырмашылық бар екенін білдіреді. Дәнекерлеудің автоматты процесін қолдану кезінде, бұған топтарға біріктірілген бірқатар жанарғыларды қолдану арқылы қол жеткізіледі, бұл ретте әр топ жеке бақылауда болады. Бұл құрылғы бір жанарғылардың басқалары өшіп тұрғанда жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Аталмыш әдісті қыздырудың әр түрлі кезеңдерінде қыздыру уақытын өзгерістерімен қатар қолдана отырып, компоненттегі температураларды бөлудің мінсіз профилін жасау айтарлықтай жеңіл болады. Ашық ауада дәнекерлеудің барлық түрлеріне лайық келетін мінсіз профиль, механизмдердің көмегімен немесе қолмен орындалатынына қара-

мастан, 2.11-суретте көрсетілген.
Келесі бөлімдерде 2.11-суретте көрсетілген әрбір кезеңде орындалуы тиіс іс-қимылдар суреттеледі.

1-кезең. Бөлшек суық болып тұрғанда, материалды айтарлықтай жоғары температураға дейін қыздыруға болады. Дегенмен, аталмыш кезең аяқталар сәтке қарай жылу сіңуі тиіс. Бөлшектердің салмағына қарай қыздыру процесін тоқтату қажеттігі туындауы мүмкін, бұл ретте жылуды материалдан қосылыстың ішкі беттеріне максималды өткізуді қамтамасыз ету үшін оны сіңіруге мүмкіндік беріледі. Автоматтандырылған дәнекерлеу жүйесін қолдану кезінде бұл нәтижеге машинаның көрсеткіші басқа кезеңге өту туралы хабарламастан бұрын, бірнеше жанарғыны бақылаушы жанарғы ретінде бірнеше секунд қолдану арқылы қол жеткізілуі мүмкін. Қолмен дәнекерлеу жағдайында температураға қосылыстың тұтас беті бойынша түзу тарауына мүмкіндік беру үшін компонентті қыздыруды тоқтататын мезгілді оператордың тәжірибесі көрсетіп береді.

Ескертпе: флюс дәнекерлеу процесінің аталмыш бастапқы сатысында балқымауы тиіс.

2-кезең. Қосылыстың бөліктерінде негізгі температураны орнатқаннан кейін олардың температурасы біртіндеп флюсті балқыту нүктесінің температурасынан сәл көтеріле бастайды. Осыған дейін айтылғандай,



2.11-сурет Ашық ауада қатты дәнекерлеу процесін жүргізу үшін мінсіз температуралық профиль

балқытылған флюс сұйық күйге өтіп, қосылыстың жанасатын беттеріне аққанша біршама уақыт қажет.
3-кезең. Егер қолданылатын қоспа материал қорытпаны әзірлеу үшін қолданылатын болса, флюс өз жұмысын бастайтын уақытта, материалдың температурасын барлық бөліктердің жылу өткізгіштігі балқытуды және қоспаны орындауға арналған қорытпаны төмендетуге қажетті деңгейге дейін көтеру керек.
Дегенмен, қоспа материалды беру әдісі ретінде қолданылатын сым темір түріндегі қатты дәнекерді автоматты түрде беру кезінде, компоненттер қоспа материалды оны қосылыстың аузына орналастыру кезінде компоненттен жылу өткізгіштігі арқылы балқыту үшін айтарлықтай ыстық болуы тиіс, бірақ ешқашан қосылыстың аузына бағытталған, жанарғының көмегімен салынатын сым темірді тікелеу балқытпау керек.
4-кезең. Ауырлық нүктесінен жоғары температураны бірнеше секунд ұстап тұру. Бұл дәнекердің қосылыстың тұтас беті бойынша тарауына қажетті уақытты қамтамасыз етеді.
5-кезең. Суытылу!

2.10 Рәсімдер

Осы тараудың басында барлық талаптарға сай келетін дәнекерлеу нәтижесін қамтамасыз етуі мүмкін алты іргелі ереже ғана бар екендігі туралы айтылған болатын. Қысқаша, олар келесіні құрайды:
1. Сізге бөлшектерді тазарту керек
2. Сізге температураны мұқият бақылауды сақтау керек
3. Сізге дұрыс қоспа материалды таңдау керек
4. Сізге жұмыс процесінде оксидтік қабықшаны алуға арналған құрал керек
5. Сізге жұмыс бетінің дұрыс көлемін анықтау керек
6. Сізге жұмыс барысында температуралардың дұрыс градиентін сақтау керек

Бөлшектерді тазартудан басқа барлық ережелер алдынғы тарауларда сипатталған болатын. Бұл тарауда біз компоненттерді тазарту рәсімі туралы егжей-тегжейлі айтып береміз.

2.11 Компоненттің бетін тазалау

Материал сұйық күйге өту және негізгі материалдың беті бойынша тарауы үшін аталмыш беттің таза болуы қажет. Осыған байланысты, мін-

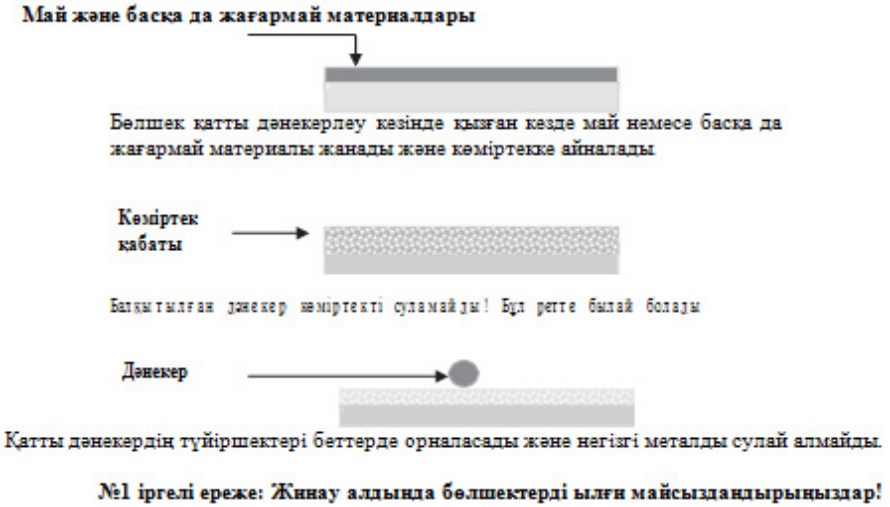
детті қойылуды қажет ететін бірінші сұрақ - "Сіз таза сөзінің астарында нені түсінесіз?"
Бұл сұрақтың барлық ықтималды жағдайларды қанағаттандыратын жауабы жоқ, дегенмен оксидтік қабаттың, бөтен ластанудың және әрине май мен жағармайдан таза болғанда бетті таза деп санау ережеге айналған.

Металл қосылыстарын жасау кезінде дәнекерлеу технологиясын пайдалану.

Дәнекерлеудің жақсы нәтижесін қамтамасыз етуге болатын беті. Май және жағармай материалдары, әдетте, компонентті органикалық еріткішке салғанда немесе жуғанда жақсы кетеді. Бұл міндетті орындамау 2.12-суретте бейнеленген нәтижені қамтамасыз етеді.
Компоненттің беті майдан және жанармай материалдарынан алдын ала тазартылғанына көз жеткізу айтарлықтай оңай екенінен күмән жоқ. Дегенмен, күміс, алтын және платина тобындағы металдарды, сондай-ақ олардың қорытпаларын қоспағанда, барлық металдардың бөлме температурасында бетінде оксидтік пленкасы болады. Металдық сұйық күйге өтуі және оның бетіне ағуы кезінде оксидтік пленка болмауы тиіс. Ашық ауада қыздыру кезінде, негізгі металдың температурасын көтеру процесінде, оксидтік қабат одан да жуандай түседі. Бұл оксидтерді тазалау және дәнекерлеудің сенімді нәтижесін қамтамасыз ету үшін арнайы құралдарды қолдану қажет екені түсінікті болады. Жеңіл балқитын флюс, қалпына келтіруші және инерттік атмосфера, вакуум немее осы факторлардың бірнешеуінің үйлесімі осындай құрал бола алады. Осы рәсімдерді орындау технологиясы бұл кітаптың басқа тарауларында қаралатын сұрақтар болып табылады.
Қосылысты орындауға арналған балқытылған қоспа материалынан дымқыл болуы тиіс, қосылыстан бөтен лас немесе жабысқақ заттарды толық жоюды қамтамасыз ету үшін құм ағынмен өңдеу сияқты бетті механикалық өңдеу құралдарын пайдалану ұсынылады. Дегенмен, атап өтетін жағдай, құм ағынмен өңдеуді қолдану осы әдісті қолданудың пайдасына қарағанда зиянын көптеп тигізуі мүмкін.
Баяу балқитын оксидтерді абразивтік материал ретінде қолданудың маңыздылығын асыра бағалап жіберу мүмкін (мысалы, алюминий және/немесе кремний). Бұл ағынмен өңдеу операциясы кезінде онсыз да ауыр, аталмыш материалдар, тазартылатын материалдың бетінде қалып қою қаупі бар. Бұл ретте аталмыш бетті балқытылған дәнекермен кейіннен сулау процесі оның пайда болуын мүмкін етпейтіндей күйге дейін айтарлықтай бұзылуы мүмкін! Бұл алюминий оксиді де, кремний диоксиді

де флюспен, сондай-ақ қорғаушы атмосферада және вакуумдық пеште дәнекерлеу процесінде қолданылатын қоспа материалдарының көбімен үйлестіріп жұмыс істейтін қарапайым дәнекермен дымқылдануу мүмкін. Нәтижесінде, сенімсіз қосындыны алу ықтималдылығы жоғарылайды. Құм ағынымен өңдеу әдісін қолдану қажет болған жағдайда, абразивтік материал ретінде болат үгінділерін немесе вольфрам-карбиттік құмды қолдану керек. Аталмыш материалдар ең жақсы абразивтік заттар болып табылады.

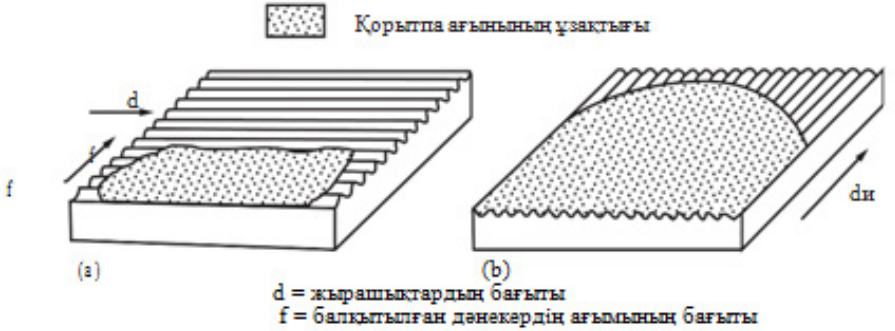
Қолданылатын материалға қарамастан құм ағынымен өңдеу үшін аталмыш өңдеуді абразивтік заттар балқытылған қоспа материалмен сыртқы бөлігінен суланатын материалдың бетімен бағытталатындай етіп жасау қажет. Аталмыш жағдайдың себебі 2.13-суретте көрсетілген. Ағынды біркелкі бөлудің күмәнсіз оң нәтижесіне қосымша ретінде, оның бағыттылығы бөлшектердің төсеме-материалдың бетіне жабысу тәуекелін төмендете алады. Сондай-ақ, абразивтік бөлшектердің көлемін ескеру керек, ол 40–360μm диапазонына кіруі тиіс.
Бұл екі қарапайым мысал түрлі өндірістік жағдайларда түрлі мағынасы болуы мүмкін екенін көрсетеді. Әдетте, дәнекерлеу операциясын бастар алдында қосылыс аймағынан қақтың, лайдың және майдың шамадан тыс көлемін алып тастауды қамтамасыз ету жеткілікті.



2.12-сурет Майдың балқытылған қоспа материалын сулауға және ағынына әсері.

2.12 Қысқаша қорытындылар: Дұрыс дәнекерлеу жұмыстарын жүргізудің негізгі ережелері

1. Балқытылған қоспа материалымен суланатын бет таза болуы керек.
2. Қосылыстың екі бөлігі де дәнекерлеудің бірдей температурасына дейін қыздырылуы тиіс.
3. Қосылыстарды құру кезінде лайықты қоспа материалын және флюсті қолдану маңызды.
4. Таңдалған қоспа материалын қолдану үшін тігістің толтырылатын саңылауы сәйкес көлемде болғаны аса маңызды.
5. Қатты дәнекерлеу температурасына қол жеткізу үшін тігістің соңғы нүктесі болып табылатын қоспа материалын беруді қамтамасыз етуге ерекше назар аудару қажет.
6. Балқытылған қатты дәнекерлеу аққыштықтың елеулі дәрежесін қамтиды және әрдайым қозғалыс ауырлық күшіне қайшы келетін болса да, капиллярлық қосылыстың ең ыстық нүктесіне бағытталатын болады.
7. Егер дәнекерлі қосылысты өндіру үшін флюс қолданылатын болса, аталмыш қосылыстың саңылауы дәнекерлеу циклінің кез келген кезеңінде 0,05 мм (0,002 дюйм) кем болмауы тиіс.
8. Егер балқытылған қоспа материал мен негізгі металл (металдар) арасында шамадан тыс балқу орын алатын болса, онда дәнекерлеу уақыты мен температурасын қатаң реттеу арқылы бақыланатын болады, оның теріс әсерін тігістің саңылауын кеңейту және материалдарды кейіннен салқындату арқылы төмендетуге болады, немесе бетінде эрозияның пайда болуы ықтималдылығын төмендету арқылы қол жеткізуге болады.
9. Алдын ала орнатылған қорытпамен дәнекерлеу кезінде қыздырудың жылдамдығы баяу болғанда, ең қолайлысы болуы мүмкін (мысалы, кат-



2.13-сурет Беттердегі жырашықтардың бағытын таңдау кезінде қоспа материалдың ағынымен материалды сулауға әсері.

ты дәнекерлеумен пеште дәнекерлегенде немесе бөлшектердің салмағы үлкен болғанда), балқыту процесінің пайда болуы оң нәтиженің әлеуетті қаупі болуы мүмкін. Осы мәселенің пайда болуын болдырмау үшін балқытудың аса қысқа немесе нөлдік интервалы бар қатты дәнекер үшін қорытпаны пайдалану немесе қоспа материалды қосылыстың ішіне орналастыру қажет.
10. Дәнекерлеу процесінде, бөлшек оны әзірлеудің негізгі материалы жылуды жылыту нүктесінен босата алатын жылдамдықта ғана қыздырылуы керек. Қыздыру нүктесіне негізгі материалдан гөрі көбірек жылу түссе, он балқитын болады.
11. Дәнекерлі қосылыстарды орындау үшін қыздыру әдісін таңдау кезінде қыздырудың ең қуатты көзін қолдану қажетті әр кезде туындай бермейді.
… және ақырында!
12. Егер сізге проблеманы шеші үшін қолданған әдістердің ешқайсысы көмектеспесе, онда келесіні еске сақтау қажет:

Алға жылжудың алдында өте жиі Тоқтау және Артқа қарай, Негіздерге оралу қажет...және нақты неге қол жеткізгіңіз келетінін ойлану қажет! Сонда, сонда ғана сізде алға... жұмысты Сәтті Аяқтауға қарай жылжу турасындағы елеулі мүмкіндік пайда болады.

3. Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар

3.1 Кіріспе

Қандай да бір күдік көлеңкесі туындаған кезде қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің кез келген кезеңінде анықталатын барлық туындайтын өндірістік мәселелердің 90% жағдайында біріктіруді жобалау кезеңіне, өткенге жататын тамыры бар екендігін тәжірибе көрсетеді. Туындаған мәселені маманмен талдау кезінде, айтылып отырған біріктіру конструкторы дәнекерлі біріктіруді жобалау кезінде назарсыз қалдыру тіпті мүмкін болмайтын барлық өзара байланысты факторларды ескермегені іс жүзінде әрдайым түсінікті болып отырады. Жобалауды бастау процесіне дейін түсініп және ұғынуға қажетті біріктіруді сәтті құрастырудың он негізгі ережесі бар. Дәнекерлеу технологиясының шүбәсіз өмір үшін маңызды аспектісі болып табылатын он алтын ережесі – бұл:
Біріктіруді жобалаудың ең жақсы нәтижесін қамтамасыз ету үшін он алтын ереже

1.Мүмкін болған жағдайда, тігісті барлық жағдайда үсті-үстіне пайдаланыңыз.
2.Біріктірудің сырттарын параллель орналастырыңыз және таңдалған қоспа материалды пайдалануды қамтамасыз ету үшін саңылау мөлшерін бақылаңыз.
3. Қосындыны пайдаланған кезде біріктіру саңылауы дәнекерлеудің кез келген процесінде ЕШҚАШАН 0,05 мм. кем болмауы қажет.
4.Мүмкіндігінше бөлшектерді өздігінен белгіленетін етіп жасаңыз, бұл мінсіз термограмманы айтарлықтай оңай құруға мүмкіндік береді.
5.Біріктірудің қоспа материалының шектеулі немесе ұзақ ағыны кезінде біріктіруді жабу үшін біріктіру компонентінің жұқа материалынан 3 немесе 4 есе қалың материалды пайдалану қажет (2.2-кестені қарау).

6.Егер бұл мүмкін болса, біріктіру айналасына бірдей қималы компоненттерді орналастыру қажет, бұл мінсіз термограммаға қол жеткізуге және кез келген жылу күйзелісін бірқалыпты таратуға мүмкіндік береді.
7.Біріктіру бөліктерін капиллярлық күш пен температуралық градиентпен бірге гравитация ерітілген дәнекердің ағын қозғалысын біріктіру арқылы қамтамасыз ету мүмкін болатындай орналастырыңдар.
8.Капиллярлық жолдың басы мен соңындағы сынған бұрыштар тігістік толтыруын жақсартады. (Ескерту: егер дәнекер пеште мыс дәнекерлеумен қорғалған атмосферада орындалатын болса, осы әдіс қолданылуы мүмкін емес).
9.Ойық оған дәнекерді орналастыру үшін қарастырылған жағдайлардан басқа, ойықты тораптың ортасында ешқашан қосуға болмайды. Дәнекер кезінде туындайтын температуралық градиент біріктіру арқылы сыртқа өтіп, ерітіндіні ойықтан екі бағытта ағуға тәуелді етеді.
10.Алуан түрлі металдарды муфталық біріктіру кезінде, сызықты

кеңейтудіңүлкен коэффициенті бар материал осы біріктіруді қамтитына көз жеткізу қажет.

Бес анағұрлым тәжірибелі ұғымдар келесіде қамтылады:

1Біріктіретін негізгі материалдардың түрлері
2.Бір-біріне қатысы бойынша біріктіруде негізгі материалдардың орналасуы
3.Компоненттерді қосу үшін пайдаланылатын дәнекер материалдың түрі
4.Компоненттерді біріктіру үшін қолданылатын қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі
5.Дәнекерлеу кезінде бөліктерді дұрыс қалыпта ұстап тұру үшін пайдаланылатын құралдар.
Осы тараудың басқа бөлігі жоғарыда сипатталған белгілер негізінде дұрыс біріктіруді жобалау бойынша нұсқаулықтар және оларды нақты жағдайларда қолдану бойынша нұсқаулықтарды ұсынуға арналған.

3.2 Біріктіру түрлерінің негізгі құрылымы

Дәнекерлі біріктірудің сәтті орындалуын қамтамасыз ету үшін дұрыс жобаланған біріктіруді пайдалану маңыздылығын қайта бағалау мүмкін

емес. Сондықтан дәнекерлеу үшін арналған компоненттерді жобалаумен айналысатын адамдарда жобалауды бастағанға дейін жақсы біріктіру жобасына не кіру және не кірмеу туралы нақты түсінігі болуы қажет шындық айқын болады. Осы тәжірибені қолдану кезінде жиі дұрыс емес жобаланған біріктіруді қолданудан туындайтын өндіріс мәселелерінен құтылып кетуге болады.

Осыдан сөзсіз негізгі талаптарға сәйкес келуі мүмкін жоғарыда сипатталған біріктіру жобасы – бұл сақина екендігі түсінікті болады, және біріктірудің нақты осы негізгі түрін пайдалану жобалаушының мақсаты болуы қажет. Сақиналы айқас біріктірулер жобаларының бірнеше нұсқалары бар және анағұрлым жиі пайдаланылатындарының кейбірі 3.1-суретте көрсетілген.

Дегенмен, біз 8-тарауда көргеніміздей, біріктіруді жобалау кезінде алюминий ерітінділерді дәнекерлеу үшін арналған кейбір маңызды сәттер бар.

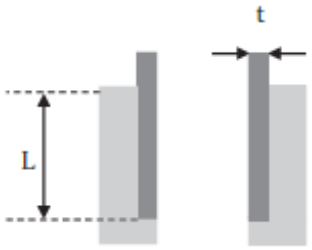
3.2.1 Біріктіру жабынының ұзындығы

Егер біріктіруді 18 мм. дейін арттыратын болсақ, 6 мм. айқасы бар біріктіруді үш есе қаттырақ етуге болады деген жаңылыс пікір бар! Осы пікірдің нақтылығын өзінің масштабы бойынша «Ай көк сырдан

3.1-СУРЕТ

Электр доғамен пісіру және дәнекерлеу кезінде пайдаланылатын біріктіру жобаларын салыстыру құрастыру процесі болып табылады. (а) Электр доғамен пісірукезінде пайдаланылатын біріктіру жобасы оңтайлы нұсқа болып табылады. (b) Дәнекерлеу кезінде пайдаланылатын біріктірудің салыстырмалы жобалары.

жасалған» фразасымен салыстыруға болады. Біріктіру айқасын белгілі бір ұзындыққа арттыру кезінде, ол тек әлсіз болатыны нақты жағдай!
1-тарауда ерітілген дәнекер материал жалғаным арқылы өткен кезде, дәнекер ол өтетін материалдың жартысын ерітетіні туралы айтылады. Бұл жалғаным арқылы өту процесінде дәнекер материал құрамының айтарлықтай өзгеруіне алып келеді. Әдеттегідей, жалғаным ұзын болған сайын, оны баяу балқитын дәнекермен толтыру қиынырақ болатынын айтуға болады. Сонымен қатар, жалғанымда қосынды бар болған кезде, ол неғұрлым ағатын болады, себебі жалғаным саңылауында бар оксидтерді ерітеді. Бұл жағдай ерітілген дәнекер материалдан қосындыны ығыстыру үшін оны жалғаным бойынша алға жылжытуды айтарлықтай қиындатады. Бұл ұзын жалғанымдар әдетте қысқаларға қарағанда, қосындыдан көп бос орын мен көп сынамасын қамтитын болатынын білдіреді. Бұл сөзсіз ұзын жалғанымдар қысқаларға қарағанда неғұрлым сенімсіз болатынын білдіреді және өзінің табиғаты бойынша нәтижесінде қысқаларға қарағанда, анағұрлым нашар болып қалады!
Жалғанымдарды жобалайтын инженерлер үшін іргелі қағида бар, соның ішінде, дәнекер материалмен дәнекерлеуге тиесілі, ұзын немесе орташа ағын сипаттамаларын иеленетін құбырларды біріктіру. Осы қағида 3.2-суретте көрсетілген.
Дәнекерлеу кезінде сақиналы айқасталған жалғанымдарды пайдалану ұсынылатындықтан, осыдан автоматты түрде тұтыну кезінде жалғанымға жүктеме жылжу күші көмегімен қолданылатындай дәнекер құрылымдарды жобалау ұйымдастырылған болуы қажет. Бұл факт жалғанымның қажетті сенімділігін қамтамасыз ету үшін қатты сыртқы тігісті дәнекер әдісін пайдаланудың орнына капиллярлық тартылыс жолымен жалғаным толтыру қажеттілігін қамтамасыз етуді білдіреді.



3.2-СУРЕТ
Жалғаным айқасының ұсынылатын ұзындығы қабырға қалыңдығының 3-тен 4-ке дейінгі өлшемін құрауы қажет, ол жалғанымның ең жіңішке бөлігі болып табылады, «t» деп белгіленеді (яғни, 4t>L> 3t).

Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар

Көптеген инспекторлар жалғанымның бүйір бөлігінде қатты дәнекердің орташа мөлшерлі тігісін көруді дұрыс көретіні белгілі факт. Дегенмен, кейбір жағдайларда, қатты дәнекер тігістерінің бар болуы, әсіресе, егер олар тіпті үлкен немесе шығыңқы түрде болған жағдайда, дәнекер процесінің тігісі қанағаттанғысыз орындалғанның айқын куәсі болып табылады. Бұл осы жалғанымды құру үшін пайдаланылған қолданылған дәнекер процесінің нақты форматын шешілмеген мәселе ретінде қоюға болатынын білдіреді.

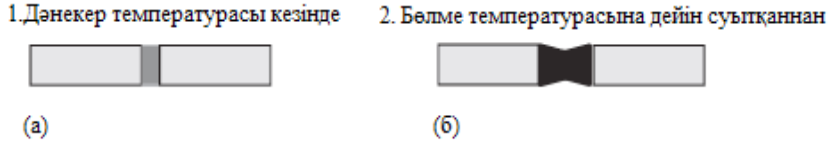
Демек, жалғанымды жобалау процесіне қойылатын жеткіліксіз назар бірқатар мәселелерді туындатқызуы мүмкін, бұл ретте сонымен қатар қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінде құрылған термограмманы тексеру және пайдаланылатын қоспа материал мен қосынды осы жұмыс түрі үшін анағұрлым сәйкес болып табылатынын тексеруқажет. Сонымен бірге осындай жағдайларда мәселелердің дереккөзін анықтау кезінде ескеру қажет толық бірқатар факторлар бар екендігін түсіну маңызды.

3.2.2 Түйіспелік қосылыс

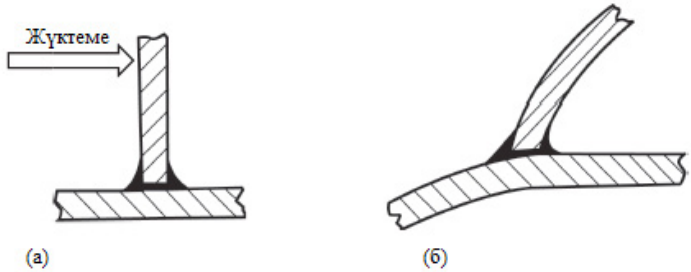
Алдыңғы екі тарауда біз төмен температуралы қатты дәнекерлі дәнекерлеу басты түрде капиллярлы дәнекерленген жалғаным болып табылатыны және осы дәнекерлеу түрі үшін сақиналы жалғанымда ерітілген қоспа материал жалғаным құру үшін таратылатын капиллярлы жолдың бар болуын ескеріп, түйіспелік қосылысқа қарағанда сақиналы жалғанымдар анағұрлым сәйкес болып табылатыны туралы айтқан болатынбыз. Демек, 3.3-суретте көрсетілген осындай түрдің түйіспелік қосылысын пайдалану егер аяқталған жалғаным тұтыну барысында майысуға ұшырайтын болса, әрқашан мәселелердің туындауына алып келуі мүмкін. Қоспа материалдың отыруы барысында туындайтын ойық оны дәнекер температурасынан суыту процесінде кернеу концентраторы ретінде қызмет етеді, ол қоспа материалдың ойығы туындаған жерде жалғанымның алдын ала сынығына алып келуі сөзсіз. Дегенмен, осы суретте көрсетілген «суытқаннан кейін» секциясындағы ойықтың мөлшері қатты арттырылғанына назар аударыңыз, осындай жолмен орындалған жалғаным үшін потенциалды қауіптің барына сіздің назарыңызды аудару үшін арнайы жасалған.

Таңбалы жалғанымды пайдалану кезінде туындайтын әртүрлі жағдайлар 3.4-суретте көрсетілген. Қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінде орташа қалыңдықты қоспа материалдан тігістің туындау ықтималдығы бар, ол суретте көрсетілгендей бүгілудің кернеуін қолдану кезінде қосымша жүктеме ретінде қызмет етуі мүмкін. Мұндай жағдайда дәнекер материалын және жалғаным шеттері бойынша кішігірім, жылтыр тігісті құратын тігісті орындау тәсілін таңдау анағұрлым дұрыс шешім.

Осындай жағдайларда, әсіресе егер негізгі материал, сондай-ақ маңызды созымдылықты иеленсе, дәнекерленген тігістен алынған жағымды әсер айтарлықтай күшейеді. Негізгі материалдарға көрсететін қызу процесінің әсері, сондай-ақ осы жалғанымды жобалау тиімділігін анықтауда маңызды рөлді алатыны сөзсіз. Егер негізгі металдар шыңдалған болса, оларда кернеу кезінде жалғаныммен бірге пішінін өзгерту қасиеті бар. Металдың қаттылығын сақтау кезінде оның бүгілуге тұрақтылығы күйзеліспен туындаған кейінгі арттырылатын дәнекерленген жалғанымның өзінің сыну ықтималдығымен артады.



3.3-СУРЕТ Түйіспелік қосылысты пайдалану кезінде қоспа материалда ойықтың туындауы сөзсіз. (а) Жалғаным толығымен дәнекерленген. (b) Суыту кезінде материалды ашу процесінде ойықтың туындауы.



3.4-СУРЕТ Жалғанымның шеттері бойынша тігісі немесе қоспа материалдың қалдығы бар таңбалы қосылыс, оған иілісуші күшті қойған кезде, сынғаннан бұрын, формасын өзгертеді. (а) Жоғары температуралы дәнекерлеуден кейінгі таңбалы қосылыс. (b) Оған көрсетілген жүктемені қолданған кезде жалғаным пішінінің өзгеруі.

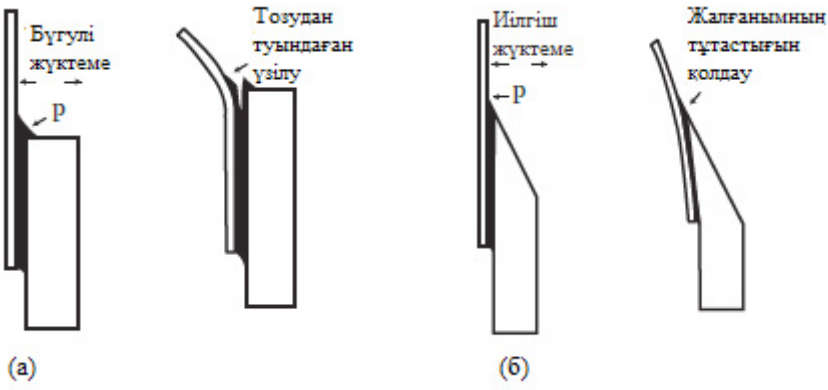
3.2.3 Жүктеменің бөлінуі

3.3 және 3.4-суреттерде көрсетілген екі мысалда жүктемені тарату субъектісін байқай аламыз. Бұл көптеген ұзын техникалық мақалалардың тақырыбы болып қалған күрделі мәселе; және бұл осы жерде қолданылатын амал еместігі сөзсіз! Практикалық тәжірибелер бұл құбылыстың таңқаларлық екендігін көрсетеді, бірақ іс жүзінде әрқашан дұрыс болып шығады, егер жалғаным жобасы дұрыс болып көрінсе және ол пайдалануда қарапайым болса, онда ол тиімді жұмыс жасайтын болады. Егер сенімді болып көрінген жоба жұмыста үмітін ақтамаған жағдайда, іс жүзінде оның себебі әрқашан жалғанымға түскен жүктеменің кенеттен концентрациясы қызмет етеді. Жүктеменің осы түрінде екі дереккөзі болуы мүмкін:

Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар
1. Тұтыну процесінде жалғанымға тіркелген жүктеменің әсерінен металдың қажуы және пішінін өзгертуі
2. Дәнекерлеуден кейін суыту процесінде жалғанымға арналған қызулық жүктеме

3.2.3.1 Деформация кернеуі

Біршама жіңішке компонентті біршама қалың компонентке дәнекерлеу жағдайын қарастырайық, мысалға, қалақшаның тұтқасын оның жүзіне ерітіп жабыстыру. Осы жағдайда, егер тұтыну барысында



3.5-СУРЕТ Пішінін өзгерту кернеуінің осы мысалмен күресудің ұсынылатын құралдары. (а) Мәселе. (b) Шешім

жалғаным бүгіліске ұшыраса, сеніммен жалғанымның сынуын алдын-ала болжауға болады. Бұл мәселенің шешімі бүгу кезінде жалғанымға түсетін жүктеме оның барлық үсті бойынша тең таратылатындай жалғанымдағы анағұрлым қалың компоненттің пішінін өзгерту мүмкіндігінде қамтылады (3.5-суретті қарау).

3.2.3.2 Термиялық кернеу

Термиялық кернеу компоненттер бір материалдан дайындалған жағдайда да туындауы мүмкін мәселенің осындай түрі болып табылады. Бөліктері дәнекерлеу температурасынан шыныққан кезде, осы мәселе одан сайын күрделене түседі. Осылайша, едәуір әртүрлі секциялардан бөліктерін біріктірген кездегі басты қағидасы дәнекерлеу процесінің аяқталуы бойынша ақырын салқындату болып табылады.
Дегенмен, термиялық кернеумен туындаған мәселенің басты дереккөзі алуан түрлі негізгі металдар бір-бірімен біріктірілген кездегі жағдай болып табылады және оған қоса осы металдардың сызықтық кеңейтуінің коэффициентібіреуі басқасынан ерекшеленеді.
Алуан түрлі металдарды бір-біріне дәнекерлеу кезінде екі материал да дәнекер температурасына дейін қыздырылатыны анық және әрбір материал осы металға үшін сызықтық кеңейтуінің коэффициентіменқарастырылған мәнге кеңейтіледі. Өкінішке орай, айтарлықтай шағын метал саны бір температураға дейін қыздырған кезде бір көлемде кеңейтіледі. Нәтижесінде, дәнекерленетін компоненттің анағұрлым жоғары сызықтық кеңейтуінің коэффициентін иеленетінматериал басқа компонентке қарағанда, көбірек кеңейтіледі.
Қыздыру кезеңінде материалдарда белгіленбеген мәнге кеңейтілу мүмкіндігі бар болған жағдайда мәселелер туындамайды. Дәнекер температурасы кезінде ерітінді жайылады және жалғаным орындалады. Сосын, қызу тоқтатылады және бөлшек суына бастайды. Бөлшектің екі бөлігі де бөлме температурасы кезіндегі өзінің түпкі мөлшерін тез арада қабылдауға ұмтылады. Осы жағдайда компоненттердің бақылаусыз қысылуы жалғанымда дәнекердің қатып қалған ерітіндісінің салдарынан мүмкінсіз болып қалатыны анық. Нәтижесінде әртүрлі мәндерден қысылу деңгейінде айтарлықтай кернеу туындайды. Дәнекер үшін пайдаланылатын қоспа материалмен жалғанған екі материалдың физикалық сипаттамаларына тәуелді кернеу айтарлықтай мәнге жетуі мүмкін және келесі салдардың біреуіне алып келуі мүмкін:

Дәнекер қабатының сынуынан жалғанымның ажырауы

Жалғанымды құрайтын екі материалдың біреуінің жарылуы
Компоненттің қатты пішінін өзгертуі

Сенімді жалғаным жобасы үшін дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру кезінде әртүрлі материалдардың ұшырайтын кеңейту коэффициентіне ерекше назар аударудың қаншалықты маңыздылығын біз қарастырған болатынбыз. 3.1-кестеде әртүрлі материалдар үшін кейбір пайдалы салыстырмалы мәндер келтірілген, ол жалғанымды жобалау үшін айтарлықтай құнды болуы мүмкін.
Екі алуан түрлі негізгі материалдарды дәнекерлеу қажеттілігі туындау кезіндегі нақты жағдайға назар аудару пайдалы болуы мүмкін. Мәселені көрсету үшін ең нашар сценарийді қарастырамыз (яғни, ISO17672:2010 сәйкес келетін, түрі Ag449, 680°C–705°C балқыту интервалы, 316 дәнекерленген материалментот баспайтын болат бетінің тіліміне вольфрам карбидінің тілімшесін байланыстыру).

Ескерту: 3.6-сурет нақты өлшемдерді көрсетпейді, тек жағдайды көркемдейді.
Олардың пішіні мен өңдеу тәсілі іс жүзінде дәнекерді қамтитын барлық Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар карбид түрлерін анықтайды. Құралды өндіруші бақылайтын жобаның жалғыз параметрі, салдар ретінде, карбид пен артқы қақпақтан жасалған қойылым арасындағы жалғаным саңылауының мөлшері болып табылады. Осы саңылаулардың мөлшерлері дайын құралдарда дәнекер қабатының толықтығының көзқарасы бойынша екіталай болып табылатынында абсолютті ешқандай күмән жоқ.

3.1-КЕСТЕ
Бөлме температурасынан 700 ° С дейін қыздыру кезінде таңдалған металдарды жылу кеңейту салдарынан ұзындығын өзгерту

Материал	**Ұзындығын өзгерту мм**
Жез	0.013
Мыс	0.011
80–20 мыс-никелдік ерітінді	0.011
Темір	0.005
Жұмсақ болат	0.008
Молибден	0.004
Монель	0.010
Никель	0.010

80–20 хром никелдік ерітінді	0.012
Альпака (никелдік ерітінді)	0.011
Фосфорлы қола	0.013
Күміс	0.013
304 тот баспайтын болат	0.016
310 тот баспайтын болат	0.0145
316 тот баспайтын болат	0.016
Вольфрам-карбидті ерітінді	0.004

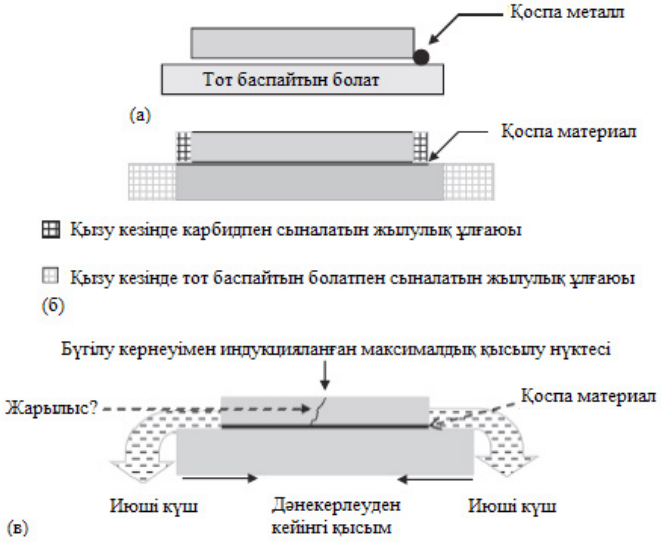
Егер олар қамтитын дәнекер материалдың қабатын жұту үшін неғұрлым кіші болатын болса, дәнекерлеу температурасының деңгейінен олардың сууы кезінде бөліктерін қысу мәніндегі түрліліктерден айтарлықтай кернеу туындауы мүмкін. Мұндай жағдайлар кезінде, жоғарыда аталған үш мәселелердің біреуі туындауы мүмкін. Негізгі тұжырым 3.6-суретте a-c дейін көрсетілген.

3.2.4 Құбырлардың муфталық қосылысы

3.1-сурет пен 3.1-кестеден алуан түрлі негізгі металдар арасында орындалған құбырлы муфталық қосылыстарда материалдардың кеңейту коэффициенті әртүрліболатын фактісі шарасыз болып қалатыны туралы қорытынды жасауға болады. Жалғаным жобасы аяқталған кезде және нәтиже ретінде жалғанымда компоненттердің салыстырмалы орналасуы анықталған жағдайда осы ықтималдық назарға алынуы қағида тұрғысынан маңызды. Жобаланған жалғанымның белгілі бір түрімен мәселені төмендетуді қамтамасыз ету үшін үлкен коэффициенті бар материалдан дайындалған компонент осы бөлшектің сыртқы элементі ретінде пайдаланылуы ҚАЖЕТТІГІ сөзсіз факт болып табылады.

Қыздыру циклі кезінде, және бөлшектің қамтушы компоненті кеңейтудің анағұрлым жоғары коэффициенті бар болғандықтан, осы компонент қамтушы компонентке қарағанда, бір шамаға көбірек кеңейетін болады. Осы дифференциалды кеңейтудің әсері температураны жоғарлату кезінде жалғанымның түйіспелі саңылауының артуы болып табылады. Дәнекер материал еріп және жалғаным бойынша таратылғаннан кейін қыздыруды тоқтатады, және жалғаным бөліктері қысқартыла бастайды, оның ішінде сыртқы бөлігі көбірек қысқартылады. Бұл суыту кезеңінде жалғаным ішіне аққан қатты дәнекер қысымға ұшырайтынын білдіреді және ол дайын тігістің тығыздығын айтарлықтай арттырады.

Компоненттердің біршама алуан түрлі кеңейту коэффициенттері бар және компоненттердің өздері бұл ретте өте үлкен мөлшерлі болған жағдайда, қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасы кезінде қуыс үлкен болғандығы соншалық, дәнекер оны тиімді жаба алмай қалуы мүмкін. Бұл салыстырмалы сирек көрініс болып табылғанымен, оның қатты дәнекермен дәнекерлеу циклі уақытында туындау ықтималдығын жобаны әзірлеу кезеңінде меңгеру қажет. Бұл нұсқау дәнекерлеудің пештік тәсілі кезінде және қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қоспа материалдың белгісі міндетті болған жағдайда ерекше мақсатқа сәйкес болып табылады. Дәнекерлеу температурасы кезінде жалғаным қуысының күтілетін мөлшерін есептеу бойынша негізгі кезеңді орындамау шын мәнісінде бұл бөлшекті компоненттердің кеңейтілу



3.6-СУРЕТ

Қатты дәнекермен дәнекерлеу жүргізгенге дейін және кейін тот баспайтын болатпен бірге вольфрам-карбидті жалғанымда кернеуді дамыту. (б) Дәнекерлеу температурасы кезіндегі орналасу. Ескерту: қыздыру кезінде компоненттердің кеңейтілуі бақылаусыз болып табылады және 3.1-кестеде көрсетілгендей 316 болат, карбидке қарағанда төрт есе көп кеңейтіледі. (в) Суыту процесінде. Ескерту: суыту кезеңі уақытында жалғанымда қоспа материалдың бар болуы бөлме температурасы кезінде компоненттердің бастапқы мөлшеріне қайтып келу табиғи мүмкіндігіне қарама-қайшы келеді. Бөлшек анағұрлым салқындаған сайын, қысу күшіне кедергісі одан сайын дамиды және сәйкесінше, ол сынайтын кернеу одан сайын өседі.

сипаттамасы салдарынан дәнекерлеу мүмкін еместігін сіз кешірек түсінген жағдайда, қызметкерлердің қызыл беттерімен шығуына және сіздің менеджермен өте ыңғайсыз тілдесуге алып келуі мүмкін. Егер сіздің компанияңызда компоненттердің едәуір қоры бар болса, сонымен қатар сіздің жеткізушіңізде тапсырысқа бірдей бөлшектердің қосымша партиялары бар болса, бұл өте дұрыс.

Егер бөлшектердің салыстырмалы орналасуы кеңейтудің үлкен коэффициенті бар материал түйіннің қамтитын бөлігі ретінде пайдаланылатын түрде шатастырылған болса, қыздыру кезінде бұл бөлік бөлшектің қамтитын компонентіне қарағанда, көбірек кеңейтілетін болады және жалғаным саңылауы температура үлкейген сайын кішірейетін болады. Ақырғы жағдайларда саңылау мүлдем жоғалып кетуі мүмкін, ал ішкі компоненттің артық кеңейтуі қағида бойынша осындай жағдайда қоңырау пішінін қабылдайтын сыртқы элементтің созылуына алып келуі мүмкін. Егер осы қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына жеткен кезде болған жағдайда, бөліктер арасында тартылыс пайда болады және бұл ерітінді ағынының жалғаным арқылы өтуін аса қиын және тіпті мүмкінсіз болуы мүмкін.

Егер тіпті осы төтенше жағдай болмаған жағдайда және ерітіндінің кейбір саны жалғаным арқылы өтсе, кеңейтудің кернеуін қысудан туындаған жүктеме қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінде суыту кезеңі уақытында жалғанымда ерітіндіге бағытталған болады. Себебі қатты дәнекердің ерітіндісі тігіс саңылауында енді-енді қатаяды және сәйкесінше, кеңейту кернеуінің шарасыз күші қолданыла бастаған уақыттағы механикалық әсер кезінде өте осал болады, ерітінді сынып қалуының жоғары ықтималдығы бар, оның нәтижесінде бөлшек болжамды пайдалану мақсаттары үшін абсолютті қабылданбайтын болып қалады.

Біз кәзір ғана қарастырған жалғанымды жобалаудың нақты аспектілері, сондай-ақ қалпына келтіру атмосферасында үздіксіз конвейерлік пеште тот баспайтын болатты дәнекерлеуге қатысты өте маңызды болып табылады, сондықтан төменде толығырақ сипатталады.

3.2.5 Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште дәнекерлеу кезінде кең саңылаулармен жұмыс

Мыс-фосфоры бар мыспен дәнекерлеу үшін жанарғыны пайдалану жағдайынан басқа, іс жүзінде басқа барлық қосындысыз дәнекерлеу процестері ауа мен басқа зиянды газдармен тотығу жағдайынан басқа дәнекерлеуге жататын материалдардың сырттарын тотығудан қорғайтын

пештерде орындалады. 7-тарауда айтылғандай, қорғаныш атмосферасы қыздыру кезінде жанарғы тобы, ретортамен немесе үздіксіз қызмет ететін пеште, сонымен қатар сыртының ластануынан ең күшті қорғаныш қажетті вакуум шартында балама ретінде пайдаланылуы мүмкін. Дегенмен, кебу азот алюминий атмосферасында жемірілуге берік қосындымен бірге аралас алюминийдің қатты дәнекерімен дәнекерлеу үшін Nocolok® процесі қосындыны пайдаланатын пеште өндірілетін бір аса кең пайдаланылатын рәсімі бар. Дегенмен, бұл процесті жеке санатқа орналастыру дұрыс болғандықтан, ол 8-тарауда анағұрлым толығырақ қаралады.

Қосындысыз дәнекер кезінде қосынды пайдаланатын қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне толық қарама-қайшы. Мұндай жағдайда тігіс саңылауына ағатын қоспа металл ішке өту үшін жалғаным кірісінде ерітілген минералды қосындыны ығыстырмауы қажет. Шынында, вакуумдық дәнекер процесінде іс жүзінде араластыратын ешнәрсе жоқ! Әрине, дәнекер кезінде қорғаныш атмосферада газдық атмосфераны ығыстыру қажеттілігі бар. Осы жағдайда пеш арқылы, оның ішінде жалғанымның өздері арқылы газ ағынының жылдамдығы маңызды фактор болып табылатыны түсінікті болады. Дегенмен, газ тәріздес атмосфера ерітілген қосындыға қарағанда, өзгеріссіз неғұрлым жабысқақ болғандықтан және сол мезетте жалғанымның кейбір жобалары сияқты толтыру процесін қамтамасыз ету үшін вентиляция тесігінің бар болуын талап етеді, қоспа металл ағынының кедергілері ашық ауада қосындысы бар дәнекерлеуге қарағанда, әрқашан айтарлықтай аз болады. Дәнекерлеудің қосындысыз процестері жобаның қайталанғыштығы және әзірлеуіне қатысты үлкен пайдамен жалғаным жобалары мен жинақтау әдісінің анағұрлым кең спектрін пайдалану мүмкіндігі нәтиже болып табылады. Осы әдістерді қолданудың қажеттілігі төменде сипатталған негізгі себептер бойынша туындауы мүмкін.

3.2.5.1 Дәнекерлеу әдісін кеңінен қолдану

Пештегі дәнекерлеу бір уақытта біріктірілетін түйістерінің көп саны бар анағұрлым күрделі бөлшектерді құру үшін пайдаланылады. Әрбір бөлшекте түйістердің саны үлкейетіндіктен, сондай-ақ әрбір жалғаным үшін нәтижелік коэффициенті үлкеюі қажет, компоненттердің шығу жағдайы жоғарғы деңгейде қалады. Тек ұмтылуға қажетті мақсат емес, қол жеткізілетін мақсат осындай болуы қажет «Бірінші реттен дұрыс орындау»!

Сәттіліктің жоғарғы көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін жалғаным

жобасы сияқты, сондай-ақ барлық уақыт аралығында қатты дәнекермен дәнекерлеу нәтижесінде жүз пайызды кепілдememен қамтамасыз ету үшін жинақтау әдісін өзгерту қажет болуы мүмкін.

3.2.5.2 Дәнекерлеуге экономикалық дайындық

Пеште жалғанымды табу процесінде бөлшектерге немесе олардың жалғанымдарына қол жеткізу мүмкіндігі жоқ. Олардың барлығы алдын ала жинақталған болуы және жинақтау процесінің құрамды бөлігі ретінде алдын ала орналастырылған қоспа материал болуы қажет.
Басты мақсат ретінде жалғаным жобасы бекітудің абсолютті кішігірім бар болуын талап ететін жинақтау нақтылығын қамтамасыз етуі, қоспа металды лайықты түрде алдын ала орналастыруы қажет.
Бұл тарауда пештік дәнекерлеуді ұйымдастырудағы бос орындардың бар болуының кейбір аспектілері қаралады: қоспа металды алдын ала орналастыруды талқылау 3.2.6-тарауда қамтылады.

3.2.5.3 Пеште дәнекерлеу кезіндегі қыздыру жылдамдығы

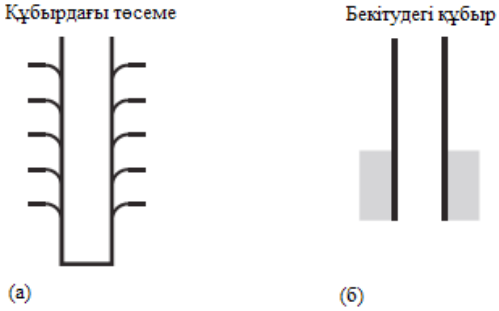
Дәнекерлеу пешінің әмбебап ерекшелігі индукция әдісімен немесе отпен тікелей қыздыруға қарағанда, қыздыру жылдамдығының едәуір төмендігі болып табылады. Атап айтқанда, жеткізу жылдамдығы (осы тараудың қорытынды параграфтарын қарау) бәсеңдеу. Бұл жалғаным орындалғанға дейін сұйық қоспа металды өзгерту үшін уақыттың айтарлықтай үлкен кезеңі бар екендігін білдіреді. Мысалы, ол ағынның қозғалысы барысы бойынша ерітілуі немесе негізгі металлмен бірге реакцияға түсуі мүмкін. Жалпы қорытынды қоспа металдың алдын-ала орналастыруы үшін орналасу орыны сияқты, технологиялық терезенің төмендеуге арналған тенденциясының бар болуынан тұрады, сондай-ақ саңылаулар мөлшерлері сияқты дәнекерлеудің жалпы параметрлері анағұрлым мұқият байқауға мұқтаж.
Қатты дәнекермен қосындысыз дәнекерлеу үшін саңылаудың негізгі ерекшеліктері төменде сипатталған.

3.2.5.4 Саңылау түрі

Бұл пайымдау қосындысыз дәнекерлеудің саңылауы міндетті болып табылады, өз кезегінде инженердің жұмыстық саңылауы көрінісі жаңылыстырады. Дегенмен қағида бойынша қоспа металдың өндірушілері саңылауларды орындау үшін нұсқаулар жариялайды,

осы нұсқаулар дегенмен түсіндірмені қажет етеді. Ең алдымен, қатты дәнекермен дәнекерлеудің көптеген қосынды процесінен басқа, қосындысыз дәнекерлеуде қоспа металл нөлдік саңылауға енеді. Сұйық қоспа материалдар (мысалы, ISO 17672: 2010 сәйкес BCU-1, BCU-186, BNI-5 немесе BNI-7) осындай саңылауға шамамен 100 мм арақашықтықта енеді. Аз ағатын қоспа материалдар (мысалы, BNI-2 немесе тіпті BNI-4) бұрынғыдай ішіне, бірақ өте қысқа арақашықтықта, мүмкін, не бары 0,5-тен 1 мм-ге дейін арақашықтықта енетін болады. Бұл айтарлықтай деңгейде минералды қосынды саңылауға бірінші болып енбеуінен болады және ең маңыздысы, ол алдыға ағатын ерітілген қоспа материалмен алмастырылған болмауы қажет. Сәйкесінше, қол жеткізілетін ағыннан арақашықтық тікелей ерітілген қоспа материалдың физикалық қасиеттерімен бақыланады.
Көптеген дәнекерлер шындығында жарықтың интерференциясы есебінен ішіне енеді. Осындай отырғызу жинақтау тәсілі ретінде пайдаланылады, бірақ бұл тәсілді абайлап қарастырған жөн, себебі осы сипаттама аса нақты емес. Салыстырыңыз, мысалы, 3.7-сурет а және б.

3.7а-суретте көрсетілген жалғаным форматы жақсы жұмыс жасайды және құбырлы жалғанымдарда төсеменің орналасу құралы ретінде жиі пайдаланылады. Төсеме өте жұқа беттен орындалған болса, онда олар орталық құбырға көрсете алатын күш отырғызу арақашықтығы сияқты өте аз.
3.7б-суретте көрсетілгендей, тартылыс ауыр болған сайын, анағұрлым процесті орындаудың сәттілігі түйіндес қабаттарды өңдеу сапасына, сондай-ақ пайдаланылуы тиіс қоспа метал мөлшерінің және түрі мен



3.7-СУРЕТ Жеңіл (а) және (б) ауыр тартылыс арасындағы айырмашылық. Ескерту: тартылыс деңгейі мысалды түсіндіру үшін үлкейтілген.

құрамының нақты айырмашылығына байланысты.
Екіншіден, қоспа металды өндірушілер саңылау мөлшерінің белгілі бір диапазонын көрсетеді (мысалы, 0,05-тен 0,12 мм-ге дейін), бұл жағымсыз салдардан қорықпай жобалаушы жұмыс жасау аясында рұқсат етілген мәндердің толық диапазонын білдірмейді. Шын мәнінде не туралы меңзеліп тұр, яғни бұл көрсетілген тізімнен саңылаудың анағұрлым жіңішке мөлшері кезінде қысқа жалғаным сенімді толтырылған болатыны, соның ішінде жалғанымның анағұрлым кең саңылауының бар болуының есебінен анағұрлым ұзын жалғаным заттың анағұрлым күшті ағынына тәуелді болады. Сонымен қатар жалғанымның тік немесе көлденең бетте жатқандығы және ерітінді ағынының бағыты ішіне немесе сыртына орналастырылған дайындалған қоспа материалдан немесе пастадан жоғары көтерілетін немесе төмен түсетіндігі маңызды болуы мүмкін. Бұл, сөзсіз, қоспа материалдың ағын құрамының жеке сипаттамаларынан және дәл жеткізіп салу жылдамдығына байланысты (бұдан әрі төмен қарау).
Сондай-ақ қарастыру қажет саңылау шамасының тағы бір аспектісі бар. Көптеген жалғанымдарда жалғанымға тиесілі екі беттердің арасындағы өте шектеулі байланыстар бар жерлерде жобаларды пайдалану пайдалы. Мысалы, бұл құбырдың ішіндегі түйісетін саңылауында оны орталықтандыру мен қысу үшін қызмет ететін кішігірім ұсақталынатын шығыңқылар болуы мүмкін. Дамыту эквиваленті өзімен бірқатар автоматты кернермен салынатын саңылауларды көрсетеді. Эквиваленттің мысалын өндіру өзімен шамамен 0,1 мм немесе соған жақын арақашықтықта кері серіппеленгеннен кейін сәйкес тереңдігі бар олардың қабырғасының жеңіл кеңірдегін алатындай түрде өңделетін құбырдың шетін көрсетеді.
Егер тіпті жеткізуші саңылауының болжамды диапазоны анағұрлым кең болса да, қоспа металдың ағыны тіпті осындай шектеулі оқшауланған байланыс кезінде ішіне енетіні сөзсіз екендігін түсіну маңызды.
Үшіншіден, егер жоғарыда көрсетілген ескертулер толық түсінікті болса, онда бірге жинақтау әдістері неліктен пеште дәнекерлеу кезінде массалық қолданыстар үшін болжамды болып табылатынын айтарлықтай түсіну оңай болады. Яғни, жинақтау кезінде өздерінің жеке бекітулерін құруға көмектесетін жалғаным жобалары жиі қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін нәтижелі саңылау үшін бөлшектердің нақты мөлшерлеріне аса қатты тәуелді емес.
Тағы бір аса маңызды артықшылық бөлшектердің сондай-ақ бірге жинақтау әдісін пайдалану кезінде жеке белгіленуі бар болып табылады. Тартып отырғызу жолымен жеңіл беттік металдан жасалған бекітудің

бірге жинақтау мысалы 3.7а-суретте көрсетілген. Аса ауыр бөлшектер үшін кірекесудің үлкен кепілдемесін қамтамасыз ету үшін бөлшектерді қиыстырып келтіруге тұра келеді, себебі жалғанымды кірекесуде биіктігі мен ұзындығында айырмашылықтар болуы мүмкін. Тікелей айналдыру пайдалы әдіс болып табылады, себебі үйлесімді жалғанымдарды қамтамасыз етеді, сонымен қатар атмосфера мен қоспа металдардың енуі үшін кішігірім бораздалар түрлендіреді. Қағида бойынша айналдырудың тікелей қадамы 1,0-ден 0,5-ке дейін құрайды. Қабылдау тесігі немесе тесіктің диаметрі үлкен және кіші айналдыру диаметрлері арасында орналасуы қажет, өте оңды нұсқа – бұл орташа диаметр, бірақ мөлшерлерге шектер қарапайым жалғанымдарға қарағанда, анағұрлым үлкендігі айналдырылған бекітудің өте бір қызықты қасиеті болып табылады (3.8-суретті қарау). Шынында бұл ылғалданған алаң, осылайша, жалғанымның ішінде жалғанымның жалпы көлемі қарапайым тіркелген механизмді пайдалануға қарағанда, айтарлықтай үлкен болғандықтан осылай болады.

Бұл анағұрлым ылғалданған алаң жалғанымды толтыруын қамтамасыз ету үшін көбірек капиллярлық тартылыс өндіреді, сондай-ақ қоспа металдың жартылай диффузиясына көмектесу үшін үлкен дуффизиялық қалқанды түрлендіреді. Егер тіпті түйін арасында үлкен мөлшермен қалатын болса, қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін өндірушілермен ұсынылатын саңылауларға қарағанда, бұл дұрыс болады. Айналдыру қолданыстың барлық салалары үшін пайдалы бола бермейді. Мысалы, аса жоғары вакуумды мүмкіндігінше төмен, 1 * 10-6 торр қолдану кезінде табу мүмкін болатын виртуалды ағуларға алып келуі мүмкін. Ол сондай-ақ дірілге немесе флуктациялық жүктемеге, қажулықпен байланысты жүктеменің көптеген басқа түрлеріне ұшыраған жалғанымның қажулық қасиетін өзгертуі мүмкін. Осы сауалдар, мүмкін, практикалық сынақтар жолымен шешілген болуы қажет. Дегенмен, ультра-кебу сутек атмосферасында тот баспайтын болаттан жасалған құбырдың қалпына келтіру атмосферасында пештік дәнекерлеу кезінде айналдыруды пайдалану, сондай-ақ құбырдың жалпы тұмшалауына қол жеткізуіне азот құбырдың ішкі тазалығына кепілдеме беретін болады. Бұл мәселе толығырақ 7-тарауда талқыланады.

Шынында құбырларды айналдыру мүмкін болып көрінбейді, әсіресе жіңішкелерін, дегенмен ұқсас нәтижелер жырашықтарды жегенелеу үшін шағын құрылғылар көмегімен, кесілген тесіктің идентификаторы, мысалы, перфорлау жолымен қол жеткізілуі мүмкін. Сондай-ақ құбырлардың шеттерін өңдеу әдістері бар, олардың кейбіреулері патенттелген, оларды пайдаланып жалпы бірдей шеттерге қол жеткізуге

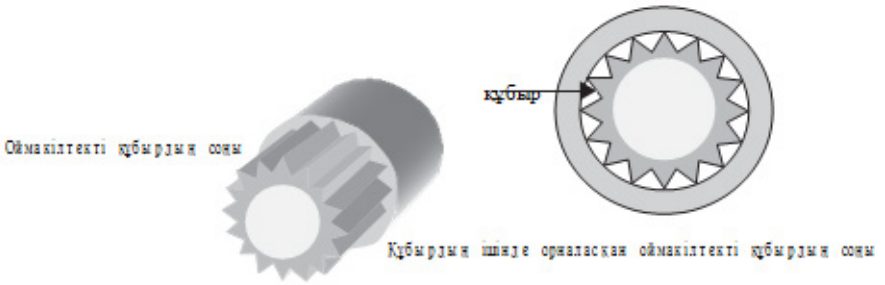
болады.
Осы сәттердің барлығымен әуреленбей, қатты дәнекермен дәнекерлеу операциясының сәттілігі үшін өте маңызды жоғарыда келтірілген мысалдарды мұқият қарастыру домино жағымсыз әсері болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда басқарушыға неліктен сіз ұзақ және кірісті келісімнің бастапқы өндірістік циклі үшін алып қойған 50000 жинақ компоненттен бас тарту қажеттілігін түсіндіру өте қиын болатынын есте сақтаған жөн! Сіз ескертілген болатынсыз: алуан түрлі материалдар арасында орындалатын муфталық жалғанымдарды жобалау кезінде жалғанымды орындау үшін операция барысында туындайтын дифференциалды кеңейту мен қысудың потенциалды күштері, сосын Сіз жоғарыда сипатталған мәселелерден алшақ бола алатындай жалғаным жобалау туралы ойланыңыз.

3.2.5.5 Бітеу саңылауда дәнекерлеу

Суреттің толықтығын қамтамасыз ету үшін бітеу саңылаулардағы бөлшектерді дәнекерлеуге қатысты жағдайлар туралы бір екі ауыз сөз айту қажет; олар қысыммен шағын контейнерлер ретінде қаралуы мүмкін! Кейбір жағдайларда, саңылаудың ішінде жиналатын қысым үлкен болуы соншалық, жалғанымды мылтықтан шыққан оқ тәрізді үзіп жіберуі мүмкін. Бұдан жалғанымда саңылаулар жасау жолымен құтылуға болады, 3.9-суретте осыны қалай жасауға болатынының кейбір мысалдары келтірілген.

3.2.5.6 Беттерді өңдеу

Компоненттің бетіндегі қаптау осы жерден өтетін ерітінді ағынының көлемі және сәйкесінше, ол қамтамасыз ете алатын жалғаным сенімділігі



3.8 СУРЕТ Төсемесі бар жалғаным.

көзқарасы бойынша маңызды мәнге ие. Дәнекерлеу өзімен капиллярлық процесті көрсететіндіктен, осыдан автоматты түрде түсінікті, ерітілген дәнекермен ылғалданған болуы қажет материалдың бетіндегі микро-сызаттардың бар болуы – бұл міндетті түрде жаман емес, себебі олар өздерімен дәнекердің ерітілген материалының ағынын үлкейтуі мүмкін жолдарды құрайды. Шынында тереңдігі бар, 1,6 - 25 мкм диапазонда жатқан микро-сызаттары бар қабаттар жылтыр қабаттарға қарағанда, айтарлықтай жеңіл суланатын болады.
Дегенмен, келесі ескертуді қосу қажет!
Әрқашан сызаттар жатқан бағыттар ерітінді ағынының талап етілетін бағытына шамамен параллель орналасатындай етіп процесті ұйымдастыруға тырысу қажет. Осындай тәсілмен осы майда сызаттар ерітінді таратыла алатын арақашықтықты үлкейтуге айтарлықтай көмектеседі. Басқа тараптан, микро-сызаттар талап етілетін ағынға қатысты тікелей бұрышпен орналасқан жағдайда, олар ерітінді ағынына бөгет болатын аз ойпаттар ретінде тиімді әсер етеді (2.1-суретті қарау).

3.2.5.7 Жалғанудың үйлесімді саңылаулары

Қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің жалпы сәттілігі үшін қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасы кезінде тігіс саңылауы – бұл өте қиын шама фактісін жобалаушы түсінетіні негізгі мағына болып табылады. Сондықтан, біз бұрын осы тарауда көргендей, әртүрлі негізгі материалдардың дәнекерлеуін жүзеге асыруда компоненттердің термилық кеңейтілуінің айырмашылығын, сонымен қатар саңылаудың мөлшеріне осы феномен көрсететін әсерді ескеру қажет. Осы жобалау процесінде маңызды бірінші қадам болып табылады.
Ұзын және орташа ағынның қоспа материалдарын пайдаланған кезде, оны ерітілген ерітіндімен капиллярлық тартылыс көмегімен толық толтыруды қамтамасыз ету (және сосын оны сол жерде сақтау!) үшін жалғанымның дұрыс түйіспелік саңылауын пайдаланған жөн. Көптеген басқа техникалық сұрақтар сияқты оны орындауға қарағанда, сипаттау оңай және ол екі немесе одан да көп келесі процесс параметрлеріне тәуелді:

Қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін материалды еріту мен ағынының сипаттамалары
Дәнекерді бастау алдында жалғанымда болған және қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі барысында туындаған оксидтер ерітіндісінде қосындының тиімділігі

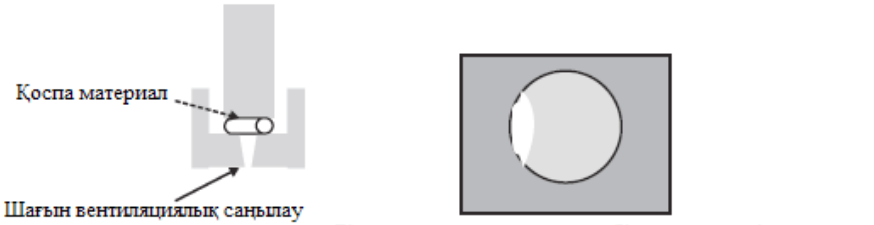
Дәнекерлеу үшін дайындалған бөлшектер қабаттарының күйлері
Қоспа материал мен негізгі металл арасында туындаған ерітінділер саны
Осындай ішкі ерітінділер ерітінді ағынының қасиетіне көрсететін әсер
Жалғанымды толық толтыру үшін ерітіндіге жүріп өтуге талап етілетін арақашықтық

Жай ғана жағдайды одан сайын қиындату үшін осы факторлардың барлығы қазіргі уақытта қатты дәнекермен дәнекерлеу жүзеге асырылып жатқан температураға және ерітінді ерітілетін аралыққа тәуелді екендігін атап өткен жөн.

Дегенмен, біз осы факторларды қарастыруға толық тоқтамаймыз. Дегенмен, ұсынылатын жалғаным көлемін есептеу салыстырмалы жеңіл және дәл осы жасалуы қажет. Тігісті қалыптастыруды қамтамасыз ету үшін алынған нәтиже 10% артылған болуы қажет. Осы ақпараттың бар болуы кезінде әрбір жалғаным үшін сізге қажетті материал санын анықтай салыстырмалы жеңіл болады және бұл жалғанымдағы қоспа металдың құнын сенімділіктің жеткілікті деңгейімен есептеуге мүмкіндік береді.

3.2.6 Баяу балқығыш дәнекерді алдын ала орналастыру

Дегенмен дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылған жалғанымдағы үлкен көлемдегі дәнекерлі жалғанымдарда қоспа металды беру әлі де қолмен орындалады, дәнекерлеу процесінің механизациялау тенденциясын жалғастыру дәнекерлеу дайындығына сұранымның айтарлықтай артуына алып келді. Дайындауды алдын ала

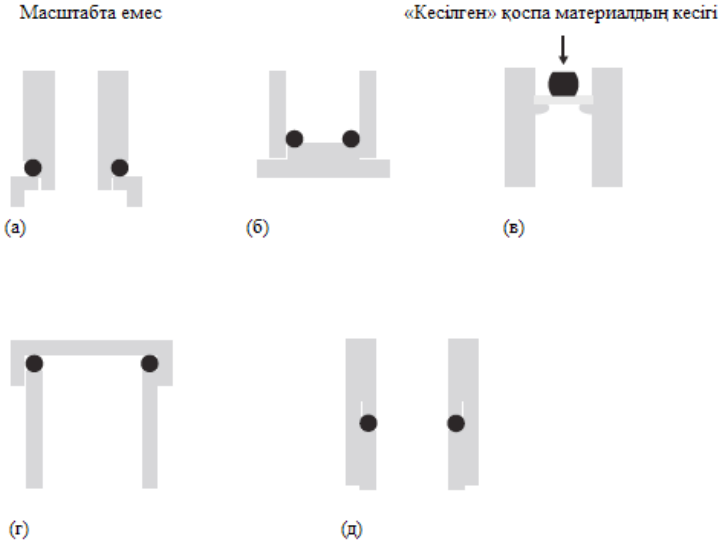


3.9-СУРЕТ Бітеу саңылаулар үшін пайдаланылатын екі әдіс.

орналастырудың кейбір негізгі әдістері 3.10-суретте көрсетілген.
Қағида бойынша, дәнекердің қоспа материалы алдын ала орналастырылған кезде, оны қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына қол жеткізу үшін оның соңғы бөлігі болып табылатын жалғанымның сол бөлігінде оны орналастыру қажет. Осылайша, осы кітапта көп рет айтылғандай, бұл толтырушы қоспа материал ерітілген жағдайда ерітілген материал жалғаным арқылы капиллярлық пен температураның градиентінің аралас әрекетімен жұтылуға мүмкіндігіне кепілдеме береді; егер ауырлықтың күші сонымен қатар материал ағынын күшейтуге көмектесетін болса,бұны бонус ретінде қарастыру қажет.

3.2.6.1 Дайындалған сым шырағы

Муфталық жалғанымды толтыру үшін қажетті материалдың оңтайлы көлемі келесі формула бойынша есептеледі



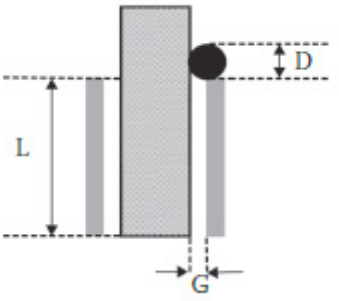
3.10-СУРЕТ Қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін дұрыс қалыпта дәнекердің қоспа материалын дайындаудың алдын ала төсеу құралының бес негізгі мысалы. (A) Қақпақ арқылы жалғама құбыр, (б) құбыр дөңгек қақпақ, (c) дөңгек қақпақтағы пластиналар, (d) құбыр үстіндегі қақпақша және (e) құбырға құбыр.
• Бұл символ қазіргі сәтте бөлшекте қоспа материалдың дайындығы бар екендігін білдіреді.

Сым шырағының диаметрі мм, ‘D’ = 1.27√(L × G)
мұндағы
«L» = жалғаным ұзындығы мм
«G» = тігістің радиал саңылауы мм (дәнекерлеу температурасы кезінде!)

Бұл формула қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі кезінде жалғанымның екі басында да шағын тігісті түрлендірумен шырақ материалының жеткілікті санын қамтамасыз ететін ‘D’ үшін бізге нәтиже береді. 3.11-суретте қалыпты жалғаным көрсетілген және теңдік құрайтын үш фактор арасындағы өзара байланыс сипатталған.
Жұмыс мысалы жағдайды түсінуге көмектеседі.
Мысал үшін 3.11-суретте көрсетілген бөлшек түрін алайық, мұнда өндірістік шектер үшін тігістің радиал саңылаулары 0,05-тен 0,10 мм-ге дейінгі диапазонда орналасатын болады, сонымен қатар жалғаным ұзындығы 8,0-ден 8,5 мм-ге дейін түрленеді. Әлбетте, нашар жағдайдың туындауы әрқашан ықтимал. Осылайша, ерітінді саны жалғаным құру үшін әрқашан жеткілікті болатынына сенімді болуы үшін жалғаным саңылауы 0,10 мм-ді, ал жалғаным ұзындығы 8,5 мм-ге тең болатыны туралы қорытынды жасаған жөн. Мұндай жағдайда

$$D = 1{,}27 \sqrt{(8.5 \times 0.1)}$$

= 1,27 √ 0.85
= 1,27 x 0.92195
= 1,170882
= 1,20 мм сымның жинақталған диаметрі!



3.11-СУРЕТ Муфталық жалғанымды қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін пайдаланылатын дайындалған шырақтың сымының диаметрін есептеу үшін G тігісінің саңылау, ұзындығы L саңылаусызданған тігіспен және D сымының диаметрі арасындағы өзара байланыс

3.2.6.2 Шайбалар мен қабықшаларды алдын ала орналастыру

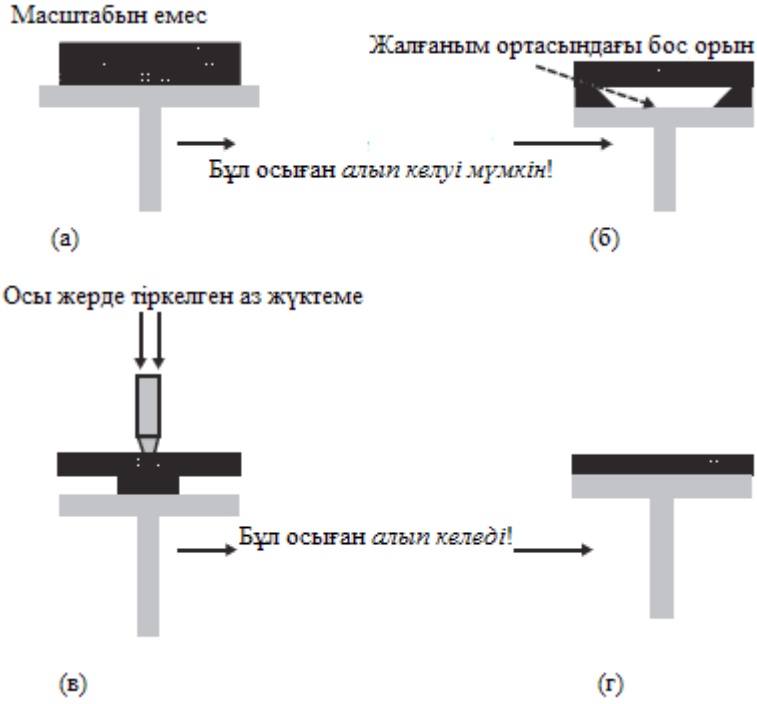
Шайбалар мен қабықшаларды пайдалану сақинаны пайдалану мүмкін болмаған жағдайда, тек экономикалық факторлармен ақталуы мүмкін! Дайындаулардың осы түрлерінің кез келгенін пайдалану туралы мәселені қарастыру кезінде жалғанымды жобалау кезіндегі дайындаудың қалыңдығын аса ескеру қажет емес. Тігіс саңылауының қажетті мөлшері температура градиентімен жалғанған капиллярлық күш тігісті толтыратын ерітіндіні ерітуге алып келуін қамтамасыз ету үшін жеткілікті кең болуы қажет. Осы жағдайларда барлық ықтималдық бойынша құрамды бөліктері олардың жеке салмақтары әсерінен бірге қозғалатыны көрінеді. Егер ол болмаса, құрылым осы бөлшектер ерітіндінің еру және ағу процесінде бірге қозғалатындай түрде түрленген болуы қажет.

Ескерту: егер жалғаным екі компонентті жинақтаудың жоғарғы компоненті қоспа материалдың еруі және ағуы барысында оның жауапты бөлшегіне қажетті қалыпқа еркін түсетіндей түрде әзірленген болса, онда осы жүйе лайықты түрде жұмыс жасайтынына кепілдеме беру мүмкін емес. Қатты дәнекермен дәнекерлеу кезінде ерітілген қоспа материалдың бар болуынан туындаған сыртқы созу тиімділігін меңгеру үшін жоғарғы бөлік жеткіліксіз ауыр болуы мүмкін. Дәл сондықтан қоспа материал еріп және ағып тұрған кездегі процесте жоғарғы бөлікті төменгі бөліктегі жұмыс қалыпына басып майыстыру үшін жиі қарапайым бекітуді құру қажет болады.

3.12-сурет қабықшаны қалай қолдануға болатын бірнеше мысалдар көрсетеді, егер сіз оны дұрыс емес жасасаңыз – ол басқаша болып кетеді. 3.12a-сурет ерітінді ери бастаған кезде еркін жүзе алатын жеңіл компоненттен төмен орналасқан қабықша дискісінің дәнекерлеуінің логикалық орналасуын көрсетеді. 3.12b-суретте қолдануға оңай жалғанымның түрі көрсетілген, ол бірінші көзге қатты, бірақ шын мәнінде жалғаным ортасында қосылған бос орыны бар. Егер қызу тез және сыртқы жолмен болса, осы соңғы нәтиженің алдын алуға болады, мысалы, қолдық ауа-ацетиленді жанарғы көмегімен. Балама орналасу 3.12c-суретте көрсетілген, ол жерде дайындау жалғаным ортасында орналасады және көп компонент орнына аз компонентті қысу кезінде сырттан көмек қажет болуы мүмкін жерде, бұл жалғаным 3.12d-суретте көрсетілген қанағаттандырылған нәтижені көрсетеді.

3.2.6.3 Қоспа металл үшін дайындықтар және ықшамдалған сым бұйымдары

В подходящих видах деталей, где предусмотрено наличие свободного пространства, чтобы приспособить их, возможно использование заготовок (сделанные из обрезанных кусочков стержня или полос), что является очень экономичным видом припоя предварительного размещения. Бос кеңістіктің бар болуы көзделген жарамды бөлшек түрлерінде оларды бейімдеу үшін дайындауларды (білік пен жолақтардың кесілген бөліктерінен жасалған) пайдалану мүмкін, ол алдын ала орналастырудың дәнекерлеудің аса тиімді түрі болып табылады. Осындай екі мысал 3.7 және 3.9-суреттерде ұсынылады. Бірінші жағдайда, қайнатылған саңылауда дайындауды пайдалану, екінші компонент ағын мен газды шығару үшін саңылауды қосатындай түрде жалғанымды жобалауды қарастырады.



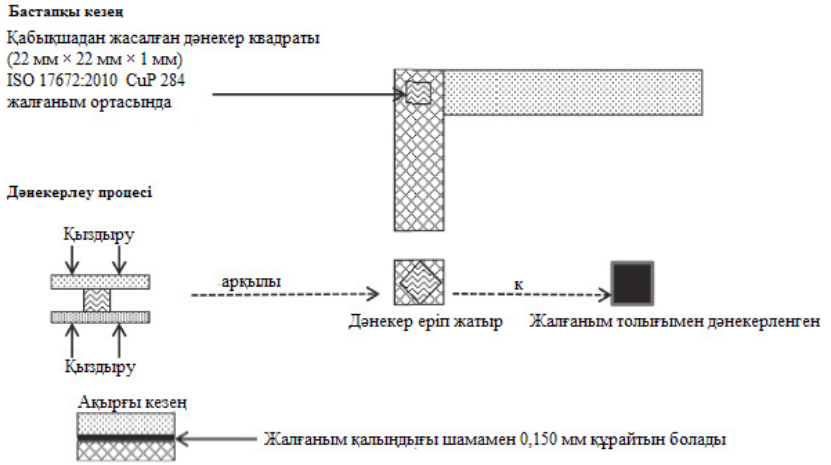
3.12-СУРЕТ Жалғанымда қабықшаларды алдын ала орналастырудың екі мүмкін әдісі, туындайтын мәселелер мен оларды шешу әдістері

3.2.6.4 Қатты дәнекерлеуге арналған паста тәрізді дәнекер

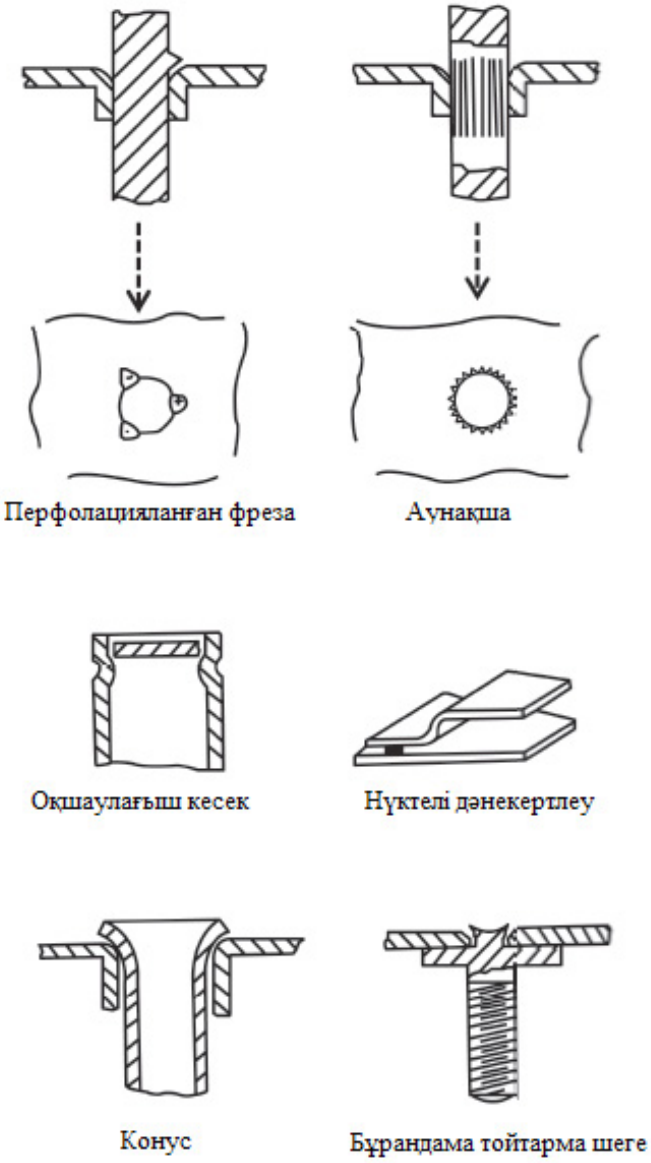
Пастаны дәнекер ретінде тиімді пайдалану мақсатында мөлшердің шығыңқы жері жалғанымның ауызына орналасатындай етіп жалғанымды жобалау қажет. Бұл кейін паста орналаса алатын ыңғайлы нүктені қамтамасыз етеді. Пастада қатты және сұйық дәнекермен дәнекерлеуді қолдану оның өзінің жеке саласында мамандандырылған технологиясы болып табылады және тиісінше жеке қарастыру қажет. Пастаны дәнекер материалы ретінде пайдаланудың толық талқылауын 4.10-бөлігінің 4-тарауына табуға болады.

3.2.6.5 Ток жүретін бөліктер және жұмыстағы электр тоғы

Кейбір жағдайларда дәнекерлі жалғанымдар электрлі жалғанымдар үшін арналады. Мұндай жағдайларда олардың электр өткізгіштігіне назар аудару қажеттілігі туындайды. Бұл дәнекерлі жалғанымның электр тізбегінде бірнеше Ом басқа тізбектің жалпы кедергісінің артуына алып келмейтін фактісі туралы сенімді болу өте маңызды болғандықтан болады.
Біріктіру түрлері туралы негізгі ұғымдар.
3.13-суретте тәжірибеде анағұрлым жиі пайдаланылатын құрылым – діңгекті құрастыру кезінде мыс шинаны дәнекерлеу көрсетілген. Нақты құралдармен түсіндірілген үлгінің 55 мм ені бар.



3.13-СУРЕТ Дәнекермен шиналау жалғанымының сыналған тәсілі



3.14-СУРЕТ Өздігінен бекемделетін жалғанымдарды пайдаланудың алты басқа әдісі

Мыспен салыстырғанда, дәнекерлеу материалдарының электр өткізгіштігі өте төмен екендігін түсінген жөн. Мысалы, ашық ауада жүргізілетін (4-тарауды қарау) дәнекерлеу кезінде де мыста өзі қосындыланатын болып табылатын және таза мыстың тек шамамен 10% құрайтын ерітіндінің ISO 17672: 2010 сәйкес келетін СиР 284 түрі – күміс-мыс-фосфор ерітіндісі электр өткізгіштігінің ерітіндісі.

Дегенмен, ISO 17672: 2010 стандартына Ag 155 түріне сәйкес келетін кадмийсіз, төмен температуралы күмісті дәнекерлеу мыстың шамамен 23% құрайды. Тізбекте дәнекерлі жалғанымның бар болуы тізбектің жалпы кедергісін аса арттырмайтыны шынайы; мұндай жағдайларда дәнекерлі жалғанымның сенімділігі маңызды фактор болып табылады! Біз байқағандай, жалғанымның ұзындығы үлкен болған сайын, ол кейбір бос орындарды қамту ықтималдығы жоғары. Бұл ықтималдық электр тоғын жүргізу үшін пайдаланылатын жалғанымдағы бос орын электр тоғы өту үшін қол жетімді тиімді алаңды қысқартатын фактіні көрсетеді. Нәтижесінде, егер жалғанымда бос орындар бар болса, онда ол арқылы электр өтуі процесінде ауыздықталған ыстық нүктелер дамитын факті күмән келтірмейді. Жалғанымда бос орынның бар болуын минимумға келтіру үшін тігіс айқассалының максималдық ұзындығы жалғанымның анағұрлым жіңішке элементінің қалыңдығынан 1,5 есе үлкен болмауы қажет. Бұл электр техникалық өнеркәсіпте көптеген жылдар бойы, және белгілі болғандай қалаулы нәтижені қамтамасыз ету үшін кеңінен пайдаланылып келе жатқан қағида.

3.2.6.6 Өздігімен бекемдеуші жалғанымдар

Осы тарауда әлі күнге дейін талқыланып отырған жалғанымдардың көбісі дәнекерлеу процесінде пайдаланатындықтан, олардың бекітуге орнатылатынында жоғары ықтималдық бар. Бұл бөліктерді дұрыс түзету қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің барлық уақыты аралығында қолдау алатынына кепілдеме беруі қажет. Дегенмен, өздігімен бекемдеуші жалғанымдар ретінде дәнекерлеу бойынша әдебиетте сипатталған жалпы бірқатар жалғаным жобалары бар. Муфталық жалғанымның құбыр құбырға мысалы мысалдың біреуі болып табылатыны анық. Басқа кеңінен пайдаланылатын мысалдар 3.14-суретте көрсетілген.

4. Қоспа материалдар, флюс және қатты дәнекерлеуге арналған паста тәрізді дәнекер туралы негізгі ұғымдар

4.1 Кіріспе

Таза металдармен қорытпалардың өте үлкен мөлшерін қоспа материалдар ретінде пайдаланады. Егерде барлық әлемдегі пайдаланылып жүрген сан алуан материалдарды кестеге енгізетін болса, тізім мөлшермен 800 түрлі қоспадан құралатын болады. Қолданыстағы қоспа материалдардың осындай үлкен саны қолданылу саласының айрықша кең саласын көрсететіндігі және қосындылар түзу технологиясындағы қатты дәнекерлеулі дәнекерлеу процесінің әмбебаптылығын көрсететіндігі айқын. Дегенмен, өкінішке орай бұл сонымен қатар қатты дәнекерлеулі дәнекерлеу процесін қолданушы жаңа үйренушілердің, басқа да тәжірибесіз мамандардың жаңылысуына алып келеді.

Мұндай тізімді қарау, материалдардың көпшілігі өздерінің туыстастарынан аздаған ғана айырмашылығы бар қосылыстарға ие екендігіне байланысты мәселе одан да күрделене түседі. Талдау жүргізу барысында бір материал мен басқа материалдың арасындағы айырмашылық оны құрайтын элементтерінің кез келгенінің атаулы құрамына қатысты 0,5% немесе одан да кем болған жағдайда ғана мүмкін екендігі айқындалады. Қосылыстардағы мұндай аздаған өзгерістер, ережеге сәйкес сөз болып отырған, қатты дәнекерлеулі дәнекерлеу процесіне немесе материалдар қызметінің өнімділігіне практикалық тұрғыдан әсер етпейді. Мысалы, мысты-фосфорлы қоспадағы фосфордың тек 0,4% қана өзгерісі ағын жылдамдығының қасиеті тәрізді саңылауларды материалмен толтыру қасиетіне де үлкен әсерін тигізуі мүмкін (1-суретті қ-з).

Дәл осы себепке орай бұл кітап ұлттық және/немесе халықаралық стандарттардан болмаса дәнекерлеуге арналған материалдарды өндіруші

немесе жеткізуші болып табылатын компаниялардың әдебиеттеріндегі көрініс беретін берілген материалдың ықтимал қоспалары, солидус пен ликвидус мәндері туралы толық ақпараттар ұсынатын материалдарды дәнекерлеу кестелері берілген көптеген беттерден құралмаған. Алайда осы кітаптың соңындағы II қосымша олар UNS саны және AWS, JIS және EN1044 стандарттары тәрізді болған жағдайлардағы олардың баламаларына тоғыспалы сілтемелерді пайдаланумен, ISO 17672: 2010 көрсетілген қоспа материалдарға арналған код нөмірлері туралы толық ақпаратты құрайды.

Бұл кітап қатты дәнекерлеумен дәнекерлеу арқылы материалдарды біріктіру ғылымындағы жаңадан үйренушілерге қатысты болып табылатын және дәнекерлеу процесі туралы қосымша ақпарат алуға қызығушылық танытушы және олны қолдануға қабілетті адамдарға көмекші құрал ретінде жазылды. Кітап сонымен қатар екі компонентті дәнекерлеу барысында қиыншылыққа тап болған және оның себебі мен ағымдағы қиыншылықтардан шығу жолын іздестірушілер үшін де жәрдем беруге арналған. Адамдардың бұл екі тобының да ең жоқ дегенде өзінің жұмыс орнында қоспа материалдар мен флюстің шағын қоры бар және олардың өкімінде өз дәнекерлеулерін жеткізуші сауда компаниясының әдебиеті бар болуы әбден мүмкін. Мұндай сауда әдебиеті әдетте сол сауда компаниясы ұсына алатын дәнекерлеу материалдары мен флюстардың кестесіне толық бірнеше беттен құралады. Мұндай кестелердің барлығы дерлік нақты материалдар балқымасының құрамы мен аралығын және көбінесе олар сәйкес келетін ұлттық немесе халықаралық стандартты көрсетеді. Нәтижесінде сіз мұндай көптеген ақпараттардың ішінен сіздің компанияңыз сатып алатын және де сіз қолданатын материалдардың балқытатын диапазондары мен құрамы туралы толық ақпараттар таба аласыз.

Сәйкесінше, осы бөлімнің келесі беттерінен оқырмандар дәнекер материалдардың кең қолданысты жеті тобының әрқайсысынан түсіндірме табады және нақты материал немесе материалдар тобына ие және де топтан табылуы тиіс қандай да бір ерекшеліктерге тоқталады. Сонымен бірге төменде көрсетілген 1 ден 7-ге дейінгі топтар ISO 17672/2010 дәнекер материалдарға арналған халықаралық стандартын құрайды. Осы кітаптағы кез келген мәтіндегі нақты қоспа материалды анықтау қажет жерде, егер бұл материал ISO стандартпен қоспа материал болып танылған болса, ол ISO 17672/2010 ерекшеліктегі ресми тағайындаумен қолданумен сәйкестендіріледі; сондықтан да осы кітаптың оқырмандары үшін жеке пайдалану мақсатында бұл Стандарттың көшірмесін алу ақылға сыйымды болмақ.

Материалдардың жеті ортақ тобына келесі материалдар кіреді:
Алюминий дәнекерлер
Күміс дәнекерлер
Құрамына күміс қосылған және күміс қосылмаған мыс-фосфорлы дәнекерлер
Мыс қоспа материалдар
Никель жоғары температуралы қорытпалар
Палладий қоспа материалдар
Алтын қоспа материалдар

4.2 Алюминий негізді қоспа материалдар

Алюминий дәнекерлеуге арналған қоспа материалдардың барлығына қатысты қызықты дерек бар, қолайлы материалдарды таңдау шын мәнінде барлығы қорытпаның алюминилі-кремнилі бинар жүйесінен алынған жеті қосындысымен ғана шектеледі. Әрине, әр материалдың аздаған нұсқалары жеке қолданыста болады, алайда шындық былайша, материалдардың 13 қоспасы ISO 17672: 2010 стандартталған және олар туынды болып санала алады және сондықтан да оларды бұл арада талқылаудың қажеті жоқ. Дегенмен, топтар үш қосалқы топтарға ие деп санау қабылданған. Флюспен қолдануға ұсынылған жеті материал, негізгі компонент ретінде магнийді құрайтын бес материал бар және сондықтан да вакуумдық дәнекерлеу барысында қолдану үшін және құрамды өзіндік ерекшелікті бір материал ерекше ұсынылады.
Қоспа материалдар, флюс және қатты дәнекерлеуге арналған паста тәрізді дәнекер туралы негізгі ұғымдар. Магнийдің үлкен көлемін құрайтын негізгі материалдарды қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін Құрама Штаттарда ғана қолданылуы мүмкін 97,3% магний, 2% мырыш, 0,7% марганец, бұл дегеніміз аталған материал алюминийді дәнекерлеу үшін толықтай жарамсыз деген сөз.
Алюминий дәнекерлеу туралы ерекше және қызықты факторлардың бірі қатты дәнекер қосындыға жекелеген алдын ала дайындама, сым немесе тілмелер ретінде үнемі қолданыла бермейтіндігі, алайда дәнекерленуі тиіс құрылмалық материалдардың бірінің құрамдас бөлігі ретінде қатысатындығы туралы дерек болуы ықтимал (8.5 суретті қ-з). Бұған өндіріс барысында оған металлургиялық бекітілген қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған қоспа материалға ие, бүктелген тілмені алюминийге арналған төсем ретінде пайдалану есебінен қол жеткізіледі. Жалпы алғанда өзгеше болмаса да, дәнекер қабаты алюминийлі беттің бір жағында ғана орналасады. Дәнекер материалды жағудың бұл әдісі

әсіресе алюминий түтіктер мен қатпарлы жылу алмастырғыштар, радиаторлар мен конденсаторлардың біліктері өндірісі барысында қолданылады. Аталған құрамдастар мырышталған бет түйісу сызығындағы жабық алюминиймен тікелей түйісуде орналасатындай етіп құралған. Сәйкесінше, балқыту барысында қорытпа ағады және қажетті қоспаны алу үшін алюминийді дымқылдандырады. Алюминий автомобиль жылу алмастырғыштардың үлкен көлемін әзірлеу мәселесі 9-Бөлімде «Өнеркәсіптегі дәнекерлеу процестерін қолдану» (екінші басылым) тарауында неғұрлым толығырақ талқыланады, сондай-ақ бұйымның салыстырмалы түрде күрделілігі туралы негізгі ереже анықтама шегінен шығып кетеді және нәтижесінде бұл процесс 8-Бөлімде қысқаша ғана аталып өтеді.
Оқырмандар үшін бұл материалды дәнекерлеу әлеуетті түрде өте күйгелек іс болып табылатындығы туралы ертегіні жою маңызды болмақ. Автор алюминий дәнекерлеу күрделі емес, алайда ол қатты дәнекермен дәнекерлеуден ерекшеленетіндігін растау мүмкіндіген ие болғандығына қуанышты, мысалға алатын болсақ жұмсақ болат немесе вольфрам карбиді. Салдар ретінде алюминий дәнекерлеудегі жаңа үйренушілерге неғұрлым пайдалы болатын ұсыныстар туралы ескертемін:

Ешқандай көмек алу мүмкін болмаған жағдайда нұсқаулықты оқыңыз.

Сізден алюминий немесе оның балқымаларының бірін дәнекерлеуді өтінген кезде бұл нақылды еске түсірудің орындылығын байқайсыз.

4.3. Күміс қоспа материалдар

Бұл топқа жалпы саны 35 материал енеді және төменде сипатталғандай 4 қосалқы топқа жеңіл бөлінеді.

4.3.1 Күміс-мыс-мырыш-қалайы дәнекерлері

Тоғыз қорытпадан құралған бұл топ алғашқы рет Құрама Корольдікте 1960 жылдардың басында кадмий қорытпалары үшін өсіп келе жатқан өнеркәсіптік қажеттіліктерді қанағаттандыру үшін әзірленген. Құрамында «кузендер» бар олардың кадмийі кадмийді қолданумен байланысты, улылығы мәселесіне орай жазаға ұшырады. Бұл сұрақ 4.3.-Бөлімде қозғалады, ал неғұрлым толығырақ 1 Тараудың 1.4-Бөлімінде айтылады.

4.3.2. Күміс-мыс-мырыш дәнекерлері

Он күміс-мыс-мырыш топтастары, олардың үшеуі «мырышсыз» «бейтаныспен» бірге дәнекерлеу процесіндегі тегіс тігістің түзілуін арттыру үшін кремнийдің аздаған қосылысын құрайды.

Күміс-мыс-мырыш материалдары алғашқыда 1860 жылдары әзірленген және салынған бірінші трансатлантикалық телеграф кабеліне жағуға арналған қатты дәнекермен өнеркәсіптік дәнекерлеуде қолданылды. 19-ғасырдың соңында бұл материалдар булы турбина және әскери кемелер өндірісіндегі сымды бандажды қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін салыстырмалы түрде кеңінен қолданыс тапты. Қазірде, қосылыстардың бұл түрін қолдануға тырыспайды да, алайда бастапқыда олар зергерлік бұйымдардағы стерлинг күмісті қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қолданылатын 67% күмісті құрайтын (ISO стандартқа кірмейді) осы қорытпа жүйесінен материалдар сериясына негізделген. Бұл Құрама Королдікте, сонымен қатар басқа да елдер қатарында әзір зергерлік бұйым оның стерилинг күмістен әзірленгендігін растайтын Ұлттық Клеймге ие болуын талап етеді және Клеймен Конвенциясы жазылған елдердегі заң қоспа материалдың құрамындағы күміс кем дегенде 67% болуын талап етеді, бұл элемент оның құрамындағы күміс талап етілген сапа стандартын қанағаттандыратындығын растайтындай етіп таңбалануы тиіс.

Материалдардың бұл тобынан табуға болатын бейтаныс 72% күміс, мыс қорытпасында 28%. Бұл күміс-мыс жүйесінің эвтектикалық құрамына ие. Ол инженерлік қолдануларға арналған ауыр электронды машиналардағы клистрондар мен магнетрондарды пісіру-дәнекерлеуде кеңінен қолданыс табады, жекелей алғанда вакуммдағы қатты дәнекермен дәнекерлеу қадамы және тағы бір қоспа бұрын жасалған, мысалы 1000 °С артатын жұмыс температурасына ие күміс-палладилі қорытпа жүзеге асырылуы тиіс жағдайларда. Мұндай жағдайларда күміс-мыс эвтектика ағын температурасына ие болған жағдайда, оны тек қана 778°С оны қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған қадамды дәнекерлеу операциялары барысында қажетті екінші жұмыс кезеңі үшін тартымды таңдау жасайды.

Мұндай жағдайлар барысында күміс-мыс эвтектикасы ағын температурасына ие болатындығы дерегі оны қатты дәнекермен дәнекерлеудің қадамдық операциялары барысында қажетті екінші жұмыс кезеңіне арналған тартымды таңдау етеді.

4.3.3 Күміс-мыс-мырыш-кадмий дәнекерлері

Мырыш-кадмий-күміс-мыс қорытпасы жүйесінің негізінде дәнекер құрайтын жеті кадмий топтастары.
Құрамында кадмийі бар тәрізді кадмийі жоқ материалдар да барлық әлем
бойынша 1930 жылдардан бастап қол жетімді болды. Алайда, қазірде кадмий оксиді түтінінің адам өкпесіне канцорегенді әсерінің дәлелденуі себебінен құрамында кадмий бар дәнекерлер Еуропалық Одақ (ЕО) шегіндегі кез келген жерде сату үшін қол жетімсіз. Қысқасын айтқанда 2011 жылғы 10 желтоқсаннан бастап кадмий құрамдас қоспа материалдарды сатуға тыйым салынғандықтан, ЕО шеңберінде қызмет етуші инженерлік қызметкерлер үшін таңдау жасау бұрынғысынша кең көлемді емес. 4.2.1 және 4.2.2. бөлімдердегі көрсетілген топтастардың материалдарының бірін қолдану айқын шешім болып табылады.
Аталған деректер кадмий мойын тіректерден шығатын түтін қолдану кезінде мәлім болғандай денсаулыққа күрделі зиян туғызатындықтан ықтимал шегінен шықпайды, ерте ме кеш пе олар ЕО шегінен тыс жерде жұмыс істейтін өндірушілердің сауда әдебиетінен жоғалып кететін болады.

4.3.4 Құрамында кадмийі жоқ арнаулы мақсаттағы құрамында күміс бар қатты дәнекерлер

Мамандандырылған кадмисіз күміс дәнекерлердің барлығының құрамында никелі бар, сонымен бірге үш жағдайда марганецті құрайтын тоғыз түрі болатындығын атап өту қажет. Қоспа материалдардың бұл тоғыз түрі құрамында күмісі бар қоспа материалмен дәнекер талап етілетін жағдайлардағы вольфрам карбидін дәнекерлеу үшін арнайы ұсынылады.
10 мамандандырылған кадмийсіз қорытпа бар, олар 85% күміс, 15% марганецке және 960°C-970°C балқу диапазонына ие. Бұл құрамында бос мыс жоқ, дәнекер қосындылар ережеге сәйкес олардың жұмыс ортасында аммиак әсеріне ұшырайтын тот баспайтын болатты дәнекерлеуге ғана қолданылады.

4.4Өздігінен флюстеуші мыс және күміс-мыс қорытпалар

Мыс және балқымаларды қолданған кезде оның негізінде негізгі материал ретінде қарастырылатын болса онда жарамдылық пәніне

қарастырылатын бірінші материалдар мыс-фосфорлы және күміс-мыс-фосфорлы қорытпалапр топтастарының мүшесі болып табылады.
Бұл топтастар ISO 17672: 2010 Стандартына енгізілген жалпы саны 17 қорытпадан құралады және олар 3 қосалқы топқа бөлінуі мүмкін:

Құрамында күміс бар
Құрамында күміс жоқ
Өзінің құрамында аздаған никель, қалайы немесе сүрме дағына ие болатындар.

Бұл материалдардың басым көпшілігі солидустан жоғары, алайда материал ликвидусының көрсетілген мәнінен көп төмен жұмыс температурасына ие болатындығы дерегі қызықты дерек. Бұл аталған материалдар ағу және қорытпа солидус-ликвидусының жалпы аралығынан жиі 50% мөлшерді ғана құрайтын температура барысында қосуды жүзеге асыру мүмкіндіктеріне ие, жеткілікті түрде ақпа болу процесіне ие болатындықтан болады (2.7-Суретті қ-з).
Фосфордың құрамында күмісі жоқ қорытпалар топтастарына әсері келесіден құралады:
Фосфордың құрамы неғұрлым жоғары, материалдың созылымдығы соғұрлым төмен
Фосфордың құрамы неғұрлым жоғары, балқытылған қорытпаның ақпалығы соғұрлым төмен
Фософордың құрамындағы шағын ғана өзгерістің өзі ақпалық пен жұмыс температурасының екі көрсеткіштерінің де үлкен өзгерісіне алып келуі мүмкін (1.1-Суретті қ-з).

Осы суреттен қалай айқын көруге болады, бұл жүйе 8,25% фосфор-91,75% мыс қосындысында эвтектика материалына және 707°C балқу нүктесіне ие болады. Сонымен бірге, егер фосфордың құрамы 7,7% дейін өзгеретін болса, қоспа материалдың балқу диапазоны700°C-830°C құрайды және фосфор құрамының әрі қарай 0,7% дейін өзгерісі барысында қорытпаның балқу аралығы 707°C-870°C болады. Бұл барлық үш жағдайда балқытылған қоспа материалдың өнімділігінің ерекшелігі үлкен болады.

Балқудың бірегей нүктесіндегі материал су тәрізді ағатын болады
800°C температура барысында материал ағатын болады, алайда аздаған қосынды түзу процесіне ие болады
860°C барысында материалдың ақпалық қабілеті 800 ° C температура

барысындағы осы қасиеттермен салыстырғанда үлкен мөлшерде төмендейді

Мұның барлығы қоспа материалдың ақпалық қасиеті көбінесе дәнекердің нақты қоспа материалының солидус пен ликвидус температуралары арасындағы айырмашылық есебінен реттелетіндігін білдіреді.
Дегенмен, қоспа материал аққан кезде, ол сонымен бірге ол ағатын материалдың сыртқы бетін дымқылдандыратындығын және дымқылдандырудағы басты факторлардың бірі балқытылған материал өзінің қозғалысы барысында материалдың аздаған көлемін ерітетіндігін есте сақтаңыздар. Бұл мыс бойынша ағатын балқытылған металдың құрамы оның кейбір бөлігін ерітетіндігін білдіреді. Берілген мысалда бұл нақты түрде, материал балқи бастағаннан ақ мысты еріте бастайтындығын білдіреді.
Бұл ондағы мыс құрамын өте жылдам 92% дейін жоғарылатуға алып келеді және оны 1.1-суретте көруге болатындай 92% мыс, 8% фосфор қорытпасы 707°C-750°C мөлшеріндегі балқу диапазонына ие болады.
ISO 17672: 2010 Стандартында атап көрсетілген бұл топтастардың бастапқы 13 материалы жекелеген флюсті пайдаланудың қажеттілігінсіз ашық ауадағы мыс дәнекерінде қолданылған болуы таңқалдырады. Істің мәні бойынша бұның барлығы материалдардың бұндай нақты дәнекерлері мұндай қолданулар үшін пайдаланулар барысында өз бетімен флюстелуші болады.
Істің мәні бойынша бұның барлығы материалдардың бұндай нақты қоспалары мұндай қосындылар үшін пайдаланулар барысында өз бетімен флюстелуші болады.
Флюстің тікелей әсері механизмін 1950 жылдың аяғында американдық және еуропалық қоспа материалдардың ірі өндірушілер қатарының R & D департаменті зерделеді. Осы жұмысты жүргізу барысында қорытпаның бұл түрі балқыған кезде бұрын балқытылған қорытпадағы фосфор ауа оттегімен реакцияға түседі және фосфорпентоксидіне айналады(P_2O_5). Пентоксид мыс оксидін ерітуге қабілетті мета-фосфат мыс қожының түзілуімен негізгі материал бетінде мыс оксидімен реакцияға түседі және осылайша шын мәнінде де флюс ретінде тиімді түрде жұмыс атқара алады. Алынған қож қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің аяқталуы барысында түйіспеден жеңіл көруге болатын сұр қоспа түзеді. Бұл қож қаншалықты қосынды немесе негізгі материалдың коррозиясын туғызбайтындықтан оны қауіпсіз түрде жұмыста қалдыруға болады. Дегенмен де эстетикалық себептерге орай ол көбінесе механикалық тұрғыдан жойылады!

Бұл материалдар сонымен бірге күміс қатты дәнекермен флюссіз дәнекерлеу үшін де, ал мыс-қалайы қорытпалар үшін қалайының құрамы 6%кем болмайтындығы шартында қолданыла алады. Дегенмен әдеттегі жез бұл материалдармен тек қана флюспен үйлесімділікте ғана дәнекерленеді. Жезді қалпына келтіруші атмосфералы пешті қолдану жолымен флюссіз дәнекерлеуді жүзеге асыруға тырысу ұсынылмайды. Бұл нақты қосындыларда күрделі техникалық қиыншылықтардың бірнеше қатары болғандықтан болады. Олар осы жерде талқыланбайды, алайда 9-бөлімде неғұрлым толығырақ қаралады. Оқырмандарға аталған рәсімді жүргізу барысында туындауы мүмкін кедергілер туралы кейбір түсініктер алу үшін 9.4-Бөлімге жүгіну қажет болады.

4.5 Дәнекерлеуге арналған мыс қоспа материалдары

Дәнекерлеуге арналған мыс қоспа материалдары ISO 17672: 2010 Стандарты шеңберіндегі үш жекелеген секцияларға бөлінген материалдар тобын көрсетеді.

Жұмсақ металдар мен тот баспайтын болат қалпына келтіруші атмосферасы барысындағы пеште дәнекерлеу қорытпалары
Жез дәнекер тәрізді кең танымал қорытпалар
Тек қана қатты дәнекермен MIG дәнекерлеуге арналған қолданылушы қорытпалар
А бөліміне енгізілген тоғыз материалдың жетеуі мыс негізіндегі материалдар болып табылады, олардың көпшілігі 96% жоғары мыс құрамына ие. Бұл материалдарды «қалпына келтіруші атмосферадағы мысты дәнекерлеу» тәрізді кеңінен танымал процесте, ал кейде жай ғана «мыс дәнекер» процесінде пайдалану ұсынылады, аталған процесс атмосфераның бақыланушы қысқаруы барысындағы пеште болаттың барлық түрлеріне жүргізілуі мүмкін.
Тазалық дәрежесінің неғұрлым жоғары болуы себепті, сонымен қатар ұшпа элементтерді, сонымен қатар кем дегенде 99,95% заттекті құрайтын материалды жою қажеттігі себепті, мысты болат және/немесе вольфрам карбидінен қатты дәнекермен дәнекерлеу вакуумда жүргізілуі тиіс болған кезде мыс қоспа материалдың дұрыс таңдауы болып табылады. Ең дұрысы барлық жағдайларда бұл қоспа материалдарды бөлме температурасы барысында 0,075 мм дейін тартылу диапазонында ауысуы мүмкін қоспа саңылауларымен үйлесімділікте пайдаланған жөн болады.
Бұл сериядағы басқа екі материал мыс-қалайы қорытпалары болып

табылады, олардың біреуі 910°С-1040°С балқу температурасымен 6% қалайыны құрап тұрған кезде, басқасы 12% қалайыны құрайды және 825°С-990°Сбалқу температурасына ие болады. Олардың кеңейтілген диапазондарын ескерумен бұл материалдың екеуі де қыздыру жылдамдығын баяулату әсері барысында сұйылтуға ұшырайды. Циркуляция туралы құрамында қалайының болуына байланысты бұл материалдардан әзірленген қосындылар егер қосынды пайдалану процесі барысында тербеліске ұшырайтын болса мерзімінен бұрын қатардан шығатындығын болжайтын әңгіме де бар. Егер қажулық бұзылыстың басталуы туралы қандай-да бір дәлелдеме бар болса, егер тігістер пайдалану процесіндегі тербеліске ұшыраған болса, онда 12% қалайыны құрайтын қорытпа өзінің туыстасы, тек қана 6 % қалайыны құрайтын қорытпаға қарағанда бұл механизммен неғұрлым үлкенірек зақымдалуға ұшырайды.

Неғұрлым позитивті нотада біз 97% мыс, 3% никель қорытпасына көшеміз. Бұл материал 1960 жылдардың ортасында жылу алмастырғыштардың құрамдастары үшін тот баспайтын болат металдардың жаңа туыстасын қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін, алайда тек қана тігіс саңылауы 0.025-0.15 мм диапазонында түрленетін жағдайлар үшін әзірленген. Автор жеке өзі тартылған ғылыми-зерттеу жобасы өз жұмысын жылдам бастаған. 2 аптадан артық уақыт ішінде жоба, бастапқыда 1,129,715 Ұлыбританияның патенттік сипаттамасына енгізілген және қазіргі уақытта ISO 17672: 2010да Cu 186 ретінде стандартталған материал дамуымен аяқталды.

Материалды әзірлеу басталғаннан кейін жылдам уақытта жүргізілген эксперименттер сериясында төтенше жағдайларда ол саңылауларды 0,70 мм дейін жабуға қабілетті екендігі анықталды. Қатты дәнекермен дәнекерлеу бойынша бірде бір салмақты маман мұндай кең тігістерді дәнекерлеу үшін қорғаныстық атмосфералы пешті қолдануды ұсынбаса да бұл материал мәлім болғандай бұл жағдайларда тұрақты қосылыс береді.

4.5.1. Мыс бұйымдарын дәнекерлеу

ISO 17672: 2010 стандартталған мыс дәнекердің жеті түрі өте ұқсас қосылыстарға ие болады, сәйкесінше олардың қызмет көрсету өнімділігімен қатты дәнекермен дәнекерлеу сипаттамалары көбінесе ұқсас. Бұл арада кремний мен марганецтың бірінің немесе екі құрамдасының да аздаған ғана өзгерісі неғұрлым үлкен жетілген материалдардың өндірісін қамтамасыз ететіндігі туралы тағы да бір

әңгіме туындайды. Мұндай мәлімдеу-таза гипотеза екендігін айту да жеткілікті. Барлығы айтылғаннан және жасалғаннан кейін бұл қорытпалар бірінің екіншісімен балқытылуы диапазонында салыстыру бойынша жай ғана өте шағын вариациялы альфа-бета-жезбен қатар қалады.

Алайда бұл материалдар қол және мүгедектер арбасы және кәдімгі велосипед шаңқалары тәрізді әртүрлі бұйымдарды ашық жалында қатты дәнекермен механизацияланған дәнекерлеуде кеңінен қолданылады. Осындай соңғы өнімдердің түрлерінде пайдалану процесінде туындайтын кернеу қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі уақытында қоспа материалмен дымқылдандырылатын біріктіру түйіспесі жағына қатысты онша үлкен емес.

Сонымен бірге үшінші құрамдастың маңызды қоспалары кейде осы негізгі қорытпаға жасалады. 0,5% дан 1,0% дейінгі кремнийді қосу қорытпаның бастапқы өндірісі процесіндегі балқытпаның қышқылсыздануын қамтамасыз етеді, дәнекерлеу процесіндегі мырыштың ұшпалыққа бейімділігін азайтады және әрине, алынған тігістің тегістілігін арттырады. Бұл соңғы әсер оның сулануын және жұмсақ болаттың бетімен ағуына көмектесуші қоспа материалдың біртіндеп өзін флюстеуші типінің қалыптасуының нәтижесі болуы мүмкін.

Кейбір адамдар қалайының аздаған көлемін қосу балқытылған қоспа материалдың ағынын күшейтетіндігін растайды. Бұл шындық болуы да мүмкін, алайда материалға қатысушы қалайы гальваникалық жабынды аздаған машақатты жағу арқылы олардың келесі өңделуін жасай отырып, түйреуіш басынан үлкен көлемдегі тігістің түзілуіне алып келетіндігі мәселесі сұрақ күйінде қалады. Марганец және никельді қосылысты 60/40 жез әдеттегі мыс-мырыш қорытпасына қарағанда, әсіресе Cu 773 сәйкес келетін материалды пайдаланған жағдайда неғұрлым мықтырақ болады.

4.5.2 ISO17672:2010 стандарты бойынша басқа, арнайы және мыс қорытпасы

20-ғасырдың соңында автомобильдік өнеркәсіптегі ең жоғары қолданыс тапқан дәнекерлеудің түрлендірілген рәсімі әзірленді. Бұл технологияның MIG технологиямен ұқсастығы айқын (инертті газ ортасындағы металды балқымалы электродпен имектеп дәнекерлеу) және сондықтан да ол MIG дәнекерлеу өндірісінің технологиясы деген атауға ие болды. Барлығы оның қолданылу қағидалары MIG технологияға сәйкес

4.1 КЕСТЕ

ISO 17672:2010–дағы MIG дәнекерге арналған (инертті газдағы балқыма электродпен) стандартталған материалдар

Нөмірі	Cu	Құрамы % салмағы бойынша Al Мин/Макс	Fe Мин/Макс	Mn Мин/Макс	Ni Мин/Макс	P Мин/Макс	Si Мин/Макс	Sn Мин/Макс	Zn Мин/Макс	Барлық қоспасы	Балқу аралығы интервал Қатты °C	Сұйық °C
						Cu-Si-Mn						
Cu 511	Rest	Nil/0.01	Nil/0.03	0.1/0.4	Nil/0.1	Nil/0.015	0.1/0.4	0.5/1.0	Nil	0.1	1020	1050
Cu 521	Rest	Nil/0.01	Nil/0.1	0.5/1.5	Nil	Nil/0.02	1.5/2.0	0.1/.03	Nil/0.2	0.5	1030	1050
Cu 541	Rest	Nil/0.05	Nil/0.2	0.7/1.3	Nil	Nil/0.05	.7/3.2	Nil	Nil/0.4	0.5	980	1035
						Cu-Al						
Cu 551	Rest	4.5/505	Nil/0.5	0.1/1.0	1.0/205	Nil	Nil/0.1	Nil	Nil/0.2	0.5	1040	1075
Cu 561	Rest	7.0/9.0	Nil/0.5	Nil/0.5	Nil/0.5	Nil	Nil/0.2	Nil/0.1	Nil/0.2	0.2	1030	1040
Cu 565	Rest	8.5/11.5	05/1.5	Nil	Nil	Nil	Nil/0.1	Nil	Nil/0.02	0.5	1030	1040
						Cu-Mn-Ni						
Cu 571	Rest	7.0/8.5	2.0/4.0	11.0/14.0	1.5/3.0	Nil	Nil/0.1	Nil	Nil/0.15	0.5	945	985
Cu 595	Rest	Nil/0.5	Nil/0.5	11.0/14.0	1.5/5.0	Nil	Nil/0.1	Nil/1.0	Nil/1.0	0.5	965	1000

Ескертпе: Барлық типке қолданылатын ең жоғары қоспашегі(*% салмақбойынша*) Cd: 0.010 жәнеPb 0.025

келетіндіктен, сегіз мамандандырылған мыс балқымалары толтырушы материал ретінде пайдаланылатындығы туралы және табиғатында темірлі бастапқы материалдар қоспа сымдардың балқу процесіндегі балқымайтындығы мұның пісіру процестері тізіміне толықтыру емес, дәнекерлеу өндірісінің процесі екендігін бекітуге мүмкіндік береді. Бұл техникада қолданылатын қоспа материал шоғыры 4.1-кестеде келтірілген.

Электрдоғасы 1% көмірсу диоксидімен немесе оттегімен аздаған сұйылтылған таза аргон болып табылатын қорғаныстық газбен өзара байланыс жасай отырып, процесс үшін жылу көзі болып табылады. Процесс қаншалықты төмен температуралы пісіру технологиясы болып табылғандықтан оны мырыш тотығымен түтіннің үлкен көлемін бөлу қатерінсіз мырышталған болат тетіктердің қосындысы үшін қолдануға болады.

Қоспа материал (4.1–кесте) ережеге сәйкес 1,0 немесе 1,2 мм сым диаметрына ие болады. Сымның беру механизмі аз диаметрлы жұмсақ сыммен орындау мүмкіндігіне ие болуға арналған. Берудің мамандандырылған тісті роликтерін және төрт жетекті роликтерін қолдану осы мақсатқа жетуге ықпал етеді.

Қоспа материалды әзірлеу технологиясы саласындағы соңғы әзірлемелер флюсті білікті тігіссіз қоспа сымның пайда болуына алып келді, ол химиялық заттек есебінен белсенді аумақ шегінде қосынды беретін, өзгертілуге тұрақты және ең төменгі өңделуді талап ететін өнім. Аталған технологияларды пайдалану артатындығына күмән жоқ, ал кейбір автомобильдер үшін қосылудың басым тәсілі ретінде мыспен пеште дәнекерлеудің қалпына келтіруші ортасын толықтай орнына келтіре алады.

4.6 Жоғары температуралы никель (және кобальтты) қоспа материалдары

Қағида бойынша қатты дәнекермен вакуумдық дәнекерлеу технологиясында он сегіз никель және кобальт құрамдас қоспа материал (IS0 17672: 2010 стандарты бойынша) қолданылады, мұнда олардың дәнекерлеуден кейін коррозияға басым тұрақтылығы термотұрақтылықпен үйлесімділікте басымдық болуы мүмкін. Олардың жоғары температуралы қоспа материалдар ретіндегі сипаттамасы дәнекер үшін толықтай ақталған, себебі бұл материалдардың 15-і 960°C-1055°C диапазоны шегіндегі солидус мәніне және 1000 °C-1150 °C шегіндегі ликвидус мәніне ие болады.

Қалған үш материал мамандандырылған никель-фосфор қорытпаларын, көрсетеді, олардың екеуі эвтектика, біреуі 875°С барысында, келесісі 890°С барысында балқиды, ал үшінші қорытпа бұл серияда 880°С-950°С балқу температурасына ие. Дәнекерлеу барысында бәрінен бұрын қолданылатын материалдар ол тот баспайтын болат, сонымен қатар никель мен кобальт құрамдас суперқорытпалар. Көміртекті және төмен қосындыланған болат сонымен бірге егер дайын қорытпалардағы ерешке қасиеті талап етілген жағдайда пайдаланыла алады. Қағидаға сәйкес қатты дәнекермен вакуумдық дәнекерлеу бұл материалдарды қолдану барысындағы қыздыру әдісімен басымдық танытады, алайда олардың өте құрғақ сутегі атмосферасындағы тот баспайтын болат қолданылуы 18/8 пешпен дәнекерлеудің қалпына келтіруші ортасы үшін қолданылуы өте табысты болғандығы және автомобиль өнеркәсібінде пайдаланғандығының бірегей жағдайы бар (7-тарауды қ-з).

Материалдың бұл топтастарының құрамына орай туындайтын факторлар олар тек ұнтақ немесе паста түрінде қол жетімділігін білдіреді. Соңғы жылдары алайда, неғұрлым танымал құрамдардың кейбіреулері амфорлы қабыршақ түрінде қол жетімді болды.

Бұл төтенше жоғары жылдамдықта салқындату үшін балқыту пешінен түсетін металдың жіңішке сыздықтаған ағысын салқындату жылдамдығын қамтамасыз ете отырып, тікелей балқыту сатысында өндірілетін өнім түрі. Бұл қандай да бір металлургиялық кристалды торды құрамайтын қабыршақ типі бойынша өнімнің түзілуіне алып келеді, осылайша бұл материалдың құрылымы сұйықтыққа ұқсас. Материалдар пластикалық және металдарды әдеттегі өңдеу көмегімен ленталар мен преформаға өзгертілуі мүмкін.

Жақын өткен заманда никель құнының жылдам өсуімен байланысты оны ауыстырушы ретінде темірдің үлкен көлемі бар материалдар әзірленді. Бұл патенттелген материалдардың кейбірінің құрылымдық бөлшектері 4.2 кестеде келтірілген және олардың барлығы халықаралық деңгейде амфорлы қабыршық түрінде, сонымен қатар паста немесе ұнтақ түрінде қол жетімді.

Никель мен кобальт құрамдас қоспа металдардың белгілі сипаттарының көпшілігі полиморфті құрамына байланысты туындайды. Олардың ақпалық құрылымынан олардың 1400 ° С мөлшеріндегі балқу температурасына ие никель және никель-хром қорытпаларынан алынғандығы айқын болады. «Балқу температурасының төмендеуінің» шұғыл әсері қуатты депресанттық қоспаларды, бәрінен бұрын бор, кремний немесес фосфорды қосу жолымен алынды және олардың кейбіреулері қорытпалардағы қоспалар. Дегенмен кремний үлесін

4.2 Кесте

Амфорлы қабыршақ формасындағы кейбір темір құрамдасыстыққа төзімді қоспа материалдар

проприетарлы код №	Масса бойынша % номиналды құрамы								Балқу температурасы °C		Дәнекерлеу температурасы °C
	Ni	Fe	Cr	Mo	Si	B	P	Cu	Қатты	Сұйық	
2099	29	51	11.5	1.5	2.8	1.9	1.8	nil	935	1145	1170–1220
2106	44	35	11	nil	6.4	1.5	nil	1.104	1045	1155	1170–1220
2111	75.5	4.2	13	nil	4.5	2.8	nil	nil	970	100	1130–1200
2120	83.3	3	7	nil	4.5	3.1	nil	nil	970	1025	1030–1180
2135	61.4	28	nil	2	6.2	2.4	nil	nil	960	970	980–1180
2188	72.65	8.2	7.3	3	6.7	2.15	nil	nil	960	1070	1080–1200

есептемегенде олар тек қана никельді немесе колбальтті төмен интерметалды қоспа түрінде кез келген маңызды көлемде қатысады. Мысал ретінде Ni2P, Ni2B және Ni3Si алуға болады. Кейбір аспектілерде бұл қоспалар қоспа материалдың солидусына жақын температураға дейін баяу балқитын депрессанттың қатысуын бүркеу үшін қызмет етеді. Мысалы, олардың температуралық сипатын арттыру, балқу диапазондарын ұсынуға болатындықтан, әдеттегі никель немесе никель-хромнан ерекшеленсе де температураның түсуімен жылдам азаймайды.

300°С температурадан жоғары температура барысында қолдануға жарамсыз болуы мүмкін мыс немесе күміс негізіндегі қоспа материалдардан айырмашылығы никель негізді қоспа материалдарының солидус мәніне жақын пайдалы қасиеттерін сақтайды және мұқият бақыланатын бірнеше қолданулар ішінде нақты қолданған дәнекерлеу температурасынан жоғары.
Техникалық тұрғыдан никель және кобальт негізіндегі металдар никельмен кобальт арасында және бор, кремний немесе фосфордың бірінші кездесетін интерметалды қоспалардың арасында түзілетін эвтектика үшін материалдардың дәнекері ретінде пайдалану үшін жарамдылығына байланысты болады. Бұл металоидтар қосынды түрінде қатысатын болғандықтан, олардың сипаты өзгереді. Мысалы, фосфор құрамдас қоспа металдарға фосфор буының қысымы өте төмен және күрделі жағдайларда тым жоғары вакуумда балқытылған қалыпта. Қоспа металдардың кейбір басқа құрамдастары егер олар бар болатын болса арықарай балқу нүктесін азайтуға көмек бере алады. Мысал ретінде көмірсу мен марганецты алуға болады.
Интерметалды қоспалардың бар болуының маңызды салдарларының бірі дәнекерленген қоспа металл кейбір жерлерде төмендетілген созылымдық көрсетуі мүмкін, мысалы дәнекерленген тігістердегі осьтік сызықтарда және әсіресе галтелдердің дәнекерленуін түзетін қоспа материалдың артығы. Эвтектикалыққа дейінгі қосынды металоидтардың аздаған көлемін құрайды, сондықтанда олар өндіретін интерметалды қоспалардың көбінесе тығыздықтың арттырылуына байланысты басым болып табылады. Бұл дәнекерлеу процесіндегі туындайтын бақыланушы сұйылтудың ықтималдылығын арттырады, ол бұл қоспа материалдар үшін алдын ала орналастырудың сәйкес әдісін талап етеді. Мұндай тәсілдердің мысалдары түйіспенің барлық ұзындығы бойына электролиттік жабынды өзіне толықтай қадағаланатын қоспа металды немесе балама ретінде ағынның неғұрлым жоғары жылдамдығына қол жеткізу үшін ішкі батырмалы жырашықтарды алады. Қоспа

металл қосынды ішінде орналасқан сэндвич қосындыларды қолдану салыстырмалы түрде қатты болатын, дәнекерлеу шын мәнісінде қоспа материалдың ликвидус температурасынанда төмен болатын температура барысында қолжеткізілетін қоспа металдың балқу ұзақ температуралық аралығында жүзеге асырылуы мүмкін.

Дәнекерлеу барысында баяу балқитын депрессанттардағы пропорция әсіресе бор мен көмірсулар (егер бар болатын болса) бастапқы материалға шашырайды немесе басқаша түрде жүйеден шығады. Бұл қызмет бірнеше пайдалы әсерлерді қамтамасыз етеді: созылымдылығын жақсарту, қоспа металдың қайта ерітілу температурасын арттыру және сол қоспа металды пайдалану мен жиі қолданылмайтын екі сатылы дәнекерлеу.

Бұл дәнекерлеу қосындысындағы әртүрлі қасиеттер дәнекерлеу уақытын, сонымен бірге қосындыны әзірлеуде қолданылатын температураны өзгерту жолымен қол жеткізілуі мүмкін. 1-тарауда айтылып кеткендей негізгі металлмен балқытылған қоспа материалдың негізгі металмен жоғары металлургиялық өзара байланысы бастапқы материалдың эрозиясына алыпкеледі. Эрозияның қолданбалы дәрежесі қима жуандығына байланысты қатты өзгеретіндіктен жуан және жіңішке секциялар әдетте әртүрлі басқару тәртіптерін және қоспа металдардың әртүрлі қосындыларын талап етеді. Нәтижесінде бұл мақсатта «жуан» және «жіңішкеге» анықтама беру өте күрделі болады. Аталған қоспа материал үшін екі практикалық алмаспалы маңыздылар дәнекерлеу саңылауының мөлшерімен дәнекерлеу температурасына дейін нақты қыздыру жылдамдығы болуы мүмкін (яғни жұмыстағы тәсіл жылдамдығы).

Кейбір үйлескен құрылымдарда әзірлеуге рұқсатқа қарамастан бақыланушы саңылауды ендіруі қажет. Қағидаға сәйкес олар құралмалы кілтек ойығы немесе бұдырлау тәрізді құрастыру барысындағы формасы өзгертілген бөлігін пайдаланады. Сонымен бірге қарапайым пресстік отырғызулар неғұрлым ұзынырақ қосындылар арқылы енуді қамтамасыз ету үшін қоспа материалға алатын аздаған қуыстардың жеткіліксіздігінен құбырлардағы тігіс тәрізді қосындылармен шектелген.

Қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына ену жылдамдығы дәнекерлейтін пештің бағдарламасымен ғана анықталмайды, сондай-ақ өңделетін тетіктің жылулық салмағы есебіненде анықталады. Бірнеше бөліктен құралатын өртелетін материал үшін ену жылдамдығы жүктеме астындағы салмақпен және пешті ораудың жалпы тығыздығымен, соның ішінде қуатты тасымалдағыштың жылулық салмағымен де анықталады. Кейде кішкене зертханалық қоспалар процесінің жүзеге асырылуы

дәнекерлеу және қосылу барысындағы саңылаулардың өзгерісінсіз ірі тетіктерде мүмкін емес болуы ықтимал немесе қоспа металл қосындыларда толықтай мүмкін. Бұл өте маңызды сәт және мұндай жағдайларды назарға алу қажет (7-тараудың 162-бетіндегі үшінші және төртінші тармақтарды қ-з).

4.7 Платина тобы дәнекерінің сыныптандырылмаған қорытпасы

Платина тобының металдары салыстырмалы түрде сирек және қымбат 13 металдан тұрады. Олар балқу температурасының ұлғаюы тәртібімен орналасқан

Палладий (1554 ° С),
Платина (1772 ° С),
Родий (1963 ° С),
Рутений (2310 ° С,
Иридий (2447 ° С) және
Осмий (3030 ° С).

Бұл алты металл алтын және күміспен қатар бөлме температурасында қышқылданбайды және олардың барлығы техникалық әдебиетте «қатты дәнекерлеудің асыл металдары» ретінде жиі сипатталатын қоспа материалдардың құрамдастары ретінде қолданыс табады.
Тем не менее, только платина, палладий, серебро и золото из этих восьми элементов обычно содержатся в присадочных материалах, и только золото, серебро и палладий из этих восьми являются металлами, которые содержатся в качестве составных частей в любом из материалов, по стандарту ISO 17672: 2010. Тем не менее, ряд нестандартных сплавов, которые включают некоторые из этих элементов и имеют рабочие температуры, которые попадают в диапазон от 1200 ° С-1775 ° С и приведены в таблице 4.3; они доступны на международном уровне от ряда поставщиков.Платина тобының алты элементінің жеке жоғары балқу температураларына байланысты күміс немесе алтынмен бірге бұл элементтердің біреуін немесе бірнешеуін құрайтын қорытпаларды балқыту нүктелері ең аз дегенде 1200 ° С жұмыс температурасына ие.
Сонымен бірге бұл сегіз элементтен тек қана платина, палладий, күміс және алтын әдетте қоспа материалда болады және бұл сегіздің ішінен алтын, күміс және палладий ISO 17672: 2010 стандарт бойынша кез келген материалдың құрамдас бөлігі ретінде құралатын металдар болып табылады.

Сондай-ақ бұл элементтердің кейбіреулерін енгізетін және 1200 ° С-1775 ° С диапазонға түсетін жұмыс температурасына ие болатындар 4,3 кестеде көрсетілген;олар бірқатар жеткізушілерден халықаралық деңгейде қол жетімді

Олардың салыстырмалы түрде жоғары температурасына және олардың таза күйіндегі қол жетімділігіне байланысты (99,99% немесе одан артық) бұл материалдардың балқымалары температураға жоғары төзімділікті болады және қышқылдану мен пайдалану процесіндегі келесі химиялық индуцирленген коррозияға төзімділігімен ерекшеленеді. Платина тобының металдарын құрайтын қоспа материалдар баяу балқитын металдар мен олардың қорытпаларын вакуумдық дәнекерлеу үшін салыстырмалы түрде кеңінен қолданылады. Олар сонымен қатар стоматология мен зергерлік істе қолданыс табады. Өте жиі түрде қоспа дәнекерлер жоғары температура барысында қышқылдануға басым тұрақтылыққа ие болатындықтан алтын және күмістің бір немесе екі элементін құрайды.

4.3-кесте

Платина тобының жоғары температуралық қоспа материалдарын таңдау

Мөлшерлі жұмыс

Атаулы құрамы	температурасы (°C)
53% Алтын-күміс-палладий	1200
49% Алтын-күміс-палладий-платина	1300
65% Алтын-палладий-платина	1400
55% Алтын-палладий-платина	1500
100% Палладий	1560
45% Алтын-палладий-платина	1600
48% Палладий-платина-алтын	1700
100% Платина	1775

4.8 Құрамында асыл металдар бар ISO бойынша стандартты қоспа материалдар

Соңғы қырық жыл ішінде өнеркәсіптік обьектілердің технологиялық әзірлемелері, әсіресе аэрокосмикалық және электрондық өнеркәсіппен айналысатындарда үлкен көлемде жүргізілгендігі анықталған дерек. Осыған байланысты келесі талаптардың бірін немесе бірнешеуін қанағаттандыратын қоспа материалдар жиі талап етілді:

Балқытылған қалыпта материалдың ағуы немесе бұлғануына кедергі

келтіретін қоспалармен сыртқы беттік немесе көлемдік ластанудың жоқтығы және қорғаныстық ортада қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін вакуумдық пешті немесе кез келген басқа форманы қолдану.
Қосындының жоғары вакуум жағдайында әсерге ұшыраған кездегі төзімділігін қамтамасыз ету үшін жоғары температура барысында төменгі бу қысымына төзімділік.
Солидустың жоғары температурасы және сонымен бірге қажет жағдайда жақсы механикалық қасиет және орташа жоғарылатылған температура барысындағы қышқылдануға тұрақтылық.
Бұл талаптарға практикалық тұрғыдан ISO 17672: 2010 стандарты бойынша толтырушы ретінде палладий мен алтын элементтері бар қорытпалар пайдаланылатын барлық жағдайларда қол жеткізіледі. Ерекше болып ISO 17672: 2010 Палладийдың 485, 496 және 597 түрлері табылады, себебі барлық үш материал құрамында марганец болады (485Палладий жағдайында 5%, 496 Палладий жағдайында 30%, 597 Палладий жағдайында 3%). Марганец жеткілікті түрде жоғары емес температура барысында вакуум жағдайындағы әсер барысында қорытпаның балқытылған салмағынан буланатындықтан, бұл қорытпалар вакуумдық дәнекер жағдайында пайдалануға жарамсыз екендігін білдіреді. Дегенмен де олардың барлығы егер орта жеткілікті түрдегі төмен конденсация нүктесіне ие болатын болса қатты дәнекермен пешті дәнекерлеудің қорғаныстық ортасында әсері зор болмақ. Қатты дәнекермен пештегі дәнеркерлеу процесіндегі конденсация нүктесінің маңыздылығы 4-тарауда толық қарастырылады.
Өндіріс процесінде қатты дәнекермен дәнекерлеу кезінде немесе дайын қосындыны пайдалану процесінде мәселе туындататын элементтердің көмегімен дайын өнімді сыртқы беттік немесе көлемдік ластанудан тазартуды қамтамасыз етуге үлкен назар аударылады. Тексеру үшін материалдағы зиянды элементтердің бар болуын анықтау үшін талдаудың спектрографикалық әдістері қолданылады. ISO стандарты бойынша сәйкес кестелердің төменгі жағындағы ескертпе жалпы қолданыстағы Палладий мен Алтын кластарындағы қоспалардың ең жоғары ықтимал деңгейлерін көрсетеді. Қатты дәнекерлі вакуумдық дәнекерлеу қажет жағдайлар үшін немесе дайын қосындылар вакуум әсеріне ұшырайтын жағдайлар үшін бағалаудың екі ерекше тәсілі бар. Бұл кластарға қолданатын қоспа деңгейлері 4.4.-кестеде баяндалған.
ISO 17672: 2010 стандартында 272 Күміс үшін кестеде толтырғышты құрайтын күміс қатысты болады және 4.2-бөлімде талқыланады, асыл металдың жоғары тазалығының көптеген талаптарын қанағаттандырады және осы есептен кеңінен қолданылады. Алтын мен палладий құрайтын

қорытпалар 272 Күміске қарағанда кең қолданыс табады, себебі олар тек қана бу қысымы талаптарын қанағаттандырып қана қоймайды, сонымен бірге жоғары температура барысында басым механикалық қасиетке ие болады. Жекелей алғанда қорытпа құрайтын Палладий егер бастапқы материалдары молибден, вольфрам немесе никельдің бір немесе бірнеше элементтерінің недәуір көлемін құрайтын жағдайда түйіршіліктілігі себебінен сенімсіз қосылысқа аз ұшырайды.
Сонымен қатар, егер 287 Палладийге сәйкес келетін материал эвтектикалық болмаса, онда ол ақпалықтың ерекше сипатына ие болады және 272 Күмістен жасалатындардан кереметтей ерекшеленбейді және қатты дәнекермен күміс дәнекерлеу технологиясындағы неғұрлым танымал эвтектикалық қорытпа болып табылады. Басқа жағынан қарағанда Палладий 647 эвтектикалық және 1235 °C барысында жылдам ақ балқитындығына қарамастан ол салыстырмалы түрде баяу ағымды болып табылады.
Бұл никельдің салыстырмалы түрдегі жоғары құрамына 40% байланысты болады.

4.4-кесте
ISO 17672: 2010 стандартында атап көрсетілген палладий және алтын құрамдас қоспа материалдардағы қоспа құрамы

Шекті Еңжоғ.%Салмақ

Ерекше қоспа	**1-деңгей**	**2-деңгей**
Көмірсу	0.005	0.005
Кадмий	0.001	0.002
Фосфор	0.002	0.002
Қорғасын	0.002	0.002
Мырыш	0.001	0.002
Марганец	0.001	0.002
Индий	0.002	0.003
Барлық қалған элементтердің бу қысымы 1,3x10-3 болған кезде	0.001	0.002

Ескерту: Шамалы өзгерістер жасауға рұқсат етілген; ISP 17672:2010 көріңіз

Асыл қоспа металдар топтастарын қамтушы жұмыс температурасының диапазоны салыстырмалы түрде кең. Бұл фактор олардың дәнекерлеу процесінде пайдалану үшін неғұрлым бейімделгендігін білдіреді. Бұл әдіс бұрындары осы тарауда ескертілгендей қорытпаларды құру үшін

пайдаланылады, олар бірнеше қосындыларды құрайды және бір ретте дәнекерлене алмайды. Мұндай жағдайларда бірінші қосынды жоғары жұмыс температурасының тұрақтылығына ие қоспа материалдың көмегімен жасалады, келесі қосындылар үшін неғұрлым төменірек жұмыс температурасының тұрақтылығына ие қорытпалар пайдаланылады. Мысал ретінде магнетрондар және/немесе клистрондар өндірісі алынады. Мысалы, бірінші қосындыны құру үшін 483 Палладийге сәйкес келетін қорытпа пайдаланылады, екінші қосынды үшін 388 Палладий, сонымен қатар үшінші қосынды үшін 287 Палладий немесе 272 Күмісті қолданылуы мүмкін. Рәсімнің бұл типі қатты дәнекермен дәнекерлеудің әмбебап процесі ретінде сипатталаған. Алтын құрамдас қоспа материалдар Палладий құрамдас материалдардың механикалық төзімділігіне ие болмайтын кезде, олар коррозияға неғұрлым төзімдірек болады, ал Au 752 және Au 827 қышқылдануға тұрақтылық деңгейіне ие болса, бұл Палладий негізіндегі кез келген қоспа металдан басым түседі. Бұл екі қорытпа сонымен қатар жоғары температура барысында жоғары төзімділікке ие болады, сонымен бірге 500 ° С барысындағы 71,0 кг / мм2 тәрізді жоғарғы мән жазылған.

4.9 Дәнекер флюстері

Флюстің қызметі қатты дәнекермен дәнекерлеу циклының басындағы дайындамаларда қатысатын, сондай-ақ қыздыру процесінде түзілген тотықтарды еріту болып табылады.

Флюс таңдаумен байланысты басты ереже: ол балқуы тиіс, белсенді бола түсуі тиіс және қосындыларды құру үшін пайдаланылуы тиіс қорытпа солидусы температурасынан төмен емес, 50 °С төмен емес температура барысында тотықтарды ерітуі және қосынды процесіндегі пайдаланылуы тиіс қорытпа ликвидусы температурасынан жоғары 50 °С төмен емес температура барысында тотықтарды еріту қасиетін сақтауы тиіс.

Төмен температуралы күміс қорытпалар пайдаланумен қолдануға арналған дәнекер флюстері қағидаға сәйкес әртүрлі күрделі фторидтер, кейбір бор құрамдас қосындылар мен фторсиликаттардың әртүрлі басқа құрамдастарымен бірге калий фториді қоспасына жақын болады.

Араластыру барысында өндіріс процесінде бір-бірімен реакцияға түскен бастапқы химиялық заттектерінің салыстырмалы санын өзгерту жолымен флюстің әртүрлі сипаттары алынды. Флюс өндірісінің бұл аспектілері әлеуетті пайдаланушымен тереңдетіле түсіндіруді талап

етеді, алайда бұндай тартымды тақырыпты неғұрлым тереңірек зерделеу бұл кітапта ұсынылмайды. Алайда бұл мәселе қатты дәнекермен дәнекерлеу технологиясының бұл аспектіндегі қызығушылық танытқан оқырмандар үшін Дәнекер процесінлегі өнеркәсіптік технологиялардың екінші басылымында қарастырылады. Флюсті таңдау барысында бірінші қағидаларды қарастыру қажеттілігін атап өту, сонымен қатар келесі мәселелерді ескеру жеткілікті

- Қосындыға жататын бастапқы металдардың типі (тері)
- Қолданылатын болатын қатты дәнекермен дәнекерлеу
- Қыздырудың жоспарланған циклының ұзақтығы
- Қолданылатын болатын жылу көзі

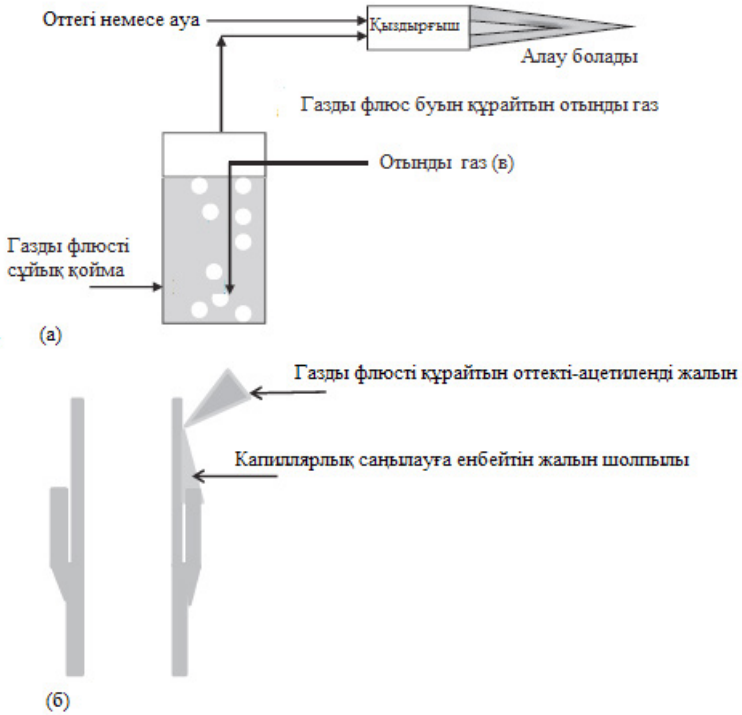
4.5-кесте
Ауада дәнекерлеу барысында қолданылатын флюс типі

Негізгі типі	Түсіндірмелер	Белсенді диапазон
Цезий-құрамд. Фторалюминат	Алюминийді с Al-Zn қоспа материалдармен дәнекерлеу	350–500
Хлорид - EN1045 типі FL10	Аллюминий дәнекерлеу үшін коррозиялық флюс	500–660
Фторалюминат - EN 1045типі FL20	NOCOLOK® процесінің көмегімен аллюминий дәнекерлеу үшін коррозиялық емес флюс	570–660
Хлорид-фторид - EN 1045 типі FH11	5% төменемес Al құрамдасмысқұрайтыналюминйдәнекері	500–750
Фтор - EN 1045 типі FH10	Төмен температуралы күміс қорытпаларын пайдалануға арналған жалпы тағайындаудағы флюс	550–800
Фтор Борат - EN 1045 типі FH11	Қолданылмайды, қалдықтары өте коррозиялы және жою төтенше күрделі	600–850
Фтороборат- EN 1045 типі FH10	Өлшемді жоғарылаған температурадағы болат пен вольфрам карбидін дәнекерлеу	600–1000
Борат - стандартталмаған	Жұмсақ болатты мыспен қоспа материал ретіндегі дәнекерлеу	750–1000
Метил-борат газды флюс -стандартталмаған	Жоғарыда көрсетілгендей	800–950

Бортотығы-борангидриды EN 1045 типі FH21	Н-р, 87%Cu–10% Mn–3%Ni қорытпа мыс негізінде жоғары температуралы қорытпамен бұрғылау станогімен воль-фрам карбидін дәнекерлеу	950–1250

Тігіс саңылауының мөлшері
Қолданбалы деп саналатын, қатты дәнекермен дәнекерлеуден кейінгі флюсті жою әдістері

4.5-кестеде 10 әдеттегі пайдаланылатын флюс типтері атап көрсетілген, олардың жетеуі EN 1045 еуропа стандартына сәйкес келеді.
Газды флюс: газ ағыны ұшпа ерітіндіде ерітілген бор қышқылы метил эфирінің ерітіндісі арқылы жалынмен қыздыруды (әдетте оттегімен



4.1-сурет(а) Газды флюсті пайдалануға арналған жүйенің сызбалық ұсынылымы және (б) газдыфлюспен жүктелген капиллярлық саңылауға жалынның енуі неліктен болмайтындығын көрсететін диаграмма.

немесе ацетиленмен) қолданумен дәнекерлеу барысында қолданылады, мысалы метилл спирті тәрізді (4.1. а және б суреттерінде көрсетілген). Отын-газды қоспа булардың кейбірін ұстайды және жалын жалындағы бор қышқылы метилл эфирінің барлығын білдіріп тұратын бриллиант тәріздес –жасыл түске ие болады.
Бораттың болуына байланысты жалын флюстің жеткілікті түрдегі жақсы қасиетіне ие болады және дәл осы ерекшелік оның пайдаланушылар арасындағы танымалдылығына ықпал етеді. Әрі қарай флюстің осы әдісіне қатысты толығырақ 5.5.2-бөлімде сипатталған.

4.10 Қатты дәнекерге арналған пасталар

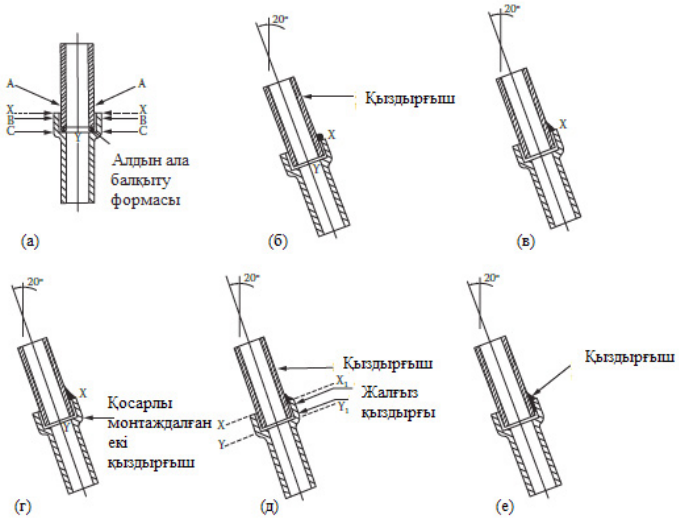
Қатты дәнекерге арналған пасталар бұл дәнекерлеу және химиялық нейтралды байланыстырғышқа арналған біртекті қоспалар. Сонымен бірге қатты дәнекермен пастамен дәнекерлеу ауада жүргізілетін болса ол сонымен қатар флюс құрайтындығы туралы болжам бар, жалғыз ерекшелік ол егер пастадағы қатты дәнекер қорытпасы өзі флюстелуші фосфор құрамдас қорытпалардың бірі болып табылатын болса, паста мыстан мысқа қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін пайдаланылуы тиіс.

Ауада дәнекерлеуге арналған паста пасталарды дәнекерлеуге арналған өтінімдердің жалпы көлемінен 10% артықты құрамайды. Көптеген жағдайларда пасталар пешті дәнекерлеудің қалпына келтіруші ортасында (75% мөлшерінде), алқалған 15% жағдайда қоспа материалдың пайдаланылатын типі никель негізіндегі жоғары температуралы қорытпалардың бірі болатын қатты дәнекермен жоғары температуралы вакуумдық дәнекерлеуді пайдалану қолданылады (4.6-бөлімді қ-з).

4.10.1 Пасталарды қолдануға арналған термограмма

Қоспа металдың көлемі бірлігіне пастаның нақты құны көбінесе қатты қорытпаның сол салмағына қарағанда 20% -25% жоғары болуы мүмкін, ауада дәнекерлеуге арналған пастаны пайдалану, дәнекерлеу автоматтандырылған машинада жүзеге асырылатын және шығу деңгейі сағатына 4000 түйіспеге жетуі мүмкін. Осылайша паста жұмысқа және қыздыруға автоматты түрде қолданылатындықтан және оның соңынан кетірілуі де автоматтандырылғандықтан біріктіру жылдам және оператордың кірісуінсіз жүзеге асырылады. Сәйкесінше қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған «ауадағы» паста қоспа материал да жылу көзі де тігістің бір шетінде орналасқан кезде шарт талап етеді.

Істің мәні бойынша сондықтан да қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін «ауадағы» пастаны қолдану қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін «ең үздік практиканың» әдеттегі ережесіне сәйкес келмейді, себебі:
Толтырғыш тігістің бір шетінде орналасқан болуы тиіс, ал жылу басқа шетінде қолданылады
Құбырды құбырға жалғау үшін қыздыру рәсімінің типтік жүйелілігі қоспа металл пастамен дәнекерлеу үшін роторлы станокта және 4.2-суретте көрсетілгендей жылудың қыздырылушы көзінде жүзеге асырылады. Бұл бөліктердің жағдайында құрамдастары нақты түрде



4.2-сурет(а) Қосынды түтігін дәнекерлеу барысындағы қоспа металл шығыршықты пайдаланудағы ұсынылған орналасу (b). Қоспа металл пастамен (c) бөлімде бірегей (a) сипатталған қосындыны дәнекерлеу барысындағы бірінші қыздыру құрылғысы үшін ұсынылған құрылғы. Бірінші қыздырғыш құрылғы барысында қыздыру аяқталуына орай паста X көрсеткіштер контурын қабылдайды (d). Жылу көзінің екінші қыздырушы құрылғыдағы мінсіз қалпы. (e) үшінші қыздырушы құрылғыда бөлікке жылу жеткізу пастада ағын туғызатындай және Y - Y1 жазықтығына бағыт бойынша төмен қосындыға тартылатындай орналасуы тиіс (f) Төртінші қыздырғыш құрылғыда бір қыздырғыш қоспа материалды балқыту үшін қолданылады. Үшінші станцияда құрылған термограмма салдарынан балқытылған қоспа металл ағатын болады және тігісті толтырады. қыздырғыш сипаттамасында өте мұқият бақылау аталған кезеңде үлкен мәнге ие болады. (b) және (f) панелдері жұмыстың аяқталуына қажетті төрт қыздыру құрылғысына ие роторлы машинамен қатты дәнекерлеумен қосынды құру үшін әзірленген болуы тиіс термограммалардың жүйелілігін көрсетеді.

бірге роторлы станокта дәнекерленді, стационарлық қыздырғыштарды қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қыздыру көзі отын ретінде табиғи газ бен ауаны пайдаланумен жүзеге асырылды. Машина тек қана бір адаммен басқарылды және әрбір алты минут сайын автоматты түрде бір станцияны екіншісіне индекстеп отырды. Бұл әрбір алты секунд сайын, яғни минутына 10 құрастыру, сағатына 600 баламалы, толықтай дәнекерленген құрастыру өндірісіне алып келді.

4.6 –КЕСТЕ
Пастаны қоспаматериал ретінде қолданатын дәнекерлеуге арналған нақты 10 сатылы автоматты роторлы машинаны пайдалану көрсеткіштері

1 - саты: Оператор тетіктерді қолмен жинайды және машинаға жүктейді
2 - саты: қоспа металл пастасынқұрастыруға автоматты түрде пайдалану
3- саты: Бірінші қыздыру құрылғысы
4- саты: Екінші қыздыру құрылғысы
5- саты: Үшінші қыздыру құрылғысы
6- саты: дәнекерлеу процесінің басталуы
7 - саты: қоспа материалды қатайту үшін мәжбүрлі ауамен салқындату
8 - саты:суды мөлшермен 200 °С дейін салқындату үшін ыдырату
9 - саты: машинадан дәнекерленген бөліктерін автоматты түрде жою
10 - саты: Қордағы саты.

Қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған қоспа материалдың құнын толықтай ақтайтын, тиімділігі жоғары өндіріс жүйесі қолданылып отырғандығы айқын. Әрбір сатыдағы жүргізілген жұмыс туралы ақпарат 4.6-кестеде көрсетілген.
Дәнекерленген бөліктер өндірісінде тек 9 белсенді саты қатысып тұрғанда неліктен 10 өңдеу сатысы жазылғандығын сұрау ақылға сыйымды болар ма еді? Бұл машинаға арналған станциялар санын таңдау градустың ісі болатын. Он саты индекстеу кестесінің перифериясының айналасы 36 ° қадаммен орналастыру үшін қажет, тозығы сатының бұрыштық жиілігі 40° болады. Алайда бұл жағдайда оператор тиімді түрде жүктеу-түсіру операцияларын орындай алатындай жүктеу сатысында қосымша уақытты қамтамасыз етуі үшін қажет болды.
Толықтай автоматты машина қолданылатындықтан оператордың үздіксіз қатысуы талап етілмейтін қатты дәнекермен дәнекерлеудің автоматтандырылғын технологияларының үлгілері бар екендігі де айқын. Дегенмен де біз алдыға қарай жылжимыз және мұндай машиналар 5-тарауда карастырылады.

5. Отпен дәнекерлеу

Бұл бөлімде отпен қыздырудың негіздері, жанарғының құрылысы және оның тиімділігі қарастырылады. Ол дәнекерлеуде жаңа үйренгендер үшін қолдану тұрғысынан, дәнекерлеуге арналған пештердің көп жалғаным түрлерін жасайтындығын білу қызықты болуы мүмкін, алайда дәнекерлеудің көбінесе пайдаланылатын процесі бұрынғыша отпен қыздыруды қолдану есебінен жүзеге асырылады.
Қатты дәнекермен отпен дәнекерлеудің негізгі танымал себептері келесілер:
• ол қыздырудың өте икемді процесі.
• отын газының өте үлкен сұрыпталымын қолдануға болады
• тіпті біршама білікті емес операторларда қол жанарғысымен дәнекерлеу кезіндеде жарамды нәтижелерді алады.
• жаңа жұмыс түрін жасау қажет кезінде баламалы термограммаларды әзірлеу өте жеңіл.
Қол жанарғысымен отпен дәнекерлеуге арналған құрылғы жеңіл тасымалданады.
Дәнекерді бөлменің ішінде жеңіл өткізуге болады.
Оның негізгі артықшылығы оның білдекте 2 минут толық өңдеу уақытында қол жанарғысы көмегімен орындалған бір реттік жалғанымдар үшін және жүйеден шығу жылдамдығы сағатына 4000 дәнекерленген құрастыруға жақындауы мүмкін болатын, барлық мүмкін мамандандырылған автоматтандырылған рәсімдерінен тұратын күрделі автоматтандырылған дәнерекерлеу жүйесі үшін қолданылуы.

Осыдан отпен дәнекерлеудің өте кең шоғырда қолданылатыны белгілі болды, сонымен қатар процестің түрлі мүмкіндіктері мен шектеулерін толық көлемде инженерлер мен технологтар бағаламаған. Кейде осы әдістің өте күшті әсерге жету үшін қолданылмайтындығын білдіреді.
Аталған өнеркәсіп саласында процесс екі нақты анықталған қолдану

аймақтарына ыдырайды деп есептеледі:

1. Қолмен отпен дәнекерлеу
2. Механикаландырылған отпен дәнекерлеу

Алайда, осы екі рәсім бір жалғаным процесінің екі түрлі тәсілі екендігі белгілі. Осы екі рәсімнің айырмашылығы талап етілген сапа деңгейіне және өндіріс көлеміне жету үшін қолданылатын түрлі техникалық күрделілік деңгейлерімен байланысты.
Егер қолданушы дәнекерлеу процесін механикаландыруды жоспарлағанда қолжетімді технологиялы мүмкіндіктермен ұйытылған болса, техникалық және экономикалық мәселелердің туындауы мүмкін екендігін түсінген жөн. Қолдан отпен дәнекерлеудің осы процесті қарапайым арбашада жасағаннан айтарлықтай күрделі емес. Өз кезегінде қарапайым арбаша алты немесе сегіз фазалық роторлық станокқа немесе тағыда басқаларға қарағанда технологиялық тұрғыдан жеңілдеу. Алайда, дәнекерлеуге арналған қол жанарғысын қолдану қарапайымдылығына қарамастан, осы процестің толықтай оператордың бақылауында болатынын еш ұмытпаған жөн. Ол әрқашан басымдылықта болмайтындығы, соның ішінде термограмманың біржалғанымнан екіншіге жаңғыру тұрғысынан жаңғырылуы белгілі!
Инженер-технолог дәнекерлеу кезіндегі іргелі фактіні ұмытпауы тиіс: ол көз алдынан негізгі мақсаттан айырылмауы тиіс (яғни қол жанарғысымен қатты дәнекермен дәнекерлеуді немесе қатты дәнекермен машиналық дәнекерлеуді қолданатын оператордың өндіруіне тәуелсіз, тиісті түрде дәнекерленген жалғанымның экономикалық тиімді және ықпалды өндірісінен).
Ол машинаны көптеген автоматтандыру құрылғыларымен жабдықтау қажет болатын жағдай болуы мүмкін; мысалы, дәнекерлеу үшін қыздыру бірнеше фазаларда орнатылған бір немесе бірнеше жанарғымен қамтамасыз етілсе және машина автоматтты түрдегі жүктеуден, автоматтандырылған қосындыдан, ауаны салқындату, сумен сөндіру және жүктеу орнынан тұрады. Мұндай машиналар айтарлықтай кең таралған құбылыс болып табылады, алайда түсінікті себептер бойынша олар қымбат болып табылады және бөлшек талдау 15 ай бойы есесі қайтарылатындығы көрсетілетіндіктен дәлелденеді. Осы фактіні сезіну қабілетсіздігі «барлығына қабілетті» машинаны сатып алуды ұсынған инженер-технологтың неліктен дәнекерленген қорытпа үшін технологиялық талап әр апта сайын дүйсенбіде кешкі сағат 4-те ғана жететіндігін басшылығына түсіндіре алмау жағдайына әкелуі мүмкін!

Пікірталастың бұл түрі инженер-технологтың көбіне басқа орында жұмыс іздеуге тура келетіндігіне әкеледі.
Алайда, бұл кітап, бірінші кезекте, жаңа үйренушілерге қатты дәнекермен дәнекерлеу кезінде нені жасау немесе жасамау қажет екендігімен және қыздырудың түрлі әдістерімен және технологияларымен танысуға көмек ретінде арналған. Сондықтан, қолмен қыздырудың негізгі ерекшеліктерін талқылауға өтпестен бұрын, біз қолдан отпен дәнекерлеуді сәтті қолданудың негізгі он ережесін қарастырамыз
Сонымен, сәтті қолдан отпен дәнекерлеу үшін арналған он алтын ереже!
Осы нұсқаулықты дәнекерлеудің алдында мұқият оқып танысыңыз.
Сіздің қолданғалы жатқан процеспен байланысты барлық әлеуетті қауіптер туралы хабардар болыңыз:
• дәнекерлеудің алдында сіз қолдануға жоспарланған дәнекерлермен флюстердің әрқайсысына арналған қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқаулықты оқып шығыңыз.
• сіз дәнекерлеу кезінде қауіпсіздік техника ережелерін сақтап жатқаныңызға көз жеткізіңіз.
• егер сіз оқығанның мәні туралы күмәндансаңыз, қоспа материалдардың және флюстердің жеткізушісіне кеңес алуға жүгініңіз.
3.Сіздің дәнекерлеуді жүргізіп жатқан орынның сәйкес және тиімді желденуі барекендігіне көз жеткізіңіз.
• Незігінде жергілікті сорып алатын желдетудің тиімді жүйесі болуы тиіс, шеберхананың жақсы желдетуіде маңызды талап болып табылады.
•ЕШҚАШАН кезкелген жабық кеңістікте немесе шектеулі желдетуі бар орындарда дәнекерлеуге тырыспаңыз (мысалы, сәкінің астында, бөлменің бұрышында және т.б.).
Тікелей өңделіп жатқан бөлшектің үстінен бастың деңгейінде ДӘНЕКЕРЛЕУГЕ БОЛМАЙДЫ. Ол сіздің денсаулығыңыз үшін әлеуетті түрде қауіпті, себебі ағынның және металдың әсерінен, қорытпа қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылған кезде оксидтік булар түрленеді. Осыдан сақ болған жөн
4. Бөлшектердің жинақталған кезде таза екендігіне көзіңізді жеткізіңіз.
• барлық жұмыс орындарының майдан, балшықтан, шамадан тыс қақ және май көлемінен таза екендігіне көзіңізді жеткізіңіз. Сақтамау сапасыз жалғанымдардың өндірісіне әкеледі және дәнекерлеу кезінде жағымсыз буланудың туындалуына әкелуі мүмкін.
• егер дәнекермен жалғанған бөліктер гальваникалық беттен тұратын болса өте мұқият болыңыз. Жабын бөліктен бөлініп қалуы әбден мүмкін және ол өте әлсіз жалғанымға әкеледі.
• өте сақ болыңыз және бөлшектердің кадмирленгенін тексеріңіз. Мұндай

бөлшектердің қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қызуы денсаулыққа өте қатты зиян келтіретін буларды түрлендіреді!
Дұрыс қоспа материалды таңдаңыз.
• сіз қолданғалы жатқан толтырғыш материалының сіздің жұмысыңыз үшін жарамды екендігіне көзіңізді жеткізіңіз. Егер сіз күмәндансаңыз, консультация алу үшін қоспа материалдың жеткізушісіне жүгініңіз.
• қорытпаның қаптамасын оның құрамындағыларын сәйкестендіру үшін тексеріңіз.
• қаптамамен бірге келетін, қоспа материалды қолдану бойынша ескертулер немесе нұсқауларға ерекше көңіл бөліңіз.
Дұрыс флюсті қолданыңыз.
• сіздің қолданғалы жатқан флюстің қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін ұсынылатын дәнекерлеуге сәйкес екендігіне көзіңізді жеткізіңіз. Егер сіз таңдаудың дұрыстығына күмәндансаңыз, консультация алу үшін жеткізушіге жүгініңіз.
• дәнекерлеуді бастамас бұрын, флюсті жалғанымның барлық бетіне қолданыңыз (бұл операция үшін сіздің шеберханаңызда жасалған пастадан фабрикалық паста жарамды.)
• дәнекерлей және флюс үшін бір жеткізушінің қоспа материалын қолданған өте маңызды.
Флюсті абайлап қолданыңыз.
• флюс ағзаға тиген кезде улы болуы мүмкін.
• флюс үшін шай, кофе, қант және т.б. сақтауға арналған құты түріндегі ескі контейнерлерді ешқашан қолданбаңыз.
• флюстің теріге, сонымен қатар кез келген жараларға немесе тіліктерге тигізбеуінен сақтаңыз.
• тығыз дәнекермен дәнекерлеуді бастамас бұрын қолыңызға жақсы сападағы қорғаныш кремді жағыңыз.
• флюсті қолданғаннан кейін, әсіресе егер сіз тамақтанатын болсаңыз және темекі шегетін болсаңыз әрқашан қолыңызды жууыңыз.
Жарамды флюсті қолданыңыз.
Қатты дәнекермен дәнекерлеудің барлық циклы бойы жалғанымның толықтай сақталуын қамтамасыз ету үшін жарамды флюсті қолдану өте маңызды.
Егер флюс азса, балқытылған қоспа қорытпаның ағымы нашардан нөлдікке дейін түрленеді.
Кейде жалғанымға ұнтақ флюстен жасалатын шағын контейнерге қоспа қорытпаның қыздырылған білігінің соңын батыру жолымен қосымша флюсті қосуға болады және кейін жапсардың аймағында қоспа металл біліктің соңына тиетін флюстің орнын ауыстыруға болады. Егер Сізге

қатты дәнекермен дәнекерлеу процесін тексерудің тұрақты элементі түрінде жасау қажет болса, сіздің жеткізушіңізден флюстің дұрыс түрін қолданып жатқаныңызды анықтап алыңыз.

• егер флюс жарамды болмаса, балқыған қоспа материалы бар ванна тікелей отпен қыздырудан қорғалмайды. Ол автоматты түрде артық түтін көлемінің туындалуына әкеледі. Сіздің қолданып отырған қоспа металдың түріне байланысты мұндай булар денсаулыққа қатты әсер тигізуі мүмкін!

Өңделетін бөлшекті мұқият қыздырыңыз.

Жалғаным аймағын бірқалыпты қыздырыңыз. Егер жалғанатын бөлшектер түрлі салмақта болса, онда екі бөліктің дәнекерлеу температурасына жетуіне кепілдену үшін алдымен аса ауыр бөлігін дәнекерлеген жөн.

Жалғанымды флюстің балқығанына дейін бірқалыпты қыздырыңыз. Қазір сіз тығыз дәнекермен дәнекерлеудің дұрыс температурасына жақындатыңыз.

Бөлшектерді бірқалыпты қыздыруды жалғастырыңыз.

Дәнекердің немесе өткізгіштің металл білігінен жалғанымның тесігіне дейін қозғалтыңыз. Ол отты қоспа металл білікке қолдану жолымен емес, компоненттерден шығатын жылудың өткізгіштігінің есебінен балқуы тиіс.

Ешқашан отты тікелей қоспа материалға бағыттамаңыз. Ол түтіннің қатты шығуына әкеледі, және денсаулыққа қатты әсер етуі мүмкін.

Дәнекерленген компоненттердің температураларын көтеру үшін жұмысты ЕШҚАШАН тікелей күн сәулесі немесе өзге қарқынды жарықтану шарттары кезінде жасамаңыз.

Егер Сіз күмәндансаңыз, сұраңыз!

Егер жоғарыда аталған тоғыз ереженің қайсыбіреуі түсінікті болмаса, дәнекерлеуге арналған шығыс материалдарының жеткізушісінен кеңес сұраңыз.

Бұл қыздыру нысанын:

•қажетті өндіріс көлемі салыстырмалы түрде төмен болып табылса

• ірі бөлшектердің бір-бірінен қашық орналасқан жалғанымдар топтамасының өндірісі талап етілсе

•күн сайын дәнекерлеу қажет бір-бірінен қашық орналасқан жалғанымдар топтамасының өндірісі

• тығыз дәнекермен дәнекерлеу температурасы 800 ° С аспаса қолданған жөн екендігін есте сақтау маңызды.

Осы процестің өте икемді болып табылатыны және оның негізгі басымдықтарының бірі болып табылатындығы туралы тұжырымдама

жасауға болады. Дегенмен, бұрын аталғандай, қатты дәнекер әдісі кемшіліктерінің бірі ол бірегей өндіріс пен дайын тігістің сапасының жылдамдығы әрқашан оператордың бақылауында болатындығы болып табылатындығын мойындаған жөн. Сөйтіп, өндіріс жылдамдығы мен дайын жалғанымдардың болуы әрқашан әртүрлі болатындығы қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің шарасыз сипаты болып табылады. Көрсеткіштердің өзгергіштігі қолмен дәнекерлеуші оператордың біліктігі мен тәжірибесіне тікелей тәуелді болады.

5.1 Жалынмен қыздыруы бар қолмен дәнекерлеу жанарғысы

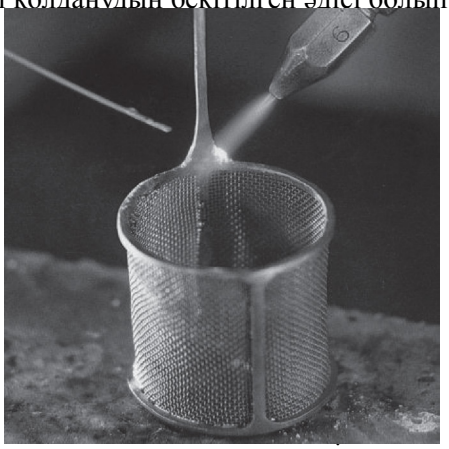
Жанарғылардың көбі жанарғының шүмегі арқылы берілетін отын газы мен ауа (немесе оттек) көлемін реттеу құралымен жабдықталады. Шүмекте жанатын газ қоспасының құрамы түрлендіріледі және осы процестің нәтижесінде оператормен басқарылады.
Өте көп жанғыш газ көлемінің болуы жалынның кірігуіне әкеледі, сондай-ақ өте аз көлем тотығатын жалынның өндірісіне әкеледі. Осы шектеулердің екеуі де ұнамсыз және одан сақтану қажет.
Әдетте, жалын газдың елеусіз құрамына дейін реттелуі тиіс. Алайда, осы түрдегі жалынды қолдану қоспа материалдың түбінде шағын газ көпіршіктерінің туындауына әкелуі мүмкін. Егер осындай жағдай болған күйде, олардың болуы бірқатар операцияларда қолайсыздық келтіруі мүмкін. Жалпы ережелердің тағы бір ерекшелігі қатты мыстан тұратын мыс-оксидін дәнекерлеу қажет, себебі бұл материал түрі мыс оксидінің дискреттік бөліктерінен тұрады (Cu2O). Өкінішке орай, мыстың шала тотығы жанарғының жалынындағы қалпына келтіретін газдың кез келген артықшылығына әсер ететін болады, ол қатты мыста келесі формулаларға сәйкес бытырайды:

$$Cu2O + H2 \rightarrow 2Cu + H2O\uparrow$$

Осы реакцияда құрылған су буы қатты мыстың ішінде жасалған, себебі температура 100 °C (судың қайнау температурасы) едәуір асады, ол бірден буға айналады! Ол қатты мыстың үлкен қысымына әкеледі және ол бөліктерге мүлде жарылады! Бұл әсер металдың сутектік морттануы ретінде белгілі. Айырылу бетін қараған кезде материал мыс түсті емес, сарғылт-қызғылт түсте болады. Не бейтарап, не шамалы тотықтырылған жалынды қолдану осы мәселенің туынадалуына кедергі келтіреді. Жалынды баламалы түрде реттеу қандай да бір дайын компоненттердің гальваникалық немесе жылтыр болған жағдайларды ғана жарамды

болады.
Үздік нәтижелерге жету үшін жалынның өлшемі бөлшектердің дәнекерлеу температурасына 20-30 секунд шамасына жетуге дейін реттелуі тиіс. Әдетте ол флюстің азуы үшін өте тез, алайда жалғанатын бөлшектер температураларының бірқалыпты көтерілуін қамтамасыз ету үшін айтарлықтай баяу болып табылады және қатты қызудан сақтайды. Егер бір жанарғы қыздыру жылдамдығына жете алмаса, онда екі басты жанарғы талап етіледі. Сонымен қатар, өте үлкен жалын бөлшектердің қатты қыздырылуына әкелетіндігін ұмытпаған жөн, ол энергияның оғалуына және бастапқы материалдардың қажетсіз металлургиялық «өзгерістеріне әкелуі мүмкін. Екінші жағынан, өте кішкентай жалын жалғанымның сенімсіз дәнекерлеуіне әкеледі, қоспа материалды балқыту үшін айтарлықтай жоғары температуға жетпей тар түтік тігісінің тесігіне ағып кетуіне әкеледі. Алюминий отымен қолдан дәнекерлеу талап етілген жағдайларда тар технологиялық терезеден қосымша кедергілер туындауы мүмкін (2.9-суретін қараңыз).
Аталған жағдайда температура 30 -40 ° С аспауы тиіс!
5.1-суретінде электролиз үшін электродты жөндеуге арналған оттекті-пропанды жалынды қолдану көрсетілген. Осы суреттің жоғарғы сол бұрышында толтырғыш материалы көрсетілгеніне назар аударыңыз.

Өздеріңіз көріп отырғандай, осы жұмысты жасап жатқан оператор тігістің бір жағынан қыздырады және қоспа материалды екінші жағынан береді (2.2-суретті қараңыз). Оқытушының есіндегідей, бұл жалғаудағы қоспа материалды қолданудың бекітілген әдісі болып табылады.



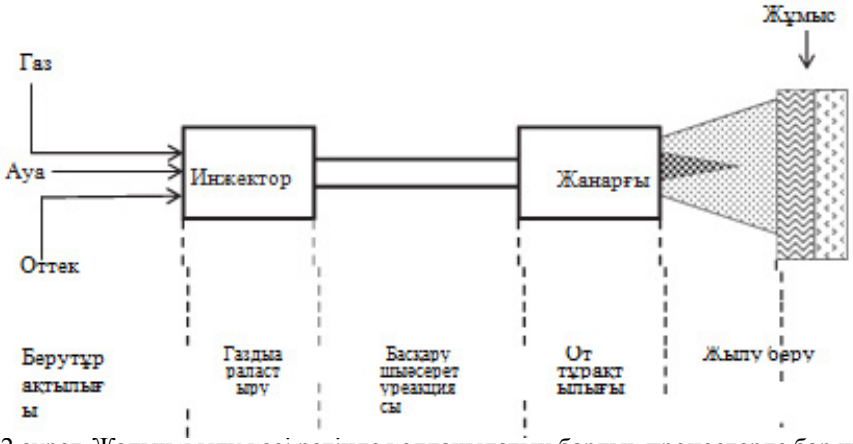
5.1-сурет. Жоғары температурада дәнекерлеу кезінде қол жанарғысының электролизіне арналған электродтың жөндеуі.

5.2 Жалынмен қыздыру процесінің байланысы

Отпен дәнекердеу үшін қыздырудың түрлі тәжірибелік аспектілерін талқылауға өтпес бұрын, процестің ажырамас бөлігі болып табылатын негізгі белгілерді атап өткен жөн. Олар 5.2-суретінде көрсетілген.
Жанарғының бетіне орнатылатын жалын жүйелі мерзімде талап етілетін температураға дейін жұмысты көтеру үшін жеткілікті қуатты болуы негізгі талап болып табылатындығы белгілі. Оған сену үшін,

Жалын бір уақытта жеткілікті жылу энергиясын түрлендіреді, содан кейін оны жұмысқа береді. Бұл кезде қыздыру процесінде қолданылатын жалынның көлемі мен сипаты ең маңызды фактор болуы мүмкін. Дәл осы фактор неліктен жалынмен қыздыру процесін дамыту кезінде ең алдымен қажет болатын жанарғы өлшемінің орнатылуы қажет екендігін түсіндіреді. Жанарғының өлшемі процесті техникалық және экономикалық тиімді ету үшін орнатылған уақытта талап етілетін нәтижені қамтамасыз ету қабілетінің негізінде анықталатын болады. Сөйтіп, сіз келесілерді назарға алуыңыз қажет:

Ең алдымен, жанарғыны таңдаңыз, кейін барлық жүйені теңестіру үшін 5.2 суретінде көрсетілгендей өзге бөліктерді салыстырыңыз.
5.2 суретінен жанарғының бетінде тұрақты жалынды алу үшін келесі параметрлердің әр қайсысына аса назар аудар қажет екендігі белгілі:
1. Қолданылатын газ қоспасы жанармайының түрі:



5.2 сурет. Жалын жылу көзі ретінде қолданылатын барлық процестерде бар шарасыз өзара байланыс.

а. Газ + ауа, ыстық
б. Газ + ауа + оттек, ыстық
в. Газ + оттек, ыстық
2. Жинақ газдарды берудің тұрақтылығы
3. Жанармайға қосылған инжектордың өлшемі және бағасы
4. Жанарғыдағы газ қоспасын беруді бақылаудың сезгіштігі
Сөйтіп, отпен қыздырудың таңдамалы тәжірибесі әрқашан қолданылатын жанармай-газ қоспасы емес, жүйенің техникалық маманданымын мәжбүрлейтін жанарғының есебінен жететіндігі анықталады. Дегенмен, жүйенің барлық компоненттері пайдалануда болған кезде қалаулы нәтижелерге жетуге көмектесу үшін таңдалуы қажет екендігі шешуші пікір болып табылады!

5.3 Жалынмен қыздыру

Қатты дәнекермен дәнекерлеудің кез келген процесінің бірінші мақсаты қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған қоспа материалдың жалғанымда және жалғаным арқылы балқуына және ағуына кепілдік беру үшін жалғанатын компоненттерді жеткілікті түрде жоғары температураға дейін қыздыру болып табылатындығы анық! Сонымен қатар, шағын жинақ сол материалдан істегеннен гөрі едәуір аз жылуды талап ететіндігі сөзсіз.
Отпен дәнекерлеуде температура компоненттерге берілетін жалыннан жылу энергиясынан көтеріледі. Нақты міндеттерді орындау үшін қажетті энергияның көлемі үш факторға тәуелді:
1. Қыздырылу қажет материал саны
2. Қыздырылу қажет материал түрі
3. Қыздырылу қажет материалдың температурасы
Материалдың түрі қыздырылу қабілеті тұрғысынан үлкен маңызға ие. Мысалы, мыстан жасалған текше және тот баспайтын болаттын жасалған, сондай көлемдегі текше сол жанарғымен жанарғы параметрлерінің өзгеруінсіз бірдей уақыт аралығында қыздырылады, бекітілген мерзім аяқталған соң мыстың температурасы болатқа қарағанда жоғары болады! Ол мыстың жылу сыйымдылығының тот баспайтын болаттың жылу сыйымдылығының тек шамамен 75% ғана құрайтындығымен түсіндіріледі.
Материалдың меншікті жылу сыйымдылығы 1 км осы материалдың Цельсий бойынша 1 градусқа температурасын көтеру үшін қажет жылу көлемінің шамасы болып табылады. Сөйтіп, материалдың жылу сыйымдылығы неғұрлым аз болса, оның температурасын белгілі бір

өлшемге көтеру үшін қажетті жылу саны соғұрлым кіші болады. Осының соңынан, сондай-ақ түрлі меншікті жылу сыйымдылығынан, мысты тот баспайтын болатқа қатысы бойынша дәнекерлеу кезінде, бірдей салмақ бөліктерін қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін жеткізу үшін, жылуды мысқа қарағанда, болатқа көп беру қажет. Осыдан қандай да бір нақты жинақтағы жылу көрінісі дамуының тәжірибелік аспектілері осы іргелі фактіде екендігі белгілі болады. Сондай-ақ, түрлі салмақтағы, бірақ бірдей материалдан жасалған компоненттер жалпы жылу көзінің әсер етуі кезінде түрлі жылдамдықта қыздырылатына да ақиқат.

Сондықтан, дәнекерлеу температурасының бір уақытта жетуіне әкелетін, жинақтағы термограмманы әзірлеу қатты дәнекермен сәтті дәнекерлеу үшін қыздырудың бірінші әмбебап ережесі болып табылады. Бірінші ережеден шығатын екінші ереже бірдей материалдан жасалған екі компоненттердің ауырлау компонентіне немесе егер түрлі салмақтағы материалдарды дәнекерлеу қажет болса, төмен меншікті жылу сыйымдылықты компонентке жылуды көбірек қолдану қажеттілігі болып табылады.

5.3.1 Қыздыру және температура

Кейбір адамдар «жылу» және «температура» сөздері бірдей деп есептейді, өкінішке орай бұл олардың өзара іс-қимылын айтарлықтай түсінбеуі. Қарапайым мысал, неліктен олай екендігін түсіндіреді.

Егер адам отты екі шақпақ кесек және шағын құрғақ шөп және жапырақтардың көмегімен жағу қажет болған біздің өткен кездегі жағдайды алатын болсақ, ол тастарды бір-бірімен үйкеу көмегімен кішкентай жалынды жасауға болатынын және осы жалындар құрғақ шөп үймесіне түскен кезде оның жанатынын білген. себебі 500 °C қарағанда едәуір жоғары температура қажет, құрғақ шөпті жандыру үшін, жалынның температурасы 500 ° С жоғары болуы қажет екендігі анық. Алайда, егер жалын адамның терісіне түссе, ол теріні күйдірмейді. Сондықтан, жалын температурасы 500 ° С жоғары болса да ол адам терісіне зиян келтірмейді.

Кейін, от жақсы жанған кезде, егер де сол адам буға пісірілген етті жасауды шешсе, олар суды отқа төзімді контейнерге құяды, оны оттың үстіне орналастырады және шикі етті кейбір көкөністермен бірге кастрөлге салады. Шамамен екі сағат өткеннен кейін, буға пісірілген ет дайын болған соң адам оны жеуді шешеді. Ол өте аш болғандықтан, ол жеу үшін, тағамды алуға тырысу үшін қолын кастрөлге салады. Иә – ол

буға пісірілген еттің температурасы 100 ° С аспаса да қолын күйдіріп алды.
Бұл тарихи тұспалдау жылу мен температураның арасындағы айырмашылықты көрнекі түрде көрсететін оқиға болып табылады. Ұшқындар көп дегенде буға пісірілген етке қарағанда 5 есе ыстық, алайда олардың аз салмағына байланысты олар тек аз жылу энергиясының көлемінен тұрады. Басқа жақтан буға пісірілген ет салыстырмалы салмақтан тұрады, және сондықтан көп көлемді жылу энергиясынан тұрады.

5.1-КЕСТЕ
Отпен дәнекерлеуде қолданылатын кейбір газ қоспаларының қызу температурасы

Газ қоспасы	**Қызу температурасы (°С)**
Оттекті-ацетиленді	3200
Оттекті-сутекті	2950
Оттекті-пропанды	2850
Оттекті-табиғи газ	2850
Ацетилен – сығылған ауа	2600
Табиғи газ-сығылған ауа	1925
Тартылған ауаның пропаны (Бунзен жанарғысы!)	1700

Буға пісірілген ет температурасы бойынша ұшқыннан төмен болса да, оның құрамындағы жылу саны өте жоғары және соңында ол осы тас дәуіріндегі тұлғаның кейбір балағаттауды қолдануы туралы айтуынан, едәуір күйікке әкелуі мүмкін.
Қазіргі кездің физика маманы буға пісірілген ет ұшқынға қарағанда айтарлықтай көп толық энергиядан тұратындығын атап отыра бұл жағдайды түйіндегісі келетін еді!
Бұл көріністің қыздыруға тікелей баламасының бар екендігін түсінген жөн.
Бірқатар түрлі газ қоспалары жанған кезде, олардың кейбіреулері өзгелерге қарағанда ыстығырақ болады (5.1 кестені қараңыз). Дегенмен, ұшқын және буға пісірілген ет жағдайындағыдай, неғұрлым жалын ыстығырақ болса, соғұрлым көп энергия көлемін қамтамасыз ететіндігі дұрыс емес. Себебі
1. Жану кезіндегі нақты газ қоспасының температурасы жалынның жану кезінде болып жатқан химиялық реакцияға байланысты болады.

Шынында, химия маманы жалынның болуы экзотермиялық химиялық реакцияның сыртқы сипаты болып табылатынын айтуына болады.
2. Газ қоспасы түрленген кезіндегі жылу көлемі тек жанған қоспаның көлеміне тәуелді болады.

5.3.2 Жылу беру

Жылу жылу көзінен үш тәсілдің кез келгенінде объектіге берілуі мүмкін:

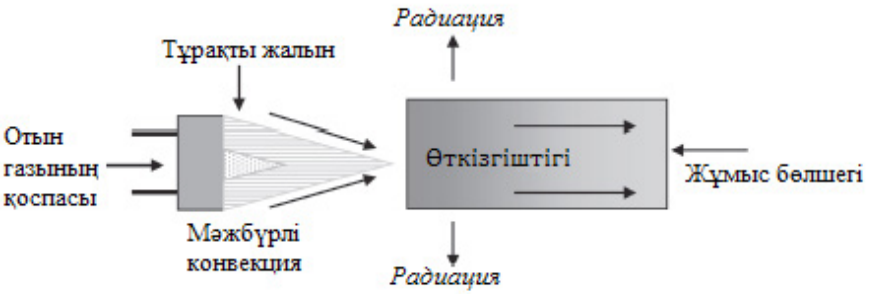
1. Өткізгіштігі бойынша
2. Конвекциялық
3. Сәулемен

Жылуды беру кезінде тек бір тәсіл түрінің іске қосылуы ешқашан болмайтындығы ақиқат. Тәжірибеде әрқашан, соның ішінде осы тәсілдердің екеуі іске қосылған, көп жағдайларда барлық үшеуі қыздырылып жатқан зерттеу элементі температурасының өсуіне едәуір әсер етеді

5.3-суретте осы үш терминнің жалынмен қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қыздыру кезінде өзара байланысатындығы көрсетілген.

5.3.3 Бірқалыпты қыздыру

Қоспа материалының келесі сызбада көрсетілген компонент түріне толықтай енуі үшін жалғанымды бірқалыпты қыздыру қажет.

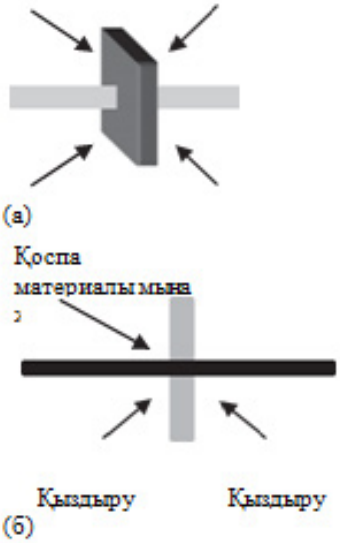


5.3-СУРЕТ. Жалынмен материалды қыздыру кезіндегі жылу өткізгіштіктің, конвекцияның және сәуленің мәні.

Төменде көрсетілгендей, 5.4а суретінде көрсетілгендей, ол екі жақтан қыздыруды білдіретіндігі анық.
Салыстырмалы түрде жоғарыда көрсетілген термограмма үлгісін қол жанарғысымен қыздыру кезінде әзірлеу оңай, ал бекітілген жанарғы болса, әзірлеу аздап күрделірек. Балама ретінде сондай-ақ 5.4b суретінде көрсетілген рәсімнің көмегімен қалаулы нәтижеге жету үшін, температуралық градиенттің, капиллярлық күштердің және ауырлық күштің жиынтық әсер етуіне сенуге болады.

Бекітілген жанарғы қолданылатын жерлерде 5.5-суретінде көрсетілген А нұсқасымен Б нұсқасының арасында таңдау болатыны ықтимал.
А нұсқасы жылуды аз жоғалтуды қолдайтын бірқалыпты қыздыруды қамтамасыз етеді, демек, Б нұсқасындағы көрсетілген қыздыру үлгісіне қарағанда айтарлықтай жақсырақ.
Қазіргі кезде біз отпен қыздыруға қатысты үш негізгі факторды орнаттық.

1. Кейбір материалдар өзгелерге қарағанда тезірек қыздырылады.
2.Кейбір газ қорытпалары жанған кезде өзгелерге қарағанда айтарлықтай жоғары температураны қамтамасыз етеді.



5.4-сурет. Бірқалыпты термограмманы дамытудың екі тәсілі: (а) жылуды бірқалыпты жеткізіп салуды және (б) жылуды жалғанымның бір жағына қамтамасыз ету, өзге жағына қорытпаны қолдану.

3. Жылу өткізгіштігінен негізгі металл арқылы беріледі.

Барлық дәнекерлеу процестері үшін дәл осы үш ерекшелер бірінші алтын ереженің негізін қалыптастырады. Ол былай делінеді

Дәнекерлеуде құрылыста қолданылатын бастапқы материалдардың оның қолдану нүктесінен жылуды өткізетіндігінен қаншалықты тез қызуы мүмкін. Егер алыс өткізілгенге қарағанда көп жылу қолданылса, ата-аналық металл жылудың қолданылу нүктесінде балқытады.

Сөйтіп, дәнекерленген жалғанымды жасау үшін қажет болатын жылу мөлшері туралы қандай да бір көрініске ие болу пайдалы. Сонымен қатар, жалғанымға қатысты қолданылатын жылу энергиясының жылдамдығын назарға алу да өте маңызды болып табылады. Егер жылуды енгізу жылдамдығы өте жоғары болса, технологиялық цикл кезінде жұмыс бөліктері жылулық зақымдалуға зақымдалу ықтималдығы бар. Бұл мәселенің алдын алу үшін жалын жұмыспен байланысқа енгізілетін нүктеде бастапқы материалдардың жергілікті балқуына әкелуі мүмкін жылдамдықпен бірқалыпты қыздыратындай жасаған жөн.

5.4 Газдар және газ қоспалары

Келесі параграфтарда біз түрлі отын газ қоспаларының отпен қыздыру процесіне жататындығын, сондай-ақ жылу шығару қабілеті, температурасы, жану жылдамдығы, отын газының құрамы және жалын тұрақтылығы сияқтыларды ескере отырып, жұмыстағы жалынға жылу беруге әсер беруін талқылайтын боламыз.

5.4.1 Жылу коэффициенті

Газ жануының меншікті жылуы газ толықтай жанып кеткен күйі кезінде қанша жылу энергиясы қолжетімді екендігін көрсетеді. Осыдан егер қандай да бір газ қоспасының көлемі х көзге елестетілетін жылу шығарудан тұратын болса, онда осы қоспаның екі көлемі 2 × калориялылықтың мәннің мағынасына ие болады. Алайда осы мәселені анықтаудың жақсы тәсілі ол осы нақты газ қоспаны жандыру кезіндегі уақытта қолжетімді энергия саны көлемінде аталған қоспаның жылу шығару қабілетін білдіру болып табылады. Жоғарыда аталғандардан инженерлердің қажетті отын газдарын салыстыруға қабілетті болуы

5.5-СУРЕТ. Жұмысқа енгізілген жылуды сақтау.

үшін, оларға осы газдардың бірқалыпты көлемдерінің негізінде жылу шығару қабілетінің мәндерін салыстыру қажет. Сөйтіп, жылу шығару қабілеттілігі газ көлемі бірлігіне қолжетімді жылу энергиясының өлшемі болып табылады.
Британ жүйесінің бірліктерін қолдана отырып, жылу энергиясы британ жылу бірліктерінде (БЖБ), ал көлем текше футта өлшенеді. Сондықтан, Біріккен Корольдікте жылу энергиясы БЖБ текше футқа (Btu / ft3) өлшенеді.
Өзге тараптан қарағанда, егер метр бірліктерін қолдану қажет болса, онда жылу энергиясы Ккал немесе кДжм, ал көлем текше метрде өлшенеді. Сөйтіп, метр бірліктерінде жылу шығару текше метрге килокалориямен (Ккал / м3), немесе текше метрге кДж (кДж / м3) өлшенеді.
Келесі салыстырулар Ұлыбританияда қолданылатын терминдермен таныс емес оқырмандар үшін пайдалы болады:

1000 кДж/м3 = 26.8 БТЕ/м3
1000 кДж/м3 = 239 Ккал/м3
1 БЖБ/фут3 = 8.9 Ккал/м3

Осы бөлімнің қалған бөлігі британ бірліктерін қолданады және нәтижесінде жылу шығару қабілетіне БЖБ сілтейді. Себебі автордың метрикалық бірліктерді нашар білуіне байланысты болады. Отпен дәнекерлеу үшін қолданылатын кейбір белгілі отын газының жылу шығару қабілетінің мәндері 5.2-кестесінде келтірілген.
5.2-кестеден егер нақты жұмысқа сағатына 10000 БЖБ талап етілсе және тек қана табиғи газ ғана қолжетімді болса, онда табиғи газдың көлемі бір сағатта жанып кететіні көрсетілген.

$$\frac{10,000}{1000} = 10 \text{ фут}^3$$

5.3 кесте 10000 БЖБ жылу энергиясын қамтамасыз ететін бірқатар түрлі газдардың көлемін қамтамасыз етеді.
5.2 КЕСТЕ
Бірқатар түрлі отын газдарының жылу шығару мүмкіндігі

Отын газ	**Жылушығарумүмкіндігі (БЖБ/ фут^3)**
Табиғи газ	1000
Пропан	2500

Пропилен	2200
MAPP газы	2200
Ацетилен	1440
Сутек	300

Ескерту: MAPP = метил ацетилен пропадиен (тұрақтанған).

5.3-КЕСТЕ
Құрамында 10000 БЖБ энергиясы бар түрлі отын газдарының көлемі
Газ 10000 БЖБ қамтамасыз ететін көлем

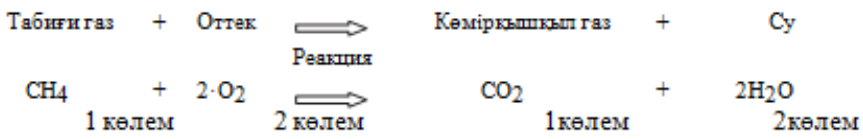
Табиғи газ	10.0 cubicfeet
Пропан	4.0 cubicfeet
Пропилен	4.6 cubic feet
MAPP газы	4.6 cubic feet
Ацетилен	6.94 cubic feet
Сутек	33.0 cubic feet

Ескерту: MAPP = метил ацетилен пропадиен (тұрақтанған).

5.4.2 Газ жағу

Газды жағу үшін оттектің болу керек екендігі белгілі. Ол беделді өнеркәсіптік газды жеткізушіден 99,9% + тазалық деңгейіне дейін бөтелкеде немесе ауадан алынуы мүмкін. Дегенмен, ауа бірнеше газдың қоспасынан тұратынын есте сақтаған жөн (мысалы, оттек, азот, көміртектің қос тотығы, аргон, неон, гелий, криптон және ксенон сияқты инерттік газдардың аз көлемі, көмірсутекті газдар, және тағы да басқалар). Алайда, біздің мақсатымыз үшін келесі құрамды қарастырған қолайлы:
20% оттек және 80% азот
Газды жағу үшін белгілі бір оттек саны қажет, ал қажетті оттек саны жанғалы тұрған газдың химиялық құрылымына тәуелді. Газдың толықтай жануы үшін қажетті оттектің теориялық саны
Стехиометриялық сан ретінде белгілі!

Келесі теңдік бір көлемді табиғи газдың толықтай жану нәтижесін көрсетеді.



Табиғи газдың бір көлемі толықтай жануды қамтамасыз ету үшін оттектің екі көлеміне мұқтаж екендігі анық.
Кейбір жану реакциясына қатысты қосымша теңдіктер кейбір өзге газдар үшін жағдайды түсіндіруге көмектеседі:

a. Ауамен араласқан табиғы газ

$$CH_4 + (2.O_2 + 8.N_2) \rightarrow CO_2 + 2.H_2O + 8.N_2$$

1 көлем 10 көлем Жылуды жаңдыру өнімдерінің 11 көлемі

b.. Оттекпен араласқан пропан

$$C_3H_8 + 5.O_2 \rightarrow 3.CO_2 + 4.H_2O$$

1көлем 5 көлем Жылуды жаңдыру өнімдерінің 7 көлемі

c. Газ тәріздес пропан ауамен араласады

$$C_3H_8 + (5.O_2 + 20.N_2) \rightarrow 3.CO_2 + 4.H_2O + 20.N_2$$

1 көлем 25 көлем Жылуды жаңдыру өнімдерінің 27 көлемі

Газ оттектің болуынан жанғандықтан жаңылыстырады жанғыш газдың жылу шығару мүмкіндігін ғана қарастырған жөн. 5.4-кестесінде көрсетілгендей, отын газ оттектің толықтай жануын қамтамасыз ету үшін түрлі оттек санын талап етеді және бұрын айтылғандай, бұл көлемдер газдың химиялық құрылымына тәуелді болады. Осыдан, ең маңызды фактор отын газының жылу шығару мүмкіндігі емес, газдың отын-ауа қоспасының жылу шығару мүмкіндігі болып табылады. Қоспадағы оттектің болуынан туындайтын сұйылту әсерінен газ және оттектің жылу шығару мүмкіндігі нақты газға қарағанда төмен болады. Газды-ауа қоспалары бар жерде жылу шығару мүмкіндігі оттекпен қоса азоттың едәуір көлемінің болуынан туындайтын сұйылтудың қосымша әсерінен төмен болады.

5.4-КЕСТЕ

Отын газдар топтамасының толықтай жануы үшін қажетті оттектің немесе ауаның (яғни оксиданттың) көлемі

Отынгазы (Жануға арналған көлем)	Қажетті оттектің көлемі	Жандыруға арналған қоспаның көлемі	Қажетті ауа көлемі	Жандыруға арналған қоспаның көлемі
Табиғи газ	2	1 + 2 = 3	10	1 + 10 = 11
Пропан	5	1 + 5 = 6	25	1 + 25 = 26
Пропилен	4.5	1 + 4.5 = 5.5	22.5	1 + 22.5 = 23.5
МАРР газы	4.4	1 + 4.4 = 5.4	22	1 + 22 = 23
Ацетилен	2.5	1 + 2.5 = 3.5	12.5	1 + 12.5 = 13.5
Сутек	0.5	1 + 0.5 = 1.5	2.5	1 + 2.5 = 3.5

Ескерту: МАРР = метил ацетилен пропадиен (тұрақтанған).
ааууаны 20% оттегі, 80% азот құрайды. Ауаның 5 көлемі бір көлем оттекті қамтамасыз ету үшін қажетті!

5.5-КЕСТЕ

10000 БЖБ құру үшін қажетті түрлі газ қоспалары топтамасының көлемі

Отынгазы	Қажетті газ көлемі	Қажетті оттегі көлемі	Жалпы көлем:газ + оттегі	Қажетті ауа көлемі	Жалпы көлем
Табиғи газ	10	20	30	100	110
Пропан	4	20	24	100	104
Пропилен	4.6	20.5	25.1	102.4	107
МАРР газы	4.6	20	24.6	100	104.6
Ацетилен	7	17.4	24.4	87	94
Сутек	33	17	50	85	118

Ескерту: МАРР = метил ацетилен пропадиен (тұрақтанған).

Бұл көріністер кейбір өзге қоспалар үшін мәндерімен бірге 5.4-кестесінде көрсетілген. 5.4-кестесінде оттегінің (немесе ауаның!) қажетті стехиометриялық көлемі көрсеткендей, әдетте отпен дәнекерлеуде қолданылатын алты газ толықтай жануы тиіс.
Ол неліктен газды-ауа жанарғыларының газды-оттектілерден әрқашан көп екендігін түсіндіреді: газды-ауа жанарғылары газды-оттекті жүйесімен қолданылатындарға қарағанда, анағұрлым көп отын газының көлемін өңдеуі тиіс (5.5-кесте). 5.3-кестесінен біз түрлі жанғыш

газдармен бірге 10000 БЖБ құру үшін түлі көлемдер қажет екендігін көріп отырмыз. 5.5-кестесінен 10000 БЖБ өндіру үшін қажетті бірқатар отын газ қоспалары көлемдерінің толықтай ақпараттары қажет екендігін көріп отырмыз.

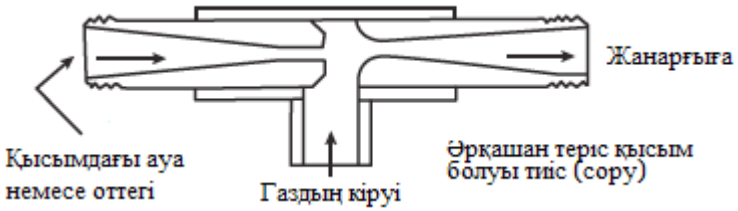
5.5-кестесінде өңделуі тиіс көлемдердегі айырмашылықар нақты көрсетілген. Едәуір жоғары жылу шығару мүмкіндігі бар газ қоспасын қолдану жұмысқа көп көлемде жылу беріліп жатқанын білдірмейтінін түсінген жөн! Себебі, қоспаның жануынан өңделетін жылу жалғаным аймағына берілуі тиіс. Дегенмен, энергия тек қана жалғанымды ғана қыздырмайды, сондай-ақ ауаны қоршаған жанарғының басын, және қатты дәнекермен жәнекерлеу процесінің ажырамас бөлігі ретінде қыздырылуы иіс өзге де жиынтықтың бөліктерін қыздыратыны анық. Сөйтіп, егер жылу жалғанымға берілмесе, қолжетімді жылу бөлігі жоғалтылған деп есептелінеді.

Жоғары шылу шығару мүмкіндігі бар отын-газды қоспаның қоспа жанғаннан кейін беру үшін әлеуетті үлкен жылу энергиясына ие екендігі белгілі! осыдан газ / оттегі қоспасының жылу шығару мүмкіндігі қоспа толықтай жанып кетсе, қолжетімді жылу энергия көлемінің қарапайым шамасы емес, жұмысқа беру үшін қолжетімді газ көлемінің шамасы болып табылады.

5.4.3 Газдардың араласуы

Алдыңғы тармақтарда отын-газды қоспа термині туралы көп ескертулер болды. Егер біз газдардың араласуын олардың тиісті түрде тұтанатынын қарастырсақ білуге пайдалы болады. Қажетті араластыруды отын газы мен тотықтырғышты (ауа немесе оттегі) инжектор арқылы өткізу арқылы жүзеге асырады (5.6-сурет).

5.6-суретінде көрсетілгендей, инжекторда тотықтырғышты және жылуды беруді қосу қарапайым тәжірибе болып табылады. Сондықтан тотықтырғыш отын газын инжекторға қосу нүктесінде теріс қысымның



5.6-сурет. Қарапайым инжектордың көлденең бөлігі көрсетілген.

бар болғандығынан көтеріледі және отын газымен араласады, ол сору ретінде де белгілі.

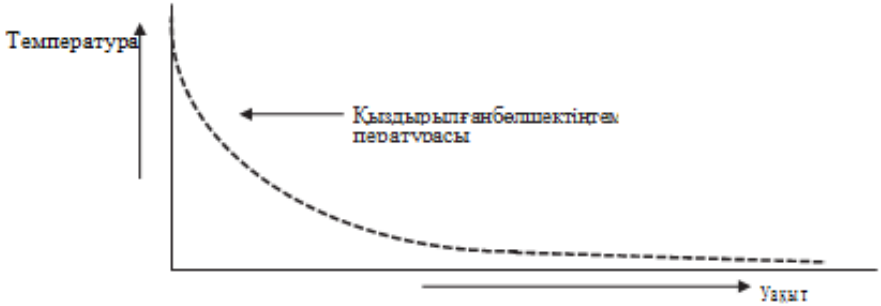
5.4.4 Температура

Температура шынында да белгілі бір элементте бар жылу қарқындылығының шамасы болып табылады. Жылу оған біршама салқын ортаға аққанда ыстық дененің қасиеті сияқты болады. Ағын жүзеге асырылатын жылдамдық ыстық элементтің температурасына және ыстық элемент орналасқан қоршаған ортаның температурасына қатты тәуелді. Осы екі температураның арасындағы айырмашылық неғұрлым көп болса, ыстық элементтен жылудың анағұрлым суық қоршаған ортаға жоғалу жылдамдығы көп. Ыстық бөлшектің суыту шамасына бойынша одан қоршаған ортаға жылу беру жылдамдығы бір температурада болады, ешқандай келешекте жылу беру жүзеге аспайды! Бұл түсінік 5.7-суретте көрсетілген.

5.4.5 Жылу коэффициенті

Қыздыру технологиясының іргелі ерекшелігі отынды газының түрлі қоспалары түрлі жану сипаттарына ие екендігі туралы факт болып табылады. Қысқасы, ол қолжетімді қарапайым жылу көлемінің мәселесі емес (яғни, газ қоспасы отынының жылу шығару мүмкіндігінің мәні), сондай-ақ ол жалында болатын жылудың қыздырылып жатқан компонентке қаншалықты тез жеткізілуі туралы мәселе болып табылады.

Мысалы, оттегі мен табиғи газдың (әдетті екіншісі метан) қоспасы сутегі мен оттегінің қоспасына қарағанда әлеуетті көп көлемді пайдалы



5.7-сурет. Салқындаудың үлгілі қисығы. Элемент температурасының түсуі кезінде салқындау жылдамдығының аз болып бара жатқанына назар аударыңыз.

жылудан тұратынын түсіну өте маңызды. Дегенмен, газ және оттегінің табиғи қоспасы сутегі мен оттегінің қоспасына қарағанда, тағайындалған жерге энергияның жеткізуде баяу.
Энергияның жалыннан жеткізілуі мүмкін жылдамдығын басымдылық және кемшілік ретінде қарастыруға болады. Олардың қайсысының қолданушы үшін маңызды екендігі қолжетімді энергияның не үшін талап етілетініне байланысты болады. Егер мақсат компонентті пісіруде болса, онда жалын қыздыру нүктесінде бастапқы металдарды балқыту үшін жеткілікті жылдамдықпен жылу энергиясын беруі тиіс.
Сондықтан, оттегі мен ацетилен өз энергиясын тез жеткізетін отын-газды қоспа болып табылады, ол осы қоспаның неліктен газды пісіру үшін кеңінен қолданылатынын түсіндіреді. Қатты дәнекермен дәнекерлеуде салыстырмалы төмен температура кезінде жұмыста жылу энергиясын беруді қамтамасыз ететін газ қоспаларын қолданған жөн. Салыстырмалы төмен жылдамдықта қолжетімді жылуды жіберетін жалынды қолдану қолданушыларға компоненттердің бірқалыпты қыздыруын қамтамасыз етеді. Ол қатты қыздырылу және мүмкін болатын залалдар, тіпті болмаса компоненттер бетінің балқып кету мәселелерін алдын алуға көмектеседі.
Жалынмен жылудың жеткізілуі мүмкін жылдамдығы жану жылдамдығы ретінде белгілі газ қоспасы жанып жатқан жылдамдықпен анықталады. Дегенмен, бұл мән кейде жалынның таралу жылдамдығы ретінде сипатталады. Ол газ қоспасының қасиеті, әдетте секундына футпен өлшенеді.
Келесілерді атап өту өте маңызды:

Жалын жанарғының ұшынан және оның бетіне қайта жануы тиіс.
Газ жалынының нақты жылдамдық өлшемін анықтау өте қиын. Ол жанатын қоспаның құрамының біртекті еместігімен түсіндіріледі, сондықтан жанарғыдан шығатын қоспаның түрлі бөліктері түрлі жылдамдықпен жанады!
Қолдануда жалын жылдамдығын анықтаудың бірнеше әдістері бар, әдетте олардың әрқайсысы бір номиналды қоспаны қолдану кезінде біршама түрлі нәтижелерді береді. Нәтижесінде кітапта (кейде тіпті техникалық мақалаларда) көрсетілген сандар ешқашан толық та нақты емес! Шынында маңыздысы сол шарттарды түрлі газдар мен газ қоспаларының нәтижелерінің арасындағы салыстыру болып табылады. 5.6-кесте жалпы дұрыс болып есептелетін кейбір сандарды береді. Газ тек ауамен ғана емес, оттегімен араласқан кезде, газ қоспасынан шығатын жалынның таралу жылдамдығы айтарлықтай жоғары екендігіне күмән

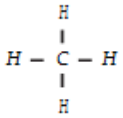
жоқ.

Кейбір газ қоспалары химиялық құрамы мен газдың тұрақтылығына байланысты өзгелерге қарағанда өте жоғары жану жылдамдығына ие болады. Мысалы, метан табиғи газдың негізгі компоненті болып табылады және төрт сутегі атомы бір көміртек атомына жалғанған өте тұрақты құрамнан тұрады:

5.6-КЕСТЕ

Бірқатар газ қоспаларының жану жылдамдығы

Газқоспасы	Болжалды Жану жылдамдығы: фут /сек
Табиғи газ - ауа	1–2
Сутегі - ауа	9–10
Ацетилен - ауа	8–9
Табиғи газ - оттегі	11
Сутегі - оттегі	30
Ацетилен - оттегі	32



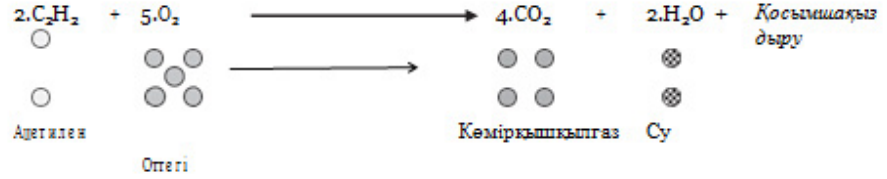
Метан молекуласының құрылымы

Өзге жақтан, ацетилен молекулалары мүлдем басқа:

Ацетилен молекуласының құрылымы

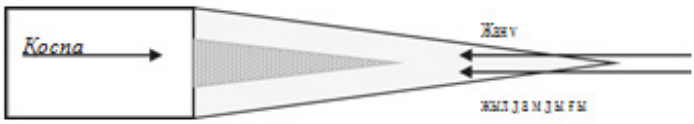
Метан жанғанда, қоспадағы оттегі көміртек атомынан сутегі атомын шығарады. Осы мақсатқа жету үшін қажетті энергия мен жылу энергиясы осы реакцияның ішінен шығады. Реакциядағы қолжетімді энергия бөлігін қолдану жалын температурасының төмендеуіне әкеледі және ол метаннан тұратын газ қоспаларының жылдамдығын азайту әсерінен тұрады. Шын мәнінде ацетилен өндірілген газ болып табылады, мұндағы көміртегі және сутегі атомдары өндіріс процесінде бірге жинақталған. Ол молекулада табиғи күйзелу деңгейін шығарады. Ацетилен жанғанда, көміртегі атомдары өз құрылымында бір-бірімен валенттік байланысқан үш серіппенің көмегімен бекітіледі және осы жану процесінің бөлігі

реакцияда қосымша жылу энергиясын шығарады. Дәл осы фактор ацетилен-оттегі қоспасы жануының жоғары жылдамдығын түсіндіреді. Төменде көрсетілген сызба осы кезді бейнелейді.

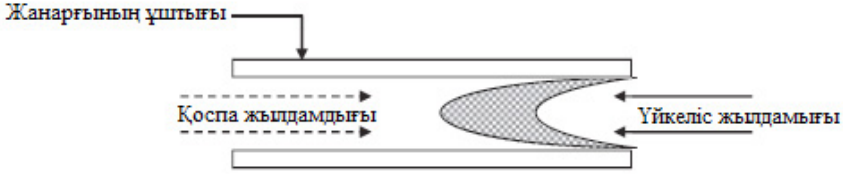


Қоспаның жану жылдамдығының белгілі бір уақытта жанарғы арқылы қанша өтетінін анықтайтыны белгілі және ол өз кезегінде жалындағы энергия жұмысқа қаншалықты тез жеткізілетінін көрсетеді.

5.8-суретте қоспа жылдамдығы мен жану жылдамдығының шамамен бірдей екендігі көрсетілген, ал жалын жанарғының шығарушы бетінде тұрақтанады.
Егер жану жылдамдығы қоспа жылдамдығынан жоғары болса, жалын жанарғыға жоғалып кетеді. Бұл күй жалын шығарылуы ретінде белгілі, 5.9- суретте көрсетілген. Мұндай құбылыс көбінесе қатты сыну дауысымен қосталады, егер ол кездейсоқ болса, ол операторды қорқытуы мүмкін. Дегенмен, егер қоспаның жылдамдығы жану жылдамдығынан жоғары болса, нәтижесінде жалын көтеріледі (5.10-сурет). Ең болмағанда жалынның көтерілуі жалпы жалынды сөндіреді!



5.8-СУРЕТ. Қоспа жылдамдығымен жану жылдамдығының арасындағы теңгерім жанарғының бетіндегі жалынның тұрақтануын қамтамасыз етеді.



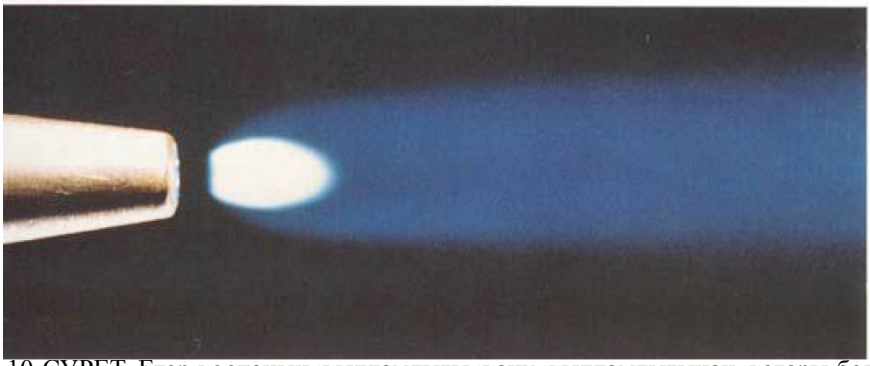
5.9-СУРЕТ. Жалын жылдамдығы қоспа жылдамдығынан жоғары болған кезде жалынның шығарылуы шарасыз нәтиже болып табылады.

Газдың жану жылдамдығы жанарғы бойынша қанша қоспаның өтетіндігін анықтайды. Жалынның таралу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, жанатын қоспа көлемі соғұрлым көп болатыны белгілі. Ол өз кезегінде көп көлемді жылудың шығарылатынын білдіреді және жұмыстың қызуына қолжетімді болады.
Осы қарапайым фактілерден егер жылуды тез қарқында жеткізу талап етілсе, жоғары жалын жылдамдығымен иеленген отын-газды отынды таңдау қажет екендігі мәлім болады.

Егер қызудың бірқалыпты жылдамдығы талап етілсе, онда орташа жалын жылдамдығы бар отын-газды қоспа талапты өте жақсы қанағаттандырады.

5.4.6 Жылу беруге арналған отын мен газ қоспасының өнімділігі

Біз көргендей, әр газ қоспасы өзінің жеке ерекше құрамына, жылу шығару қабілетіне, температурасына және жану жылдамдығына ие болады. Өкінішке орай, осы параметрлердің біреуі де жылу беру кезінде қандай қоспаның жақсы екендігін көрсетпейді. Мысалы, табиғи газ және оттегінің қоспасы оттегі/сутегі қоспасына қарағанда анағұрлым жоғары жылу шығару қабілеттігін иеленген, алайда төмен қызу жылдамдығын иеленеді. Сондықтан, табиғи газ/оттегі оттегі/сутегі қоспасына қарағанда жылуды аз жылдамдықпен жеткізеді. Дегенмен, бұл екі қоспалардың жылуды жеткізудегі салыстырмалы қабілеті туралы ештеңені айтпайды.
Бұл мәселені сөзбен сипаттау айтарлықтай күрделі, алайда біз 5.2-



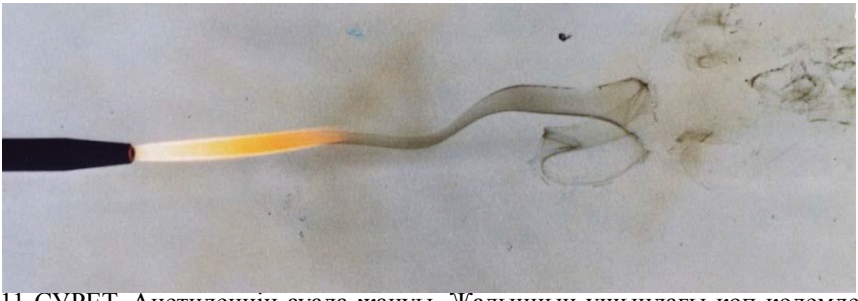
5.10-СУРЕТ. Егер қоспаның жылдамдығы жану жылдамдығынан жоғары болса, жалын жанарғының ұшынан бастап көтеріледі! (Фотоны құрметпен Thessco Ltd, Шеффилд, Ұлыбритания берді.)

бөлімінен көргендей, жылуды беру қабілетінің жанатын қоспаның түріне тәуелді түрленетінін еске сақтағанымыз жөн. Осыдан алатын жалпы әсерді келесі түрде сомалауға болады:

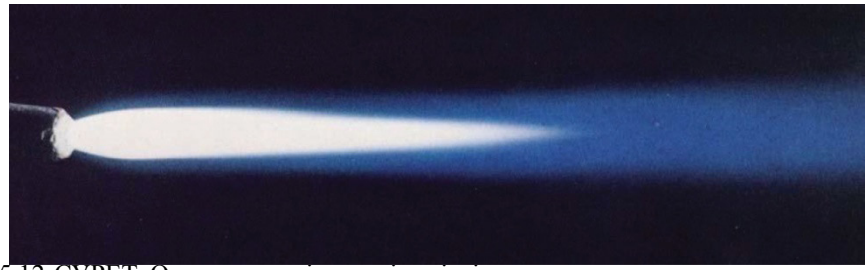
Отын газ-ауа	⟶	газ/ауа/оттегі	⟶	газ/оттегі
жақсы		*үздік*		*өте үздік*

Дегенмен, біз берілген отын газ жалынының таралу жылдамдығының айнымалы екендігін көрдік және бұл өзгеріс қоспада бар оттегінің көлемімен тығыз байланысты.
Thessco Limited, Шеффилд, Англияның құрметпен берген 5.11-ден 5.14 дейінгі суреттері оқиғаны жақсы түсіндіруге көмектеседі.
Оттекті-ацетиленді жалыны бар бұл фотографиялар газ қоспасында бар оттегі деңгейі ретінде көрсетеді және нәтижесінде жалын үлкен көлемді жылуды беру үшін қабілетті болады. Егер осы процесті сызбалық тұрғыдан жасаса, нәтижесінде 5.15-суретте көрсетілгендей кесте болады.

5.15-суретінде көрсетілген әсер барлық отын-газды қоспаларға қолданылады, алайда суреттер қандай да бір соңғы мәндерді көрсетпейді, себебі біз бұрын көргендей, табиғи газ және оттегінің қоспасы оттегі/сутегі қоспасына қарағанда айтарлықтай көп жылу шығару қабілетіне ие, алайда жалынды тарату жылдамдығы айтарлықтай төмен. Сондықтан, табиғи газ/оттегі оттегі-сутегі қоспасына қарағанда жылуды аз жылдамдықпен жеткізеді. Осыдан жақсы жобаланған қыздыру жүйесіне газбен араласатын оттегі көлемін реттейтін құрал

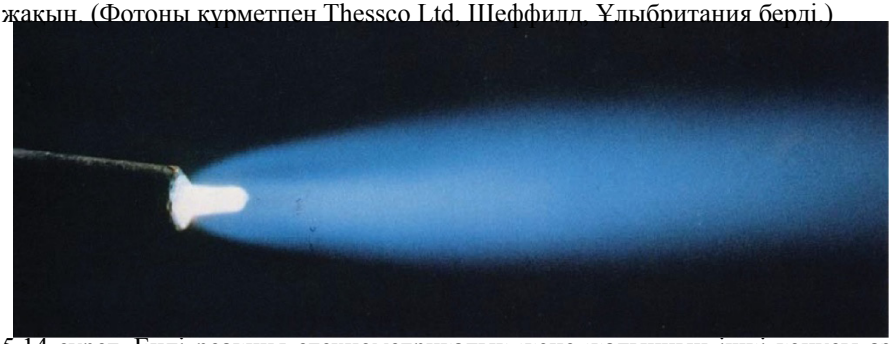


5.11-СУРЕТ. Ацетиленнің ауада жануы. Жалынның ұшындағы көп көлемдегі көміртекке назар аударыңыз. (Фотоны құрметпен Thessco Ltd, Шеффилд, Ұлыбритания берді.)



5.12-СУРЕТ. Орташа оттегі көлемі қазіргі уақытта ацетиленмен араласып жатыр. Алайда жалын тегіс емес және анықталмаған. (Фотоны құрметпен Thessco Ltd, Шеффилд, Ұлыбритания берді.)

5.13-сурет. Жоғары оттегі көлемі қазіргі уақытта ацетиленмен араласып жатыр. Жалынның ішкі конусының қалай көрініп басталып жатқанына назар аударыңыз. Жалын ацетиленмен қаныққанша, жану реакциясы стехиометриялыққа жақын. (Фотоны құрметпен Thessco Ltd, Шеффилд, Ұлыбритания берді.)

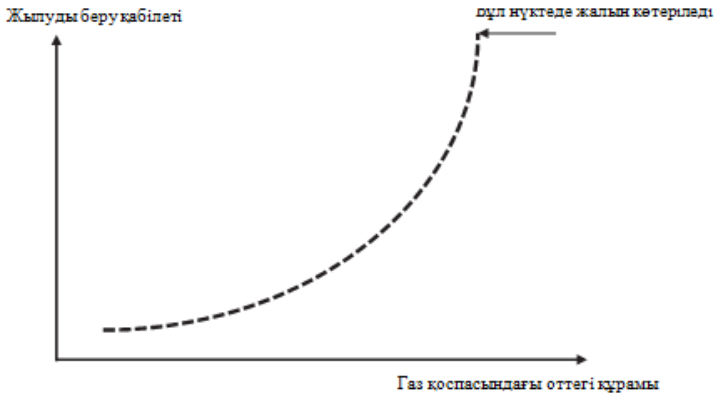


5.14-сурет. Енді реакция стехиометрикалық және жалынның ішкі конусы аздап қышқылданған. Қазіргі уақытта жалын аздап қышқылданған, және қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін өте ыстық, алайда газбен пісіру үшін жарамды. (Фотоны құрметпен Thessco Ltd, Шеффилд, Ұлыбритания берді.)

қажет екендігі анықталды.
Біз ауаның 20% оттегі және 80% азоттан тұратынын ескергенбіз, сондықтан қоспа 50% ауадан -50% газдан құрылған жағдайда қоспадағы оттегінің құрамы 10% болады. Белгілі себептер бойынша газбен араласуы мүмкін ауа көлемінің ақырғы шегі болады және алынған қоспа бұрынғыдай жанатын болады! Аталған отын газ қоспасынан қалаулы жалын сипаттамасын түрлендіру үшін жанарғыда берілетін, қоспа өндірісі үшін отын газына енгізілетін, оттегі (немесе мүмкін ауаның) көлемін реттейтін басқару жүйесіне ие болған жөн. Оған газды беру жүйесінің құбырларындағы ине тәріздес клапандардың тәжірибелік орналасуын қолдану жолымен жеңіл жетілуі мүмкін. 5.16-суретте осы мінсіз талаптың жетілуі көрсетілген. 5.16-суретте көрсетілген басқару жүйесін енгізу қолданушыға процесті келесі түрде басқаруға мүмкіндік береді:

1. Газ-тотықтандырғыш ағымын реттейтін ине тәріздес клапанды ашыңыз.
2. Отын газ ағымын реттейтін ине тәріздес клапанды біртіндеп ашыңыз. Газ қоспасы жанарғыдан шыққаннан кейін, оны жандырыңыз. Жалынның қалпы мен қарқындылығының қоспаға отын газының көп көлемі енгізілуі шамасы бойынша өзгереді. Кейін ине тәріздес клапандарды реттеп, отын газ-тотықтандырғыштың (ауа немесе оттегі) беру қарқындылығын жұмыс үшін жүйелі түрде реттеуге болады.

Тәжірибелік тұрғыдан қарағанда, жылу беруге қабілетті ақырғы қоспа ол оттегі/ацетилен екендігі ол факт.

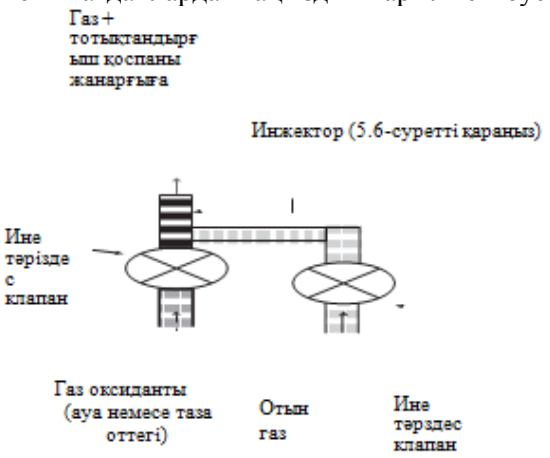


5.15-СУРЕТ. Жалынның жанған газдың қоспасы ретінде оттегі құрамының үлкею шамасы бойынша жылуды беру қабілетіне әсері.

Жоғарыда келтірілген бақылаулардан, жылуды беру үшін жалын қабілетін көтеру мүмкін болатын екі негізгі тәсілдің бар екені анықталды. Нұсқалары мынадай:

• жоғары жану жылдамдығы бар газ қоспасын таңдаңыз
• газ қоспасын оттегімен байытыңыз

Осы процестің барысында қоспа жылдамдығының жалын жылдамдығынан асып кеткен жағдайларына кездейсоқ жету мүмкін болды және 5.10-суретінде көрсетілгендей ол жалынның көтерілуіне әкеледі, нәтижесінде ол сөніп қалуы ықтимал. Алайда,осы мәселені шешетін жанарғылар бар, және олар кіріспе ретінде арналған 5.4.7.1-бөлімде талқыланады.
Жылу айналымы физикасының өте күрделі екендігін мойындаған өте маңызды және осы бөлімде біз ең маңызды мәселелердің кейбіреуін ғана қозғадық. Сондай-ақ, егер жылу беру жылдамдығын азайту талап етілсе, онда ол қоспадағы оттегі құрамының төмендеуінің есебінен және ауа құрамының көбеюінен жетілуі мүмкін екендігі белгілі болды.
Дегенмен, негізделген техникалық себептер бойынша жылу жүйелерінің газ-ауа және газ-оттегі беруге арналған дәнекерлеуші машинадағы жеке құрылғыларға ие болған жөн. Газ-оттегі шикізаты бар газ-ауа беру үшін арналған жүйені қолдану мүмкіндіктері жалын сипаттамаларын басқаруға қатысты өте маңызы мәселелерге әкелуі мүмкін, тіпті кей жағдайларда маңызды жарылыс тәуекеліне әкелуі

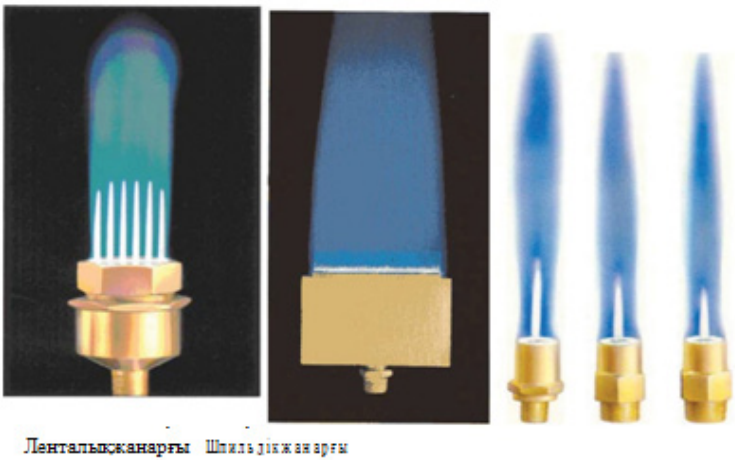


5.16-СУРЕТ. Жанарғыға отын газымен тотықтандырғыш газының (ауа немесе таза оттегі) ағымын реттеуді қамтамасыз ететін жүйе.

мүмкін. Сөйтіп, жоғарыда сипатталған рәсім теориялық ереже болып табылады; ақиқат айтарлықтай күрделі және осы кітаптың шегінен тыс бірқатар факторларға назар аудару қажет. Жарамды отын газына жүйені құруды әзірлеуге әуесқойдың жасамағаны дұрыс! Қажетті білімге иеленген, отпен дәнекерлеуге арналған машинаның мамандандырылған өндірушісіне осы аспектіні қалдырудың қаншалықты маңызды екендігін бағалауға болмайды! Жоғарыда берілген деректер тек қолжетімді мүмкіндіктерді мазмұндау үшін ғана арналған.

5.4.7 Жанарғы құрылымы және жұмыс параметрлері

Жанарғы жалынмен өңдеуге арналған құрылғы екендігін түсінген жөн, жанарғы жұмысты қыздырмайды, оны жанарғыдан шыққан жалын жасайды! Осыдан шығатын «жанарғымен дәнекерлеу» термині мәселе қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі туралы болғанда дұрыс емес, және сондықтан бұл процестің дұрыс термині – отпен дәнекерлеу.
Көптеген жанарғы түрлері бар, олардың әр қайсысы түрлі сипаттамалардан және қолданылудан тұрады. Кейбір үлгілі мысалдар 5.17-суретте көрсетілген. Дегенмен, қолжетімді жанағылардың үлкен диапазонымен байланысты нақты жұмыстар үшін дұрыс жанарғыны таңдау айтарлықтай күрделі екен деп ойлауға болады. Алайда, қандай жалын түрі қажет екені орнатылғаннан кейін, жанарғы жұмысының



5.17-сурет. Қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қолдануға болатын кейбір үлгілі жанарғылар. (Фотоны құрметпен BFT Limited, Сталибридж, Чешир, Англия-берді, www.bft.uk.com.)

негізгі қағидаттары туралы түсінік болады, жұмыс үшін қолайлы болып табылатын орнатылуы жеңіл болады. 5.6-кестеде оттекті-ацетиленді қоспалармен байланысты мәндер жалынның жоғары жылдамдыққа ие екендігін көрсетеді. Осы фактінің пайдалы нәтижесі оттегі/ацетилен жалыны жанарғының шүмегіне қоспа жылдамдығының кең диапазонында бекітіліп қалатыны болып табылады. Алайда, мысалы табиғи газдан, пропаннан немесе бутаннан шығатын отын газ кезінде оқиға өзгереді. Осы газдардың әрқайсысы салыстырмалы түрде төмен жану жылдамдығына ие және олар әдетте қоспаның салыстырмалы төмен жылдамдығы кезінде жанарғының бетінен көтеретінін білдіреді. Қатты дәнекермен дәнекерлеу кезіндегі сынаулар жұмыс үшін баяу тегіс қызу қажет, алайда оның салмағы жарамды қызу жылдамдығына жету үшін айтарлықтай үлкен, қоспаның орташа жоғары жылдамдығын қолдану талап етілетіндігін көрсеткен жағдайларда мәселе болып табылатыны белгілі болды.

В этих условиях фраза «Джентльмены, у нас есть отрыв» берет на себя совершенно иной смысл, который используют астронавты! Успех астронавтов зависит от взлета, но в пайке отрыв означает ПРОВАЛ.Бұл шарттарда «Мырзалар, біз жерден қол үздік» деген сөйлем астронавттар қолданатын өзге мағынаны білдіреді. Астронавттардың сәттілігі ұшуда, ал дәнекерлеудегі қол үзу СӘТСІЗДІКТІ білдіреді.
Алайда, біршама төмен жану жылдамдыққа ие газ қоспаларын қолдану кезінде туындайтын жұлыныс мәселесі кіруді қамтамасыз ету құралын қолданатын жанарғының көмегімен шешілуі мүмкін.

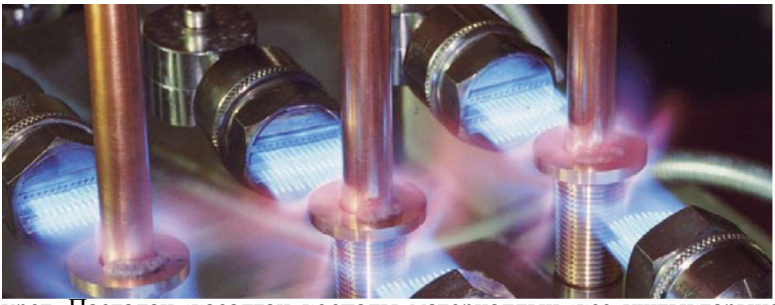
5.4.7.1 Кіріспе

5.18-суретте көрсетілген жанарғылар, талап етілетін кіріспе қабілетін қамтамасыз ететін нақты құрылысқа иеленген. Ол қолданушыларға қоспаның жану жылдамдығынан әдеттегіден төрт есе көп қоспа жылдамдығын пайдалануға мүмкіндік береді. Ол мүмкін емес болып көрінуі мүмкін: автоматты түрде жалынның көтерілуіне әкелетін қоспа жылдамдығын қолдана отырып, қалай жанарғыны басқаруға болады?
Осы жұмбақтың жауабы кіріспе болып табылады, ол жанарғыға енгізетін жылдам әрекет ететін газдың аз көлемімен қоспа жылдамдығының төмендеуіне әкелетін жанарғы құрылысын қолдану есебінен жетіледі. Осыған байланысты, газ қоспасының кішкене бөлігі аз жылдамдықпен қозғалады, жану кезінде алынып қалмай, бағыттаушы жарық ретінде жанарғыға бекітілген күйде болып қалады! Бұл шағын тұтандырғыш

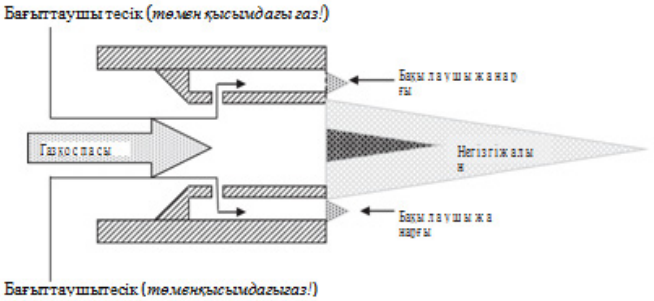
жанарғы жалын жанарғыдан шыққанда газдың жоғары жылдамдықтағы ағымының қалдығын тұтандырады, және жанарғының бетінде негізгі жалынның жоғарғы тиімді бекітілуін қамтамасыз етеді. Нәтижесінде бағыттаушы жарығы жоқ кезінде газ қоспасының жұлынысына әкелетін жылдамдықтан айтарлықтай көп қоспа жылдамдығын қолдану мүмкін болады. Мұндай жанарғылар кеңінен қолданылады. Тұрақты қосылып тұрған жанарғының жұмыс режимінің қағидаты 5.19-суретте көрсетілген. Мұндай түрдегі жанарғылар автоматтандырылған отпен дәнекерлеуде, соның ішінде мұқият басқарылатын жылу құрылымын түрлендіру қажет жерлерде өте кең қолданысқа ие болды.

5.17 және 5.18-суреттерінде көрсетілген жанарғылар әдетте қымбатырақ, алайда 5.20 суретте көрсетілген қарапайм жанарғыларға қарағанда айтарлықтай тиімдірек.

Оның себебі, жанарғының қуаттылығы жалынның шығу тесігінің өлшемімен, оның ұстап тұратын жалынның тұрақтылығымен және газ



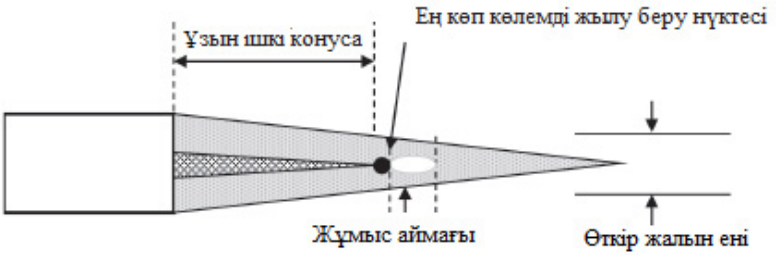
5.18-сурет. Пастадан жасалған қоспалы материалдың жез ұштықтарына жез түтіктерді дәнекерлеу үшін табиғи газды және сығылған ауаны қолданатын, мамандандырылған тұрақты қосылған жанарғылар. (Фотоны құрметпен Johnson Matthey Metal Joining, Ройстон, Хартфордшир, Англияберді).



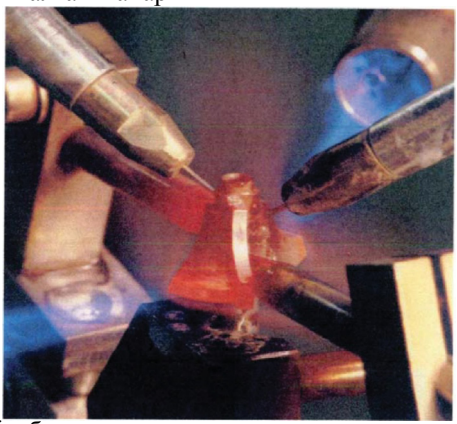
5.19-СУРЕТ. Үлгілі көмекші жанарғының көлденең қимасы. қоспасының беретін қысымымен анықталады.

Мұндай жанарғылар құрылысында қарапайым және келесі артықшылықтар мен кемшіліктерге иеленген:

Артықшылықтар	Кемшіліктер
Құрылысы қарапайым	Тар жұмыс ені
Тез тазаланады	Қысқа жұмыс аймағы
Ұзын конус	Жұмыс аймағы ең жоғарғы қыздыру температурасымен жылу беру нүктесінде орналасқан
Бағасы төмен	
Жанарғы қысымының төмен кедергісі	Турбуленттік жалын
	Қолдану кезінде өте қолайлы емес



5.20-сурет. Бір бағытталған жанарғы



5.21-СУРЕТ. Екі бір бағыттас жанарғылар ағашты өңдеуге арналған маман-дандырылған қатты пісірілген құралды қыздыру үшін қолданылады. Қоспалы пісірудің өткізгішті берудің автоматты түрдегі тетігі жұбының жалғанымына орнатылатындығына назар аударыңыз. (Фотоны құрметпенVerMoTec GmbH, Ингберт, Саар, Германия берді.)

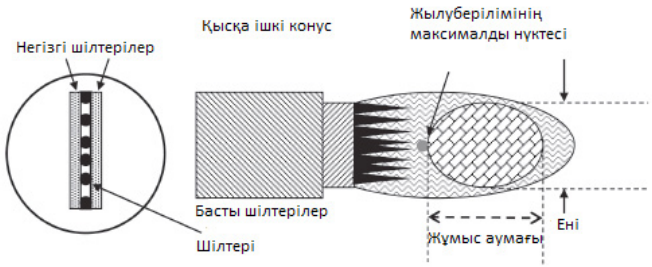
Көмекші жанарғылармен салыстырғанда оның өте төмен бағасынан қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған механикаландырылған жүйедегі кеңінен қолданылатын жанарғы түрі болып табылатыны ықтимал. Олар кең қолдану диапазонынан тұрады, алайда барлығына келе бермейді. Жанарғыны нақты жұмыс үшін таңдауы және олардың жарамсыздық себептерінің кейбіреулері 5.20-суретте көрсетілген, ал 5.21-суретте роторлық машиналарда қолданылатын бірбағыттас жанарғылардың жұбы көрсетілген.

5.20-суретіндегі сілтеме жанарғының бір нүктесіндегі ішкі конустың ұзындығы мен жұмыс аймағының өлшемінің 5.22-суретте көрсетілген көмекші жанарғының көптеген тесіктерінен қатты ерекшеленетінін көрсетеді. Бұл пайдалы ерекшеліктер олардың танымалдылығын және неліктен олардың қатты дәнекермен дәнекерлеудің механикаланған жүйелерінде кең таралуын түсіндіреді.

Жанарғы тесіктерінің саны және өлшемі, жетілуі мүмкін жалын тұрақтылығы және жанарғыда берілетін қоспа қысымы оның сыйымдылығын анықтайды.

Мұндай жанарғы түрі бір бағыттас жанарғыларға қарағандай айтарлықтай күрделі және қымбатырақ болып табылады. Олар келесі артықшылықтар мен кемшіліктерге иеленген.

Артықшылықтары	Кемшіліктері
Жұмыс аймағы кең	Кешендік жобалау өз көрінісін олардың құнынан табады!
Параллельді жалынды өндіреді	Жанарғы бастиегінің кедергісі едәуір жоғары
Түрлі дизайндар	Техникалық қызмет көрсету шығындары көп



5.22-СУРЕТ. Көптеген тесіктері бар көмекші жанарғы

5.5 Қол жылытқымен дәнекерлеу әдісі

Қолдан отпен тығыз дәнекермен дәнекерлеу алты нақты анықталған кезеңдерге бөлінеді:

1. Дәнекерлеудің алдында бөлшектерді тазарту
2. Жинақты флюстеу
3. Бөлшектерді жинау
4. Қыздыру
5. Суару
6. Дәнекерлеуден кейінгі тазарту

Осы қадамдардың әрқайсысына түсініктеме берген пайдалы болады.

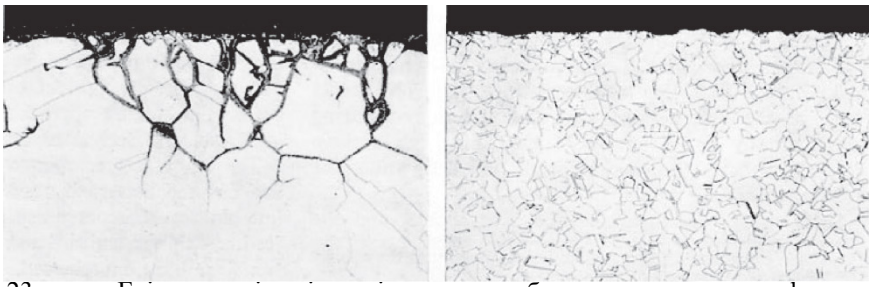
5.5.1 Тазарту

Ең бірінші туындайтын сұрақ
«Шынымен таза болғанда?»
Оқырмандар қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне қатысты «таза» сөзінің мәні туралы сұрақтың 2.11-бөлімде толығырақ қарастырылғанын білгендіктен, осы дәнекерлеу аспектісінің бөлшектерін осы бөлімде қайталаудың қажеті жоқ. Дегенмен,
Жалғанымның беті жеткілікті түрде таза болып есептеледі, егер қатты дәнекермен дәнекерлеу циклы уақытында балқытылған қоспалы қорытпа оның беті бойынша ақса, оны суландырса және жалғанымды бітесе және дәнекерлеудің көптеген процестерінде дымқылдануды болдырмау үшін оксидтен бос жалғанымның беттерін қолдау үшін химиялық ағымдардың қажет екендігін айта кеткен жөн.

2.11-суретте көрсетілгендей, май және/немесе майлар дымқылдануға жол бермеуі мүмкін. Дәнекер бойынша зауыт цехында кездесетін тек осы ластағыш.
Сөйтіп, 2-бөлімде айтылғандай, бөлшектерді жинаудың алдында сіздің бөлшектеріңіздің майсыз екендігіне көзіңізді жеткізіңіз!
Жарамды органикалық еріткішпен тазарту немесе жуу майлар мен майлауларды жақсы жояды. Дегенмен, қандай да бір көлемдегі минералды майдың компонентте қалып қойған кейбір жағдайлар да болады және ол үлкен мәселе болып табылмайды. Мұндай жағдайдың үлгілі мысалы экзотермиялық атмосфера кезінде жұмсақ болаттан қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған пештің қалпына келтіру ортасы

болып табылады. Бұл нақты жағдайда бөлшектегі кез келген қалдық көміртек майды жандырғаннан кейін көміртек тотығы мен көмірқышқыл газының қоспасын ала отырып, пештің ішінде қорғау атмосферасының оттегі құрамында бар компоненттерінің кейбіреуіне әсер етіп, бетін таза қылып және балқытылған қоспалы материалды қабылдауға қабілетті болып қалдырады.

Жалпы, компонент бетінің ластануының танылмаған көзі адам қолында болатын табиғи майлар болып табылады! Олар күкірт құрамдас жалғанымдармен айтарлықтай күшті ластанады. Таза никельден жасалған зымыран қозғалтқышының отын сызықтары кристалл аралық енуден алынған күкірттің никельге кіруінен, индукциялық дәнекерлеу кезінде уақытынан бұрын істен шығып қалған оқиғалар болған. Бұл нақты жағдайда, мәселе шешілді: оператор компоненттермен жұмыс кезінде мақталы қолғап киген. 5.23-суретте көрсетілген микрофотографиялық сурет осы жағдайды және қолғап киілген кезіндегі нәтижені сипаттайды. Осы қарапайым мысалдар «таза» мәні түрлі өндірістік оқиғаларда түрлі затты білдіретінін көрсету үшін келтірілген. Әдетте қатты дәнекермен дәнекерлеу циклын бастаудың алдында шамадан тыс қақтан, ластан және майдан жоюды қамтамасыз еткен жеткілікті. Дегенмен, кейбір жағдайларда компонетті тазарту үшін осы қарапайым қадамдарды жасағаннан кейін де қатты дәнекермен дәнекерлеудің қоспалы материалы әлі де компонентті жаба алмауы мүмкін және жалғасуды жүзеге асыра алмауы мүмкін. Мұндай жағдайларда дайындау немесе өңдеу кезінде жасалатын істер 2.10-бөлімде ескерілген қатты дәнекермен сәтті дәнекерлеу үшін негізгі алты ережесі біреуінің немесе бірнешеуінің талаптарын сіз қанағаттандыра алмағаныңызды білдіреді. Себебі қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі үшін өте маңызды болып келеді, олар төменде қайталанған:



5.23-сурет. Екі никельді түтіктердің сыртқы қабырғаларының микро фотографиялық суреті. (a) суретте никельдің күкіртпен күшті грануляциялық енуі көрінеді және (b) суретте күкірттің енуінің толықтау болмауы бар.

1. Қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасы кезінде таза жалғаным бетін қамтамасыз ету
2. Жалғаным компоненттерін дәнекерлеудің нақты температураға дейін қыздыру қажеттілігі
3. Сұрақтағы жұмыс үшін «дұрыс» қорытпаны таңдау
4. Жапсардың бетінен оксидті жою тәсілдерінің ең жарамдысын таңдау
5. Жарамды өлшемдегі саңылауды қолдану
6. Қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына жету үшін жалғанымның соңғы бөлігінде қоспалы материалды қолдану.

5.5.2 Флюстеу

Паста тәріздес флюс жапсардың бетінде және оған тікелей жанасатын аймаққа, аса мұқиятпен жапсарға тікелей жақын жерге бөлшектердің барлық өткір жиектеріне жеткілікті түрде бірқалыпты енгізілуі тиіс. Әдетте, бір немесе екі беттік-белсенді заттан тұратын, ұнтақ тәріздес өнімді сумен араластыру жолымен пастаны өздігінен жасағаннан гөрі, өндірушіден алатын дайын пастаны қолданған жөн. Консистенциясы әрқашан біртекті болып табылатын кәсіби дайындалған пастаны қолдану қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің кезінде флюстеуші әрекеттің өнімділігін қамтамасыз етеді.
Қыздыру кезінде қыздырылған ұшында дәнекердің қандай да бір көлемін жинау және оны жалғанымға енгізу жолымен жалғанымға флюсті қолдануға қарағанда, флюсті жинаққа алдын-ала жағып қойған дұрысырақ болып есептеледі. Бұл рәсім ыстық электрод әдісі ретінда белгілі, дәнекерлеу процесінде жалғанымға қосымша флюсті қосу үшін ғана ұсынылуы мүмкін.
Алайда кейбір арнайы қолданыстар үшін флюстің жаңа түрі қолданылады. Бұл әдіс барлық жерде газды флюс ретінде танымал және бізге оның артықшылықтары мен кемшіліктерін зерттеу қажет.
Газды флюс мысалы, метил спирті сияқты (4.1а және б суреттерін қараңыз) ұшқыш ерітіндіде ерітілген бор қышқылының метил эфирінің ерітіндісі арқылы отын газын өткізу жолымен дәнекерлейтін шам көмегімен дәнекерлеу жұмыстарында қолданылады. Отын газы белгілі бір бу көлемін көтереді және оның жалында болуы қарқынды жасыл түсуімен жалынның жануымен анықталады. Бораттың болуынан жалын жеткілікті жақсы флюстік қасиеттерге иеленеді. Дәл осы ерекшелігі қолданушылар арасында оның танымалдығына септігін тигізеді.
Газды флюс қола пісіруді жүргізу қажет болған кезде, мұндағы бастапқы материал қарапайым жез болғанда, флюстік орта ретінде қолдану үшін

әзірленген. Жезді дәнекер шамамен 880° С температурада балқиды, ол газды флюстің түсетін кез келген қышқылданған беттерімен өзара әрекеттесуді бастаған кездегі температурадан шамамен 80° С жоғары болады. Мұндай шарттарда жұмыс температурасы 730° С төмен, күміс қолданылған төмен температуралы қатты дәнекердің көбісімен қолдану үшін жарамайтындығы анық. Алайда бұл мәселенің соңы емес. Бұл жүйенің флюстік әрекеті бор қышқылының метил спиртін әкелетін отпен тығыз байланыста болғандықтан дәнекерлеу тек отпен жанасу жерлерінде ғана жүргізіледі. Жалын жіңішке саңылауларға кіре алмайтындықтан, газды флюсті дәнекерленетін бөлшектердің арасындағы ішкі саңылауда қолдану тиімді болмайды.
Сонымен қатар, отын газы ретінде тиімді қолдану үшін ацетиленді қолданған жөн, ол бор қышқылынан метил спиртін аса тиімді шығаратын бірегей газ. Газды флюстен тұратын отын газын беру үшін қолданылатын газ сызығы диаметріне байланысты кейде табиғи газ тасымалдаушы газ ретінде қолданылуы мүмкін. Бұл мәселені құрылғының жеткізушісімен талқылау қажет екендігі анық. Өзге отынды газдарын қолдану мүмкіндіктері қиындықтармен жанасқаны белгілі. Мұндай жағдайларда, булардың кетуі атап өтілді, ал газды флюстің көп бөлігі қысқа мерзімде қолданудан кейін газ сызықтарын жапқан шамның балауызына ұқсайтын ақ тозаң түрінде тұнады.

5.5.3 Құрастыру

Байланыс әзірленген уақытында егер қатты дәнекердің дайындамасы қолданылуы тиіс болса, құрастыруда орналасу нүктесі анықталуы тиіс. 5.5.1- бөлімінде баяндалған пісіру негіздерінің 6-тармағында атап өткендей, дәнекерлеудің температурасына қатты дәнекермен жету үшін жалғанымның соңғы бөлімі болып табылатын нүктеде дәнекердің дайындамалары дұрыс орналасуы қажет екендігіне кепіл беру керек. Бұл балқу кезінде қоспа материалдың компоненттерді дымқылдатуын қамтамасыз етеді және капиллярлық күштер мен температура градиентінің бірлескен әсерімен байланыс арқылы өтетін болады. Балқытылған қоспа материал ағынына көмектесу үшін егер ауырлық күші сондай-ақ қолданыла алса, жақсы болады.
Соңғы құрастырудан кейін флюстің қалдық мөлшері іргелес зонаға жағылуы тиіс, бұл ретте айрықша назар тағы да құрастырудың барлық бұрыштарына немесе үшкір жақтарына аударылады.
Бөлшектердің өздігінен бекітілуі кезінде олар үшін мінсіз жағдайды ұйымдастыру әрқашан мүмкін емес және онда ішкі тетігі қолданылуы

тиіс, барлық келесі талаптарды қанағаттандыру үшін әзірленеді:

• Жүктеу мен түсіру қарапайымдылығы
• Төмен жылу массалы болу
• Қызуға шыдамды материалдан дайындалған
• Іргелес аймаққа жалынның қолжетімдігін жаппау үшін әзірленген
• Жылуды әкету сияқты әрекетті болдырмау үшін компоненттермен минималды жалғауды қамтамасыз етуге арналған
• Бөлшектерді іргелес аймақтан мүмкін болғанша алысырақ қолдауға арналған
• Бөлшектерді дұрыс тегістеу қатты дәнекермен дәнекерлеудің барлық циклы бойы ауырлық пен/немесе серіппені ұтымды қолдану есебінен қуат алатындықтан әзірленген
• Бөлшектер қатты дәнекермен дәнекерлеудің толық циклының барлық мерзімі ішінде кеңейіп және қысылғандықтан еркін жылжи алатындықтан әзірленген

5.5.4 Қыздыру

Ең жоғары қарқынды жылу көзін қамтамасыз ететін отын-газды қосындыны қолдану әрқашан абзал еместігін түсіну маңызды және қатты дәнекермен дәнекерлеудің температурасына дейін жалғаным температурасы неғұрлым тез көтерілсе, соғұрлым қыздырып жіберу ықтималдығы жоғары болатындығын ұмытпау маңызды екендігін тәжірибе растайды. Үздіксіз жұмыс тәртібінде доғаны ұстау біркелкі қыздыруға мүмкіндік туғызады және отын газы ретінде таңдалған сығымдалған табиғи газ суарту орнынан 75-тен 100 мм-ге дейін қашықтықта доғаның шығу саңылауын қолдай отырып, сондай-ақ біртіндеп және біркелкі қыздыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Егер бір компонент басқалардан айтарлықтай үлкен болса, немесе басқасына қарағанда жылу өткізгіштігі айтарлықтай төмен болса, онда температураның қажетті біркелкі жоғарылауына жету үшін осы компонентке жіберу қажет.
Пісірудің негізгі ерекшелігі болып балқытылған қатты дәнекердің әрқашан жалғанымның ең ыстық бөлігіне ағуы табылатындығын сіз білесіз. Бұл қолмен дәнекерлеуде қыздыру сызбасын әзірлеген кезде операторда бірінші орында тұруы тиіс өте маңызды фактор!
Қыздыру кезінде флюс төменге түсіп және көп жағдайда қою емес мөлдір сұйықтық болып бастайды. Әдеттегідей бұл компоненттердің қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасын жақын болатынын

және қоспа материалдың қолданылуы басталуы мүмкін. Қоспа материал жалғаным тетігімен тығыз байланыста болуы тиіс және ол бөлшектердің өткізушілігінің нәижесінде балқуы тиіс. Процестің бұл аспектісінің маңыздылығы асыра бағалануы мүмкін емес. Дайын жапсардың бүтіндігі үшін мұның іргелі мағынаы бар; қоспа металл компоненттердің қызу әсерінен балқиды және қоспа материалға жалынды қолдану нәтижесінде емес. Сол себептен қолмен доғалық пісіруде қоспа материалдың дайындамалары жалғанымның ішінде орналасқаны жөн. Сірә, мұндай материал компоненттер арқылы жылу өткізгіштік жолымен ғана балқытылуы мүмкін және олардың жалынмен тура қыздыру нәтижесінде ешқашан балқытылмайды.
Алдында атап өткендей, қол жанарғысымен қыздыру кезінде дәйекті жалғанымдар түрлі қыздыру сызбаларына тап болатыны жақсы, қыздыру процесі оператордың тікелей бақылауында болады және оның жақсы жақтарына қарамастан ол автомат болып табылмайды. Сондықтан қатты дәнекермен дәнекерлеу тәжірибесі неғұрлым қауіпсіз. Осылайша қоспа металды қолдану кезінде дайындамаларды жалғаным ішінде мүмкіндігінше орналастыру қажет!

5.5.5 Суару

Қыздыру аяқталғаннан кейін құрастыру ауада еркін салқындай бастайды. Қорытпа қатайып бастаған кезде, жалғаным шамамен 350° С температурасына дейін салқындайды, оны ауамен үрлеу арқылы, содан соң жылы сумен салқындатуға болады. Суда салқындататын жылу соғулары флюс қалдықтарының көп бөлігінің жіктелуінде маңызды рөл атқарады. Дегенмен, бастапқы материалдардың кеңейтілімінің қатты ажыратылатын коэффициенттері болса, немесе осы компоненттердің біреуі немесе екеуінде кеңейтілім коэффициенінің үлкен және күтпеген өзгерісі болса, сумен суарудан аулақ болу керек. Осы жағдайларда суару процесі, сондай-ақ қос бастапқы металдарда немесе жалғанымдағы толтырма қорытпасында кернеудің жарылуына әкелуі мүмкін. Демек, бөлшектерді осындай жағдайларда шетке бөліп шығару және қорғансыз қолдармен алуға болатын температурада еркін жолмен суару қажет.

5.5.6 Дәнекерлегеннен кейін тазалау

Егер коррозиялық флюстер алюминиймен дәнекерлеуде қолданылса, онда атмосферадан ылғалды сіңіріп алатын қалдықтар пайда болады. Алынған өнім 2 сағаттан кейін ащы және біршама жабысқақ зат болады.

Қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінің жанама өнімі бастапқы материалдар коррозиясымен қоса, тек бірнеше сағат ішінде жалғанымда қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған қорытпаға мүмкіндік туғызуы мүмкін және нәтижесінде қалдықтарды жою қажет. Өнімді ыстық суда ұстау қажет, содан кейін қажет болғанда қалған флюсті жою үшін бөлшектерін қатты щеткамен тазалау қажет. Қиын жойылатын қалдықтар болса, өнімді 2-3 минутқа жылы 5% -10% күкірт қышқылына батырады. Бөлшектің осындай өңделуінен кейін ағынды суда жуу, және бұдан әрі қажеттілігіне қарай щеткамен жуу қажет. Әлбетте алюминийді тазарту үшін натрий гидроксидін пайдаланудан әрқашан аулақ болу қажет. Натрий гидроксиді мен алюминий бір-бірімен қызу әрекет етеді, реакцияның жанама өнімі ретінде сутек пайда болады!

Алюминийді дәнекерлеу өткізілуі тиіс жағдайларда агрессивті не агрессивті емес флюстерді қолдану арасында таңдау мүмкіндігі бар. Белгілі дәрежеге дейін 'агрессивті емес' сипаты пуристермен дәйексіз ретінде қарастырылуы мүмкін. Әрине мұндай флюстерді балқытылған жағдайдағы агрессивті сияқты қарастыруға болады; кері жағдайда олар компоненттердің бетінен алюминий оксидін шығаруға жарамсыз болады. Дегенмен, олардың қалдықтары қатайып және салқындағанда алюминийді дәнекерлеуге ұсынылған агрессивті емес флюстер гидролизденбейді және сондықтан ол олар үшін жұмыс барысында қауіпсіз.

Құрамында күмісі бар дәнекерлермен қолдануға ұсынылған флюстердің көп бөлігі қоспа материалдары ылғал тартқыш, және сондықтан егер жоғарыда аталған түрдің коррозиясы алюминийлік қатты дәнекерге қатысты болмаса, қатты дәнекермен дәнекерлеу циклының аяқталуынан кейін жұмыстан жойылуы тиіс. Ылғал тартқыш емес (яғни бораттар немесе фторбораттарда негізделген) бұл флюстер жұмыста қалдырылуы мүмкін, бірақ олар өңсіз болуы ықтимал, және эстетикалық себептермен бір-бірден жойылу керек. Флюстің осы түріндегі қалдықтарын жою өте қиын, бүріккіш тазалаудың кейбір нысандары оларды толық жою үшін қажет болуы мүмкін.

Егер барлық осы кезеңдер тиімді аяқталуы қажет болса, оператордың жоғары дәрежелі біліктілігі қажет етілетіні өзінен-өзі түсінікті. Дегенмен, қолмен жалынмен дәнекерлеудің негізгі кемшілігі оператордың біліктілігіне тәуелсіз, ол бөлігін өндіруге қажет уақытты және солай болғандықтан дайын өнімнің жалпы санын бақылауға жағдайы жоқ екендігіне байланысты болуы мүмкін. Сонымен бірге, және қажетті уқалау дағдыларына қабілетті операторлар санын табу қиын, және ол табылған жағдайда да еңбекақысының біршама жоғары деңгейін талап

етеді, бұл тенденция өңдеу өнеркәсібінде қолмен дәнекерлеу жалынынан бастап жалынмен механикаландырылған дәнекерлеуге бағытталған, онда техникалық бәсекеге қабілетті процесс әзірленуі мүмкін. Заманауи өнеркәсіп тәжірибесінде ауада бөлшектерді өңдейтін барлық қатты дәнекермен дәнекерлеу механикаландырған жүйелерінің шамамен 80% жалынмен қыздыруды пайдаланады. Нәтижесінде осындай жүйелерде қолданылатын автоматизацияның түрлі әдістері жақсы дамыған және кеңінен қолданылады, және әзірге бұл тарауда толық талқыланбайды, жалынмен автоматтандырыған дәнекерлеудің негізгі тармақтары 5.6-тарауында көрсетілген.
Енді біз осы тараудың қорытындысына келдік. Осы тараудың басында «Сәтті Қолмен Жалынмен Дәнекерлеу үшін он алтын ережелерді» қазір қайта оқуды еске салу пайдалы болуы мүмкін.

5.6 Жалынмен дәнекерлеу үшін автоматтандырылған машиналар

Үш негізгі жалынмен дәнекерлеу үшін автоматтандырылған машиналар түрлері:

1. Жазылмалы арба жүйелері
2. Сызықтық үздіксіз дәнекерлеу машиналары
3. Айналмалы индекстелген машиналар

Осы үш топтың әрбірінде бірнеше кіші топтар бар. Дегенмен, артығырақ білу үшін бұл тарау жоғарыда аталған үш типке мысал келтіретін бес әдеттегі машиналардың көрінісін береді. Қолжетімді автоматтандырылған жүйелердің әртүрлілігі туралы көрініст оқырмандар алу үшін біз алдымен процестің күрделілігі тақырыбын қысқаша қарастырамыз.

5.7 Процестің күрделілігі

Бұл тарауда оқырманға жалынды механикаландырылған дәнекерлеу технологиясына кіріспе ұсынылады және бұл жалынды дәнекерлеу процестеріне қатысты болғандықтан, 5.7-кестеде процесс күрделілігінің шкалалар тұжырымдамасы берілген. Бұл кестені зерделеуден осы процесс қолданылуы мүмкін 0-ден 10-ға дейінгі диапазонда жатқан шкаладағы белгілерге сәйкес болатыны көрінеді. Сонымен бірге, қағида тұрғысындағы маңызды кестеден процестің күрделілігі иерархиясында процесс қаншалықты жоғары тұрса, дәнекерлеу машинасында

күрделілік механикаландыру дәрежесі соншалықты үлкен болатыны әбден анық. Дегенмен, осы нақты нұсқаудан қолжетімді машинаның күрделілігінің деңгейі қаншалықты жоғары болса, өндіріс икемділігі соншалықты төмен болатынын білдіретіндігін түсінген сондай-ақ маңызды. (5.24-суретін қара). Дегенмен, осы шкалада қол доғасымен қыздыру нөл белгісінде тұрғаны өзекті және өте маңызды!

Осы тараудың басында айтылғандай жалынды қолмен дәнекерлеу оператордың толық бақылауындағы процесс болып танылады. Оператор робот болмағандықтан қатты дәнекермен жалынмен қолмен дәнекерлеудің маңызды ерекшелігі, дәлірек процесс уақыты оператордың бақылауында болмайтыны әбден анық. Сондықтан егер дәнекерлі бөліктердің белгілі бір саны сағаттап, күндермен өндірілетіні анық, екі процестің уақыты белгілі және әбден бақылануы қажет! Бұл талаптар 5.7-кестесіндегі 2-ден 10-ға дейінгі күрделілік иерархиясында сәйкес келетін барлық жүйелерде, сондай-ақ 1 күрделілік деңгейіне келетін жүйелерде орындалады. Автоматтандырылған дәнекерлеуге арналған машиналарда процестің бақыланатын уақыты теңгеруде маңызды факторлардың тек біреуі ғана болып табылу фактісі айқын; дәнекерлеу процесінің басқа қадамдары сондай-ақ механикаландырылған және бақыланатын болуы мүмкін. Дегенмен, әрі қарай қозғалғанша дейін қатты дәнекермен жалынды дәнекерлеу облысында ең күрделі «машина» болып, қандай ғажап болмаса да, оператор табылатынын атап айту қажет!

5.7-КЕСТЕСІ

Жалынмен Дәнекерлеу Технологиясы үшін Күрделілік Процесінің Шкаласы

10 Толықтай автоматтандырылған машина: Машинаның бұл түрін дәнекерленген құрастыруларды өндіру мүмкіндігі бар білдек ретінде қарастыруға болады.

9 Сызықтық қадамдық индекстеу машиналары: Қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін материалды автоматтандырылған қолданумен бекітіледі, автоматтандырылған жүктеу және дәнекерленген түйіндерді жою. Бөлшектерді қыздыру оптикалық пирометрия көмегімен бақыланады.

8 Айналмалы индекстелген машиналар: Қоспа материалдардың автоматтандырылған қолдануымен. Дәнекерленген құрастыруды автоматтандырылған жою, және автоматтандырылған жүктеу мен температураны бақылау мүмкін.

7 Қарапайым айналмалы индекстелген машина: Бөліктеп автоматтандырылған жою мен қоспа материалын қолданумен мүмкін.
6 Сызықтық үздіксіз конвейер және үздіксіз айналмалы машиналар.
5 Екі және одан көп станцияларын тәуелсіз бақылауы, бөліктердің температурасын реттеуі бар қайықты машина. Автокөліктік өнеркәсіпте қолданылатын алюминийлік компоненттердің ұсақ өндірісіне арналған мінсіз машина түрі.
4 Жылу станциясын тәуелсіз басқаруы бар қос қайықты машиналар.
3
↕ Түрлі күрделілікті қайықты машиналар.
2
1 Қарапайым, стационарлық орнатылған механизм: екі немесе одан көп станицонарлық жанарғымен жабдықталған және процестің қарапайым таймерін жиі қосу арқылы.
0 Оператор жалынмен қол дәнекерлеуді бақылайды.

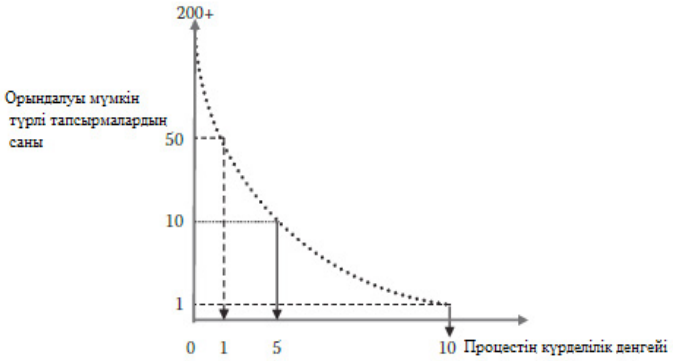
Бұл туралы бір сәтке ойлану келесі тұжырымға әкеледі. Оператор процестің уақытын бақылай алмауы кезінде операторлар жалынды дәнекерлеудің барлық қол рәсімін сәтті аяқтау үшін қажет өмірлік маңызды құрылғылармен жабдықталған болып келеді.
Мынадай сияқты

а. Жұмыстың қалай өтіп жатқандығына көрсететін екі оптикалық пирометрлер: олардың көздері!
б. Әрқашан өзін қайта бағдарламалайтын бағдарламалық қамтамасыз ету: олардың миы!
с. Көздер мен мидың басқаруымен жалынның доғасын орнынан жылжытатын робот: олардың қолы!
е. Қашан жылжыту және жалғанымға қорытпаны қашан беруді көз бен мидың басқаруымен айтатын екінші робот: басқа қол!

Адам-оператордың жасай алатын әрбір аспектісін қайталау жағдайында болатын роботталған жүйені әзірлеу мүмкін болса, онда оның құны кез келген валютаның миллиондаған бірліктеріне айналуы мүмкін. Осылайша, өндіріске енгізілетін машинаның даму деңгейіне тәуелсіз жабдықтың тек ғана өндіріс уақытын және солай болған соң өндіріс деңгейін бақылау сайманы болып келетіндігінің шындығы осындай. Машинаның бір уақытта «бірнеше басқа заттарды» жасай алатынын түсіну қажет және оны бірінші кезекте қондыруды басшылықты сендірген негізгі түсініктердің бірі жиі болып табылады! Дегенмен

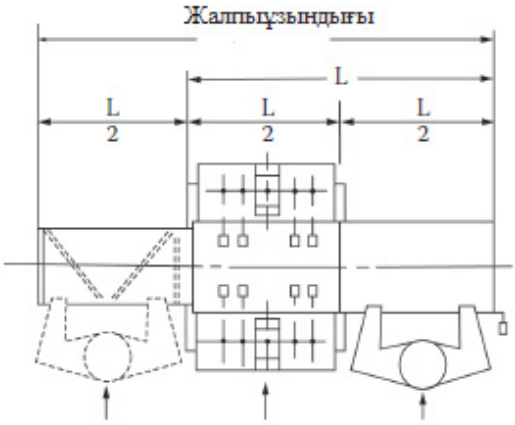
шкаладағы нөл күрделілік деңгейінде адам-операторға тән жүйенің икемділігі 5.24-суретінде көрсетілген нүктенің күрделілік иерархиясын бойынша жылжу шамасында болмау бағыты бар.
Әйткенмен, ескерту сөзі! Машинаның 7 немесе 8 күрделілік деңгейінде нақты жұмысты орындауға қажеттігіне көз жеткізу және автоматтандырылған дәнекерлеу технологиясын қарастыру кезінде өте жеңіл көңілі бөлінуі жақсы белгіленген факт. Кейінірек, 7 деңгейдегі машина құнының нәтижелері жобаны қайта бағалауды талап етсе, нақты жағдайға тым тереңдетілген көзқарас 5 деңгейінің жүйе күрделілігін қолдану арқылы өндіріс пен мақсаттың құны тиімді қол жетуге болатындығын көрсетеді.

Егер бастапқы бағалау кезеңінде жобадан технологиялық ажиотажға қатысты тенденция жоғалса, онда уақыт пен қаражаттың айтарлықтай мөлшері үнемделуі мүмкін. 5.24-суретінде бір 10 деңгейіне шкала бойынша жүргенде қаншалықты жоғары болса, шығарылатын машинаның соншалықты аз және икемділігі кем болатыны жақсы көрсетілген!
5.7-кестесінен неғұрлым күрделі машиналармен және онда қоспа материалдарын автоматты қолдану, және технологиялық циклдың құрамдас бөлігі ретінде жүзеге асырылатын бөліктерді автоматтандырылған жою және суарумен қатты дәнекермен дәнекерлеуден кейін оператор тек құрастыру және компоненттерді жүктеу үшін қажет. Бұл жағдайларда шығу компоненттердің жүктелу жылдамдығына айтарлықтай дәрежеде тәуелді болып табылады. 8 және одан жоғары күрделілік деңгейден бастап, оператордың жалғыз



5.24-сурет. Күрделілік иерархиясы. Машинаның жоғары және төмен күрделілік деңгейі оның орындай алатын тапсырмалар санын құрайды

ғана тапсырмасы болып дірілді тостаған тәрізді жүк тиегішке немесе, мүмкін, жүктеу контейнеріне жүктелетін компоненттерді тұрақты жеткізуді қамтамасыз ету болып табылады. Бұл компонеттерді құрастырудан дәнекерленген бөліктерді лақтыруға дейінгі толық цикл автоматты түрде толығымен аяқталуы себебінде болады. Мұндай жүйелер құрастырылды, және дәнекерлеуге жататын өнімнің құрылымына байланысты олар сағатына шамамен 4000 данаға дейін өндірістік жылдамдығын қамтамасыз ете алады, бірақ бұл күрделілік деңгейінің машиналары шындығында өте сирек кездеседі; бәлкім, бүкіл әлемде жылына екі немесе үштен артық емес әзірленеді, дайындалады және орнатылады. Бұл мәселенің неғұрлым экономикалық тиімді шешімді дамыту тұрғысынан қарағанда маңызды мағынасы бар, 5.7-кестеге ұқсас кестеде қатты дәнекермен дәнекерлеу мәселесінің ең жақсы шешімі болып әдетте дәнекерлеу операциясын өндіру үшін қолданылатын басқа да қыздыру әдістері үшін алынуы мүмкін. Бұл тарау жалынмен дәнекерлеу технологиясына арналғандықтан мұндай кестелер осында ұсынылмаған. Алайда, бұл тәсіл басқа қыздыру әдістері үшін қабылдануы тиіс және 5.7-кестеде ұсынылған тұжырымдамаға негізделген болуы тиіс. Шынында да, мұндай жоба жалыннан басқа

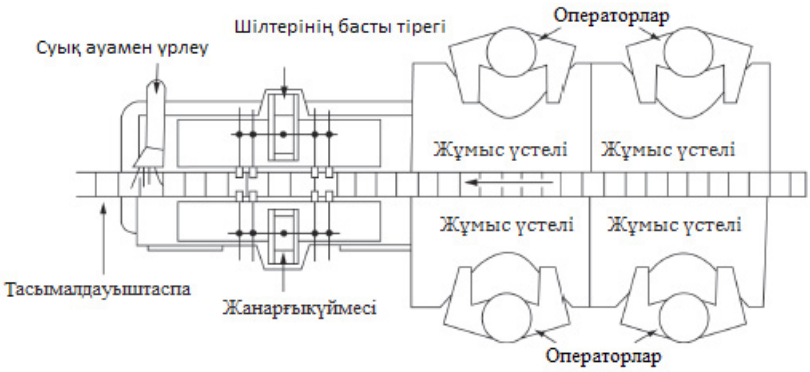


5.25-сурет Бір немесе екі операторомен қолданыла алатын қарапайым жазылмалы үстел-машина. Егер екі оператор болса, онда 1 жұмыс аймағына жүктелген бөліктер 2 жұмыс аймағына түседі, және 2 жұмыс аймағында оператор жаңа құрастыруды жүйтейді, олар содан соң 1 жұмыс аймағына жүктеледі.

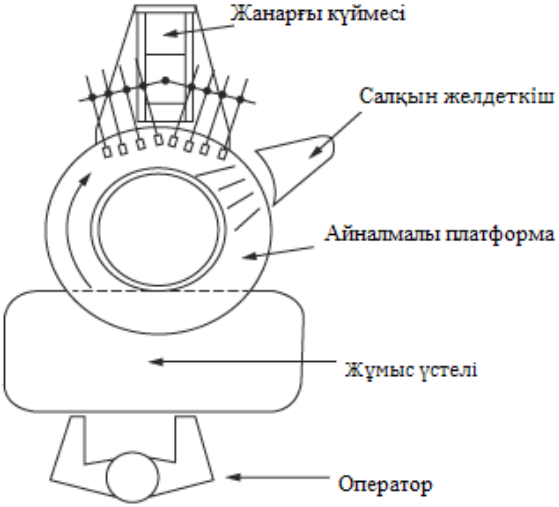
қыздыру әдісі туралы мәселені қарастыруда қатысатын тұлғаларды қызықты оқытуды, біршама қанағаттандыратын шешімді ұсынуды қамтамасыз етеді. Мұндай зерттеудің елеулі бөлігі ретінде, мысалы, немесе, мүмкін, пайка Индукциялық жылыту арналған пештер азайту немесе вакуумдық үшін жаңа процесс күрделілігі кестесін әзірлеу қажет болар еді. олар табысты Осы мақсатқа қол жеткіздік кезде, олар жылу процесінің ұсақ мәліметтерді түсіну сенімді бола аламыз, олар өз электрондық кесте процесс күрделілігі өндіруге, олардың жолында оқуға қажетті. олар әр түрлі жылу процестер туралы жаңа егжей-тегжейлі білімді жылыту әдісін нақты таңдау осы қолдану үшін ең үздік практика ретінде ұсынылады неге оларды басқаларға түсіндіру үшін мүмкіндік беретіндігіне көз болуы мүмкін екенін, оған шығуға деген қосымша пайдасы.

Бұл күрделілік шкаласын пайдаланудың ең маңызды аспектісін инженер өзі үшін қараудағы жұмысқа қажетті нәтижеге қол жеткізу үшін қажет күрделілік дәрежесін анықтауға мүмкіндік беретін факт екенін бағалау мүмкін емес. Айқын артықшылықтар бар кезде нақты тапсырма үшін күрделі машинаны пайдалану әрқашан күрделілік деңгейі қаншалықты жоғары болса, машинаға тән икемділік соғұрлым аз болатындығын есте сақтау керек (5.24-сурет).

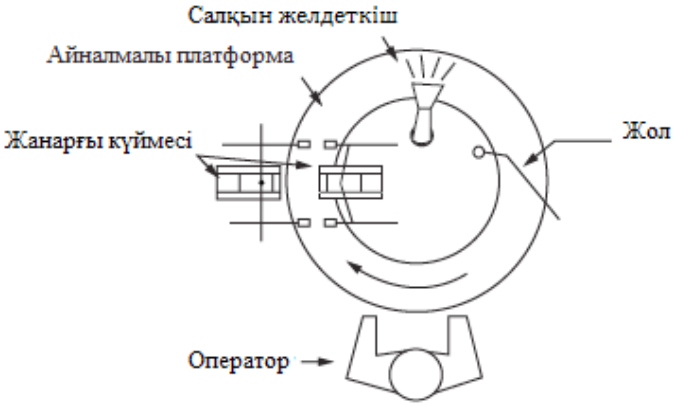
Осы тараудың басында айтылғандай, мұндай жағдайларда, сондай-ақ



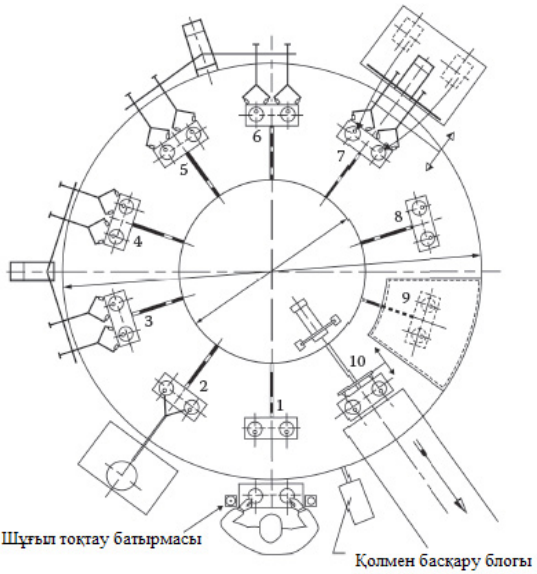
5.26-сурет Дәнекерлеу машинасының әдеттегі үздіксіз конвейері, бұл жағдайда машинаға бөліктерді төрт оператор жүктей алатындай әзірленген. Мұндай машиналар конвейерлік таспада еркін тұра алатын бөліктерге арналған, және одан кейін күймеге құлайды, ол бункерге әкеледі, дәнекерленген бөліктер нүктеге жеткенде, конвейерлік таспа машинаның төменгі бөлігінің бойымен жүктеу аймағына өзінің қайта оралуын бастайды.



5.27-сурет Кіші диаметрлі үздіксіз айналмалы машина (үстелдің максималды ені 450 мм). Соның ішінде жанарғылар ішінде орналасқанына назар аударыңыз. Мұндай машиналарда тек ғана үлкен емес жеңіл бөліктерді дәнекерлеуге арналғандықтан болады.



5.28-сурет 5.29-суреттегі көрсетілген құрылғының едәуір үлкен нұсқасы. Соның ішінде жанарғылар жұмыс жолының екі жағында орналасқанына назар аударыңыз. Ол машинаға біршама ауыр бөлшектерді дәнекерлеуге мүмкіндік береді.

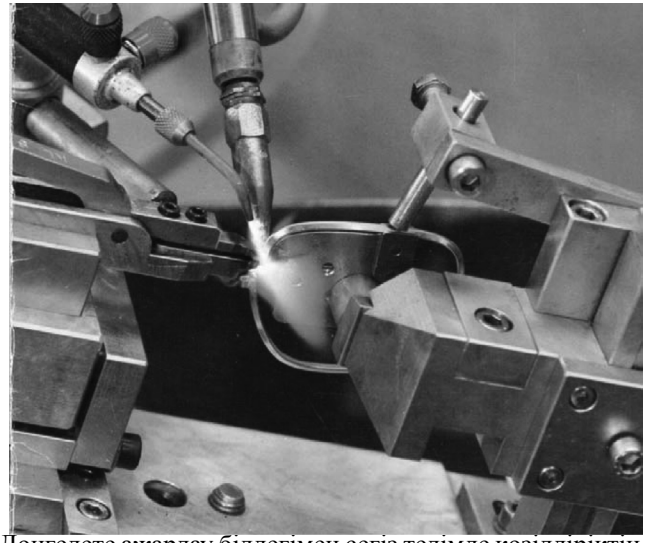


Станция Операция

1.	Жүктеу
2.	Бөлшектерді табу және автоматтық флюстеу
3.	I Алдын ала қыздыру
4.	II Алдын ала қыздыру
5.	III Алдын ала қыздыру
6.	IV Алдын ала қыздыру
7.	Пневматикалық басқарылатын пандустарда орнатылған қос қабатты сымы ская пайка твердым припоем использующий бар тиегіштер на пневматический управляемые вмонтированных на пневматически управляемые
8.	I Ауамен салқындату
9.	II Суда суару
10.	Дәнекерленген бөлшектерді автоматты түсіру.
(I) Екі бөлігі бір уақытта дәнекерленуі керек (II) Машиналық цикл: 6 секунд (III) Шығу жылдамдығы: 1200 бөлшек/сағат	

5.29-сурет Айналмалы индекстелген машина көптеген автоматтандырылған қосымша құрылғылармен жабдықталған. Бұл машинада 10 күрделілік деңгейі бар. Суретте берілген деректерден шығу жылдамдығы сағатына 1200 бөлшекті құрайтыны көрінеді.

белгілі күрделі машина жаңа бөлшектерді өндіру үшін жарамсыз, бірақ неғұрлым қарапайым үшін жарамды және сондықтан айтарлықтай неғұрлым икемді болу мен салыстырмалы оңай төмен бағамен өндірісін реттеуге қабілетті болуы мүмкін факт болып табылады. Қысқаша айтқанда, бұл жоғарыавтоматтандырылған және күрделі машиналардың негізгі кемшіліктерінің бірі болуы мүмкін, өткізілген оң бағалаудан алынған фактілер қолайлы өндірістік жылдамдықпен біршама қарапайым машина сапалы өнімді өндіруге қабілетті болады деп көрсетеді. Әлбетте, мүмкін сағатына 360 компонент жылдамдықпен бөлшектерді дәнекерлейтін машинаны иеленуден ішкі қанағаттандыру болады, мұндай қанағаттандыру аптасына тек 3600 бөлікті шығару жоспарланса, неге осы машина қажет екендігін, экономикалық пайданы басшылыққа түсіндіру қажет болғанда өте тез жоғалады!
5.25-тен 5.30 дейінгі суреттер Германия, St. Ingbert, VerMoTecGmbH рұқсатымен сатып алуға болатын машиналардың негізгі типтерінің әдеттегі мысалдары болып табылады.



5.30-сурет Дөңгелете ажарлау білдегімен сегіз телімде көзілдіріктің бір жиектемесіне топсаны дәнекерлеу. Машина флюспен сымдарды автоматтандырылған берумен жабдықталған, отын газы оттегі болып табылады, алау–табиғи газ микро-жанарғылар арқылы беріледі. Мұндай бірнеше машина Еуропада пайдалануда бар. (Фото сурет VerMoTecGmbH ұсынылған, St Ингберт, Саар, Германия).

6. Индукциялық және электрмен қыздыру

6.1 Кіріспе

5-тарауда дәнекерлеу үшін бәрінен жиі жалынды қыздыру пайдаланылатынына қарамастан, нақ осы пештегі дәнекерлеу көмегімен жалғанымдардың көп бөлігі орындалатыны атап көрсетілген болатын. Тіпті егер бұл рас болса, онда бұл әлі ешнәрсе туралы айтпайды, себебі металды біріктіру үшін пайдаланылатын қыздыру әдістері нақты екіден көп. Егер вакуумдағы дәнекерлеу мен пештегі қалпына келтіру атмосферасындағы дәнекерлеуді сол біреу ретінде қарастырумен келісетін болсақ, онда дәнекерлеу үшін қазіргі өнеркәсіпте салыстырмалы кеңінен пайдаланылатын қыздырудың не бары төрт әдісі бар. Бізбен жалынды дәнекерлеу қарастырылғандықтан, демек бірінші кезекте біз индукциялық қыздыруды талқылаймыз, себебі ол электр байланыстық қыздыруға қарағанда, айтарлықтай жиі қолданылады.

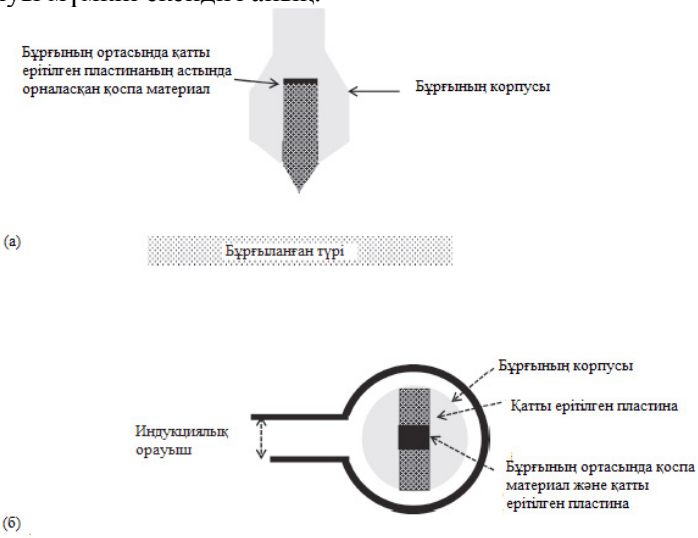
Шынында, индукциялық қыздырудың қағидаты күштік трансформатордікі сияқты, бірақ өнім бір орамды қысқа бекітулі екіншілік орам ретінде шығарылады. Біріншілік орам болып табылатын индуктор, қағида бойынша, дайындауды қамтиды және салыстырмалы төмен, сондай-ақ өте жоғары жиілікті болуы мүмкін ауыспалы токты ауыстырады және 1.0 кГц-тен шамамен 1,0 МГц-ке дейін диапазонда түрленеді. Тиісті токтар бөлшектерде туындайды және тиісті материалдың жеке электр кедергісіне тікелей тәуелді қыздырылады. Сонымен қатар, мысалы, тот баспайтын болат сияқты осындай ферромагнитті металдар *магниттік гистерезиз* әсерінің есебінен қосымша қыздыру үшін қолданылады. Сондықтан жоғары электр кедергісі бар болат салыстырмалы төмен электрлік кедергісі бар мысқа қарағанда, тезірек қыздырылатын болады.

Осы фактіні есте сақтау *қажет*, себебі осы білімді қолдану әртүрлі электрлік кедергісі бар металдарды дәнекерлеу үшін пайдаланылатын

индуктор құрылымына қатты әсер етеді. Оның құрылымы өнім бөлшектерінің жалғаным облысы дәнекерлеу температурасына қол жеткізуге кепілдеме беретін индуктор термограмманы құра алатындай болуы қажет.

Токтың индукцияланған сызығының ену тереңдігі және сәйкесінше, жылу әсерінің деңгейі айнымалы токтың жиілігіне тікелей пропорционал фактісі тағы бір түсінік болып табылады. Бұл әсер өнімге қолданылатын индукциялық ток жиілігі жоғары болған сайын, соншалықты металл қабатына жақын қыздыру кезінде жылу әсері жинақталады. Осылайша, егер анағұрлым кең бөлшекті мысалы, диаметрі 2 дюйм крест тәрізді бұрғыны (6.1 (а) және (б) – суретті қарау) қыздыру талап етілсе, онда қолданылатын жиіліктер төмен, ал күштік қуаттылық салыстырмалы жоғары болуы қажет. Бұл жағдайда, осындай параметрлерді пайдалану бұрғы өнімді температуралық айырым құрып, барлық диаметр бойынша қыздырылатынына кепілдеме беретін болады, осылайша, бұрғының ортасындағы температура ең төмен, ал сыртында, оның қабатында ең жоғары болады.

Әрине, бұл қоспа материалдың орналасуы үшін мінсіз орын – *бұрғының орталығын* білдіреді. Бұл жағдайда, қоспа материалдың еруі айырымның температурасымен және барлық жалғанымдағы капиллярлы әсермен шақырылуы мүмкін екендігі анық.



6.1-сурет (а) Бұрғылау позициясындағы бұрғы құралының көлденең қимасы және (б) дәнекерлеу процесінде құралға жоғарыдан қарағандағы түрі.

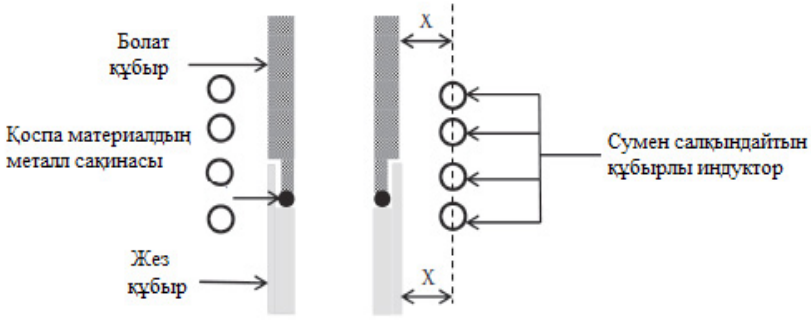
Нәтиже ретінде индукцияланған токтың жылу әсері қарапайым формуламен көрсетілуі мүмкін:
$H \alpha I^2R$

мұндағы
H = бөлшекке индукцияланған жылу
α = *тік пропорционал*
I = бөлшекке индукцияланатын токтың шамасы
R = бөлшектің электрлік кедергісі

Бұл металды индукциялық қыздырумен дәнекерлеу кезінде ток жүргізуші индуктор жалғаным орынын буындыратындай етіп орналастырудың қарапайым тәжірибесі. Егер, осыдан басқа, орауыш дәнекерленуі қажет екі бөлшектен бірдей қашықтықта орналасқан болса (6.2-суретті қарау), онда осы бөлшектің екеуіне де бірдей *ток саны* индукцияланатын болады.

Мұндай жағдайда негізгі теңдіктен шығу шарттары келесі түрде жазылуы мүмкін
$H \alpha R$

Жоғарыдағы формуладан 6.2-суретте көрсетілген жағдайда жоғары электрлік кедергісі бар металл, мысалы, болат төменгі электрлік кедергісін иеленетін, мыс, латунь немесе алюминий сияқты металдарға қарағанда, тезірек қыздырылатын болады.
Бұл фактор индукция көмегімен латунь немесе мысы бар болатты



6.2-сурет. Индукциялық қыздырудың қағидаты.

дәнекерлеу амалдары айтарлықтай мәселелі болуын түсіндіреді. Дегенмен, ешбір күмәнсіз, осындай дәнекерлеу орындалуы мүмкін және бұдан әрі осы тарауда бұған қалай қол жеткізуге болатыны сипатталады.

6.2. Дәнекерлеу кезінде индукциялық қыздыру нені ұсынады

Индукциялық қыздыруға тең, айтарлықтай аксиальды-симметриялы болат өнімнің нақты және тез жергілікті қыздыруы талап етілетін жер жоқ шығар! Жалғанымның бойымен қалайтын температураның айырымын қамтамасыз етуге қыздыру үшін талап етілетін уақытты ескере отырып, температураның арту жылдамдығы мысалы, жанғыш қыздыру кезіндегі қарағанда, айтарлықтай үлкен болады. Нәтиже ретінде, жалғаным орны қысқа мерзімде қыздырылған, және негізгі металдың тотықтары, деформациялары мен бұдырлықтарының саны минимумға келтірілген.
Әрине, санасуға тура келетін кейбір кемшіліктер бар. Салыстырмалы үлкен және геометриялық күрделі бөлшектерді біртектес қыздыру талап етілетін пеште қыздырудан аса пайдалы емес ерекшеленбейтін, немесе пештің қалпына келтіру атмосферасында бөлшектерді өңдеудің сәтті нәтижесіне арналған немесе күрделі талаптар болып табылатын жағдайларда индукциялық қыздыру.
Әрине, бұл индукциялық дәнекерлеудің қалпына келтіру атмосферасында орындалмауын *білдірмейді*; дегенмен дәнекерлеудің өндірістік мәселелерін шешу үшін бұл технология айтарлықтай жиі қолданылады. Дәл сондықтан осы әдістің, қағида бойынша, кемшіліктеріне қарағанда, анық артықшылықтары көп.
Мысалы, жұмсақ болаттан жасалған фитингтер төмен көміртекті болаттан жасалған құбыр шеттеріне дәнекерленетін магистральдық құбыр желілерін дәнекерлеу кезінде, мыс қоспа материал ретінде пайдаланылады. Егер пештегі бөлшектердің тазалығына, қалпына келтіру атмосферасының сапасы мен құрамын бақылауға лайықты назар бөлінбейтін болса, бұл процесс қиындықтармен ұштастырылуы мүмкін. Қандай да бір жағдайда таза азоттың ауасында талап етілгеннің барлығы бар екендігі белгіленген болатын. Зертханалық жағдайларда сәтті нәтижелер жоғары тазартылған азотты қалпына келтіру атмосферасы ретінде пайдалану кезінде сәттілікті қамтамасыз ету үшін қажетті процеске қойылатын талаптар алыну *мүмкіндігіне* қарамастан, бұл жағдайда зауыттағыға қарағанда, аса қатты! Осындай процесті «ықтималдық» деп атайтыны сөзсіз, дегенмен бұл қалпына келтіру атмосферасын пайдалану кезіндегі сияқты үміттендіретін емес. Бұны факт ретінде қабылдай алмау қабілетсіздігі тез арада инженер-

технологтар өндірістік мәселелермен қақтығысуына алып келуі мүмкін. Бұл тарауда пештегі қалпына келтіру атмосферасында оксидті қабықша қабатының баяулату ағынын қауіпсіз және тиімді жоюын қамтамасыз ету үшін қанағаттандырылған болуы қажет техникалық параметрлер меңгерілген жоқ. Дегенмен қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу технологиясын түсінетін инженер жұмсақ болаттан жасалған бөлшектер арасындағы радиал саңылау 0,025 мм және аз болуы мүмкін жылу дереккөзі ретінде пайдаланылуы қажет индукциялық қыздыру кезінде азотты пайдалану тиімділігі туралы сұрақты қоюға мәжбүр болады! Мұндай жағдайда конденсация нүктесі шамамен -40°C, 5% сутек:азоттан тұратын атмосфера айтарлықтай жақсы болатынына күмән жоқ. Егер осылай болса, дәнекерлеу процесі жоспарланатын орта оған атмосфералық ауа түсуден қалпына келтіру атмосферасын қорғалатын түрде құрылған болуы қажет. Осы мақсатқа қол жеткізбеу металдар қабатында оксидті қабықшаның пайда болуына және олардың барлық дәнекерлеу циклі аралығында болуына алып келеді. Оксидті қабықша негізгі металл бойынша ерітілген қоспа металдың дымқылдануы мен ағуына кедергі болады, оның нәтижесінде дәнекерлі жалғанымды орындау мүмкін емес. Дегенмен, бұл әдіс кейде химиялық қалпына келтіру процесінің көмегімен жалғаным қабатынан темір тотықтарының кез келген орнын жоюды қамтамасыз ете алады, сондай-ақ егер атмосфералық ауада сутектің болуы 5% асатын болса, онда дәнекерлеу кезіндегі жарылыс ықтималдығы өте жоғары екендігін есте сақтаған жөн! Оқырмандар автордың жоғарыда сипатталған «потенциалды шешімді» қауіпсіздік түсінігінен жүргізбейтіндігіне сенімді болуына болады!

Мұндай жағдайларда бөлшектерге назар аудару міндетті болып табылатыны түсінікті, дәл сондықтан осы тарауда біз бұл мәселені талқыламаймыз, себебі біз 7-тарауда талқыланатын пештегі атмосфераны қалпына келтірудегі дәнекерлеу тақырыбына өтуді білдіреді.

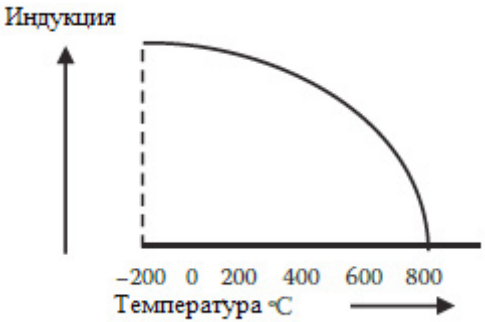
Дәнекерлеу үшін индукциялық қыздыруды пайдаланудың тағы бір кемшілігі әрбір жаңа пайдалану үшін индуктор осы қыздыру әдісінен алынатын максималдық пайданы алуға мүмкіндік беретін термограмманы көрсетуге кепілдеме беретіндей ептілік пен төзімділікті талап ететін жаңа индукторды құру қажеттілігін пайдалану фактісі болып табылады.

Бұл оңтайлы жағдайларды құру мақсатында тәжірибелік-құрылымдық жұмыстар жүргізілгенін талап ететіні сөзсіз. Бұл факт ажырамас сипаттамасы, мысалы, жанғыш дәнекерлеу процесі болып табылатын иілгіштік процесінен. Жалғаным орының қасында орналасқан үшкір

бұрыштары бар нақышты бөлшектер мен басқа кіші шығыңқылар мәселе болуы ықтимал. Егер осындай жағдайда индуктордың оңды орналасу орны осы бөлшектердің қасында болса, бұл әсіресе өзекті. Бөлшектердің арзан қыздыруы әрқашан осы шығыңқы бөлшектердің қатты термиялық ақауларына алып келетіндіктен болады, себебі олар индукциялық орауыштан тікелей жақын орналасады. Мұндай жағдайларда байытылған қыздыру шарасыз. Жоғарыда айтылғанның барлығынан индукциялық қыздыру – бұл дәнекерлеудің өндірістік мәселелері үшін әмбебап *емес* панацея екендігі түсінікті. Дегенмен, егер дәнекерлеуге қажетті бөлшектер:

• Аксиальды-симметриялы
• Жоғары электрлік кедергісі бар болаттан немесе басқа металдан дайындалған
• Сыртынан жылытыла алады
• Жеткілікті үлкен көлемде талап етіледі

Осылайша, индукциялық қыздыруды қолдануды толық қарастыру дәнекерлеудің осындай өндірістік мәселе шешімінің ең жақсы тәжірибесі болып табылады.
Егер процестің әдемі техникалық сипаттамалары толық көлемде пайдаланыла алатын болса, онда компания индукциялық жүйені орнатуға байыпты назар аударатын болатыны түсінікті. Ерітудің төмен температуралы және ерітудің қысқа температуралы интервалы бар ISO 17672:2010, мысалы Ag155, Ag145 түрі стандартына сәйкес күміс дәнекерлеуі қоспа материалдар болып табылады, олар индукциялық



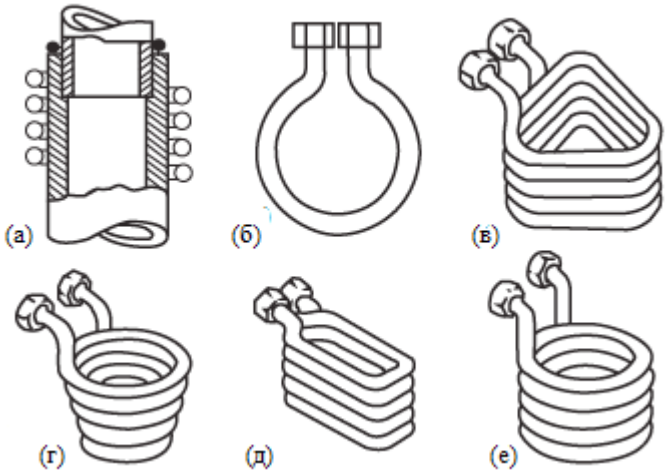
6.3-СУРЕТ Температураны арттырумен магниттік индукцияны төмендету (*IndustrialBrazingPractice,* Екінші басылым, П. М. Робертс, CRC-Press, Бока-Ратон, Флорида штаты, 2013 ж. алынған).

қыздыру кезінде пайдалану үшін анағұрлым тиімді. Осындай материалдың жалпы қыздыру уақыты үлкен болмайды және ол өндірістің шығындарына қатысты өндірістің жоғарғы қарқынын және кейінгі экономикалық өсуінің алдын алуы мүмкін екендігін білдіреді. Тігістер арқылы жылуды шығару қыздырудың қысқа диапазоны және қысқа температурасы бар материалдарды тиімді пайдалану үшін қажетті шағын саңылаулар есебінен оңтайланады.

Қыздырудың төмен температурасы бар күміс дәнекерлеуді қолдану пайдасына индуктивтілікті төмендетудің келесі сәті жатады, себебі болаттың температурасы артады. Кюри нүктесінде, шамамен 780°C материал іс жүзінде магнитсіз болып қалады, осы қасиетті жоғалту салдарынан бөлшектің қыздыру жылдамдығы айтарлықтай *төмендейді* (6.3-суретті қарау). Осылайша, осы мәселенің ең нашар байқалуын дәнекерлеудің төмен температурасын пайдалану кезінде құтылып кетуге болатыны түсінікті болады.

6.3. Кеңінен пайдаланылатын индукциялық пішіндер

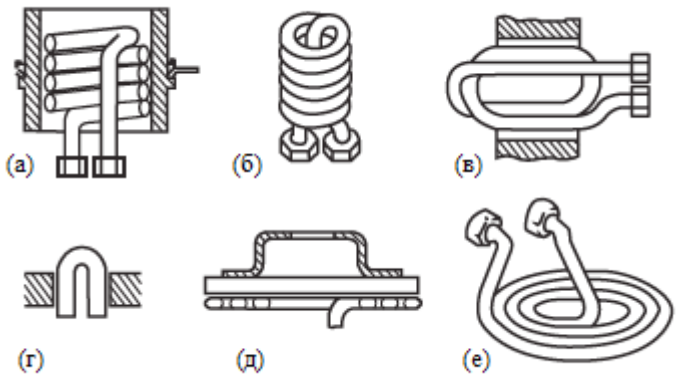
Бұрын айтылғандай, индукциялық қыздырудың «жұмыстық бөлігін» орауыш, қыздырушы орауыш және жиі әдетте индуктор деп атайды. «Индуктор» термині, бәлкім, үш нұсқаның барлығынан ең дұрысы. Себебі орауыштан басқа жиі басқа формалар да пайдаланатындықтан.



6.4-СУРЕТ Сыртқы қыздыру үшін кеңінен қолданылатын орауыштар түрлері.

6.4 және 6.5-суреттерде индукторлар түрінің анағұрлым жиі пайдаланылатыны көрсетілген.
6.4-сурет процестің индукциялық орауыштың қаңқасында орналасқанын көрсетеді. Индуктордың жиі пайдаланылатын түрі 6.5-суретте көрсетілген, олардың типтік пайдалану мысалы 6.5 (в)-суретте көрсетілген, ал тегіс беттерді дәнекерлеу үшін пайдалану ұсынылатындар 6.5-суретте (д) және (е) әріптерімен көрсетілген. Көп орамдық индукторларға қатысты бүгінгі таңда қыздыру жылдамдығына қатысты анағұрлым тиімдісі өнімді сипаттайтыны болып есептеледі.

Жобалаушыларға индукциялық қыздыруды пайдаланумен дәнекерлеу қажет өнім индуктордың *ішінде* орналасатындай жасау мүмкіндігі іс жүзінде бар ма екендігін анықтау ұсынылатынын түсіну қажет. Бұның себебі 6.6-суретте көрсетілген.
Мәліметтерді минимумға келтіруді қамтамасыз ету үшін кез келген байқалатын электр энергиясының ыдырауын ол арқылы ток өту кезінде индуктордың өзін қыздырудың алдын алу қажет. Мыс құбырлардан орауыштарды дайындау және оларды білдек тұтынуда болғанға дейін су арқылы өткізу жолымен суытуға рұқсат етіледі. Көптеген жағдайларда домалақ қимасы бар құбырлар сөзсіз сай келеді, бірақ индуктор бөлшекке өте жақын орналасатын кезде, немесе максималдық суыту (мысалы, егер индуктор бөлшектің ішінде болса), квадратты қима немесе Бурдон типті құбыр қажет болған жағдайда, су сақтағыш индуктор ретінде пайдаланылуы мүмкін.



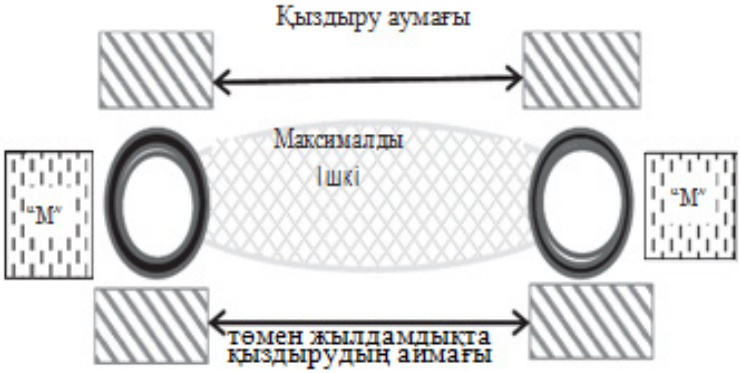
6.5-СУРЕТ Ішкі қыздыру мен біртегіс қабаттарды қыздыру үшін индукторлар

Дегенмен индуктор орауышының биіктігі оның диаметрінен айтарлықтай үлкен болу қажет жағдайларда, тиімді суыту үшін суды жеткіліксіз жіберуге, сондай-ақы су өткізгіш құбырдың шағын көлденең қимасына алып келуі мүмкін кейбір күрделі қозғалыстарды жасау талап етілуі мүмкін. Осы жағдайда индуктор қажетті токпен айналыса алатын күйде еместігін айтуға болады. Сонымен қатар өзіндік индукция тиімділіктің жоғалуына алып келетінін есте сақтау қажет. Бір айналымды индукциялық орауышты құрудың балама тәсілі 6.7-суретте көрсетілген, сумен жеткілікті суыту қажеттілік әдісі осы жерде (б) және (в) әріптерімен көрсетілген.

Орауыш үшін бір уақытта бірнеше жинақтарды дәнекерлеу үшін пайдаланылатын салыстырмалы үлкен қимадан тегіс мыс білігін дайындау, құрудың осындай жолы майысқан құбырлар жинағымен жасау мүмкіндігіне қарағанда, индукторға дайындаманы анағұрлым жиі жайғасуға және жүктеуге жәрдемдеседі.

6.4. Қосылу құрылымы және тиісті индукторлар

Индукция жолымен дәнекер температурасына дейін қыздыру қажет жалғанымдар 3-тарауда сипатталған әдістемелік нұсқаулыққа сәйкес әзірленген болуы қажет. Дегенмен, дайындамадан орауыштың алшақ болуы (ажырату коэффициенті ретінде танымал) индукциялық қыздыру тиімділігі көзқарасынан аса маңызды. Бұл индуктор мен өнім арасындағы арақашықтық артатынын, ал дайындықты қыздыру жылдамдығы төмендеуімен байланысты.



Ішкі параллель бөлшектер үшін индукторлар

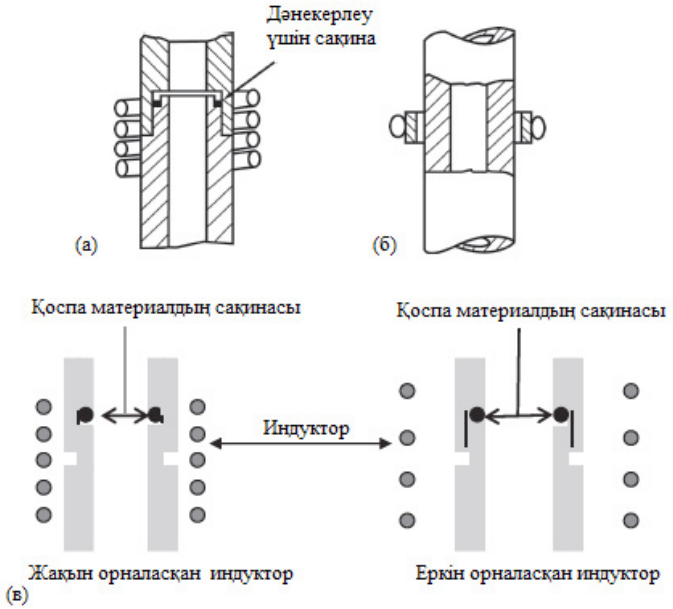
6.6-СУРЕТ Индукторға тікелей жақын қыздырудың тиімділігі.

Бұл байланыс математикалық формуламен көрсетілген:

$H\alpha\ 1/d^2$

Мұндағы:
H = дайындықта өңделетін жылу
α = тік пропорционал
d = дайындық пен индуктор арасындағы арақашықтық

Осы формуладан кері квадраттар заңы индуктор мен дайындама арасындағы арақашықтыққа тәуелді жылу әсерін анықтайтыны түсінікті. Басқаша айтқанда, бұл дайындамадан x мм арақашықтықта орналасқан орауыш арақашықтық 2x мм-ге қысқарған жағдайда, жаңа позицияда қол жеткізген қыздыру жылдамдығы бастапқы қалыптағы қыздыру жылдамдығының төрттен біріне тең болатындай түрде қозғалатынын білдіреді. Кері процестің бар екендігі де анық. Егер индуктор мен дайындама арасындағы арақашықтық екі есе үлкейсе,



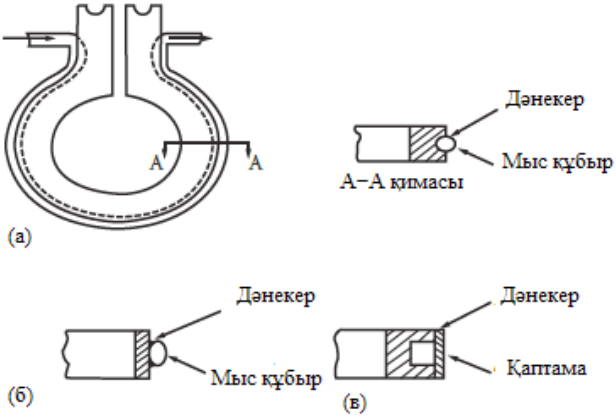
6.8-сурет (а) Дәнекерлеу үшін қажетті еркін орам және көп орамды индуктор (б) бөлшектің қабатын орналастыру үшін үлкен байланыспен бір орамды индукторда қуаттың ауыздықталған концентрациясы және (в) жақын және еркін жалғанымның белгіленуі.

нәтижесінде энергия және, сәйкесінше, жылу саны ескі позицияның көрсеткіштерімен салыстыру бойынша жаңа қалыпта 4 есе үлкейеді. Айқын дәлелден қорытынды жасауға болады: егер индуктор дайындамаға өте қатты жақын болса, жұмыс қабаты дәнекерлеу температурасына жалғаным жеткенге дейін ұзақ уақыт қатты қайнатылуының үлкен ықтималдығы бар. Әрине, қыздыру жылдамдығы жылу сыйымдылығы мен қыздырылатын бөлшектердің өткізгіштігіне, индукторға тасталатын қуат шамасына және түйіндесу факторына тәуелді. Бұл индукциялық қыздыру технологиясының ажырамас қасиеті дайындамаға қатысты қарым-қатынас бойынша индуктордың мінсіз орналасуын анықтау кезінде бөлшектерге үлкен назар аудару қажеттігін білдіреді. Мысалы, егер индуктор дайындамаға өте жақын орналасса, қыздыру кезінде қайнау бастайды және қосынды дайындамамен байланысқа түседі.

Индукторды ластандыру процесінің жалпы тиімділігіне әсер етеді! 6.8-сурет келесі параграфтарда талқыланатын кейбір маңызды параметрлерді көркемдейді.

6.4.1. Индуктордың еркін жалғанымы

Дәнекерлеу үшін жиі еркін жалғаным ұсынылады. Осындай амал кезінде компоненттердің қайта қызуының ықтималдығы төмендейді

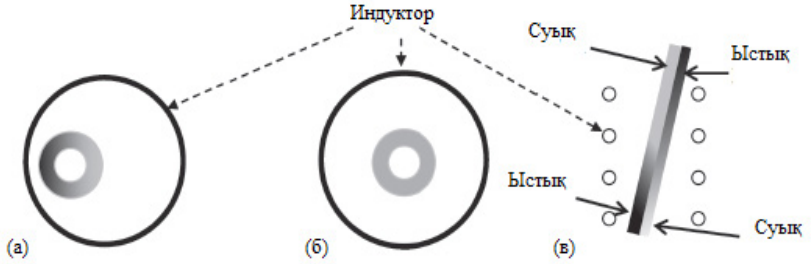


6.7-сурет. Судың қажетті суытуын қамтамасыз ететін монолиттік бір орамды индуктордың жинақталған және өңделген механикалық формалары мен шамалары. (а) бір орамды орауыш және (В) мен (С) құрылым және суыту нұсқасы.

және сонымен бірге дәнекерлеу температурасына дейін бөлшектердің балқыма қызуын қамтамасыз етеді. Еркін жалғанымды пайдалану кезінде де, индуктор бұрынғыша қыздырудың жарамды деңгейін қамтамасыз ету үшін дайындамаға жеткілікті жақын болуы қажет.
6.6-суретте көрсетілгендей, магниттік жолдың максималдық интенсивтілігі индуктордың ішінде құрылады. Осыдан дәнекерлеу үшін дайындалған өнімнің жартысы жинақтың бірқалыпты қыздыруына қол жеткізу үшін орауыштың ортасына орналастырылған болуы қажеттігі түсінікті. Егер компонент орауыштың ортасында орналасқан болса, орауышқа жақын орналасқан бөлігі бірінші кезекте қыздырылатыны түсінікті. Бұл біркелкісіз қыздыру құруға алып келеді, және ең болмағанда, бірінші кезекте қыздырылатын аумақта компоненттің ауыздықталған қызуы мүмкін (6.9-суретті қарау).

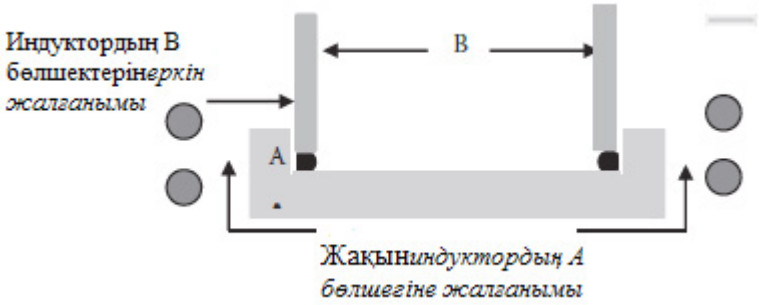
6.4.2. Әртекті негізгі материалдардың жалғанымы

Бұрын осы тарауда индукцияның көмегімен, әсіресе, егер материалдардың біреуі электр өтуінің басқасына қарағанда, айтарлықтай төмен кедергісі бар болса, біркелкісіз материалдарды біріктіру кезінде туындайтын әлеуетті қиындықтар қозғалған болатын. Дегенмен, осы факторлардың ескеруімен орындалған компоненттер мен индукторларды таңдау кезінде индукцияның дәнекері өте сәтті орындалуы мүмкін. 6.10-суретте еркін және жақын жалғанымдар қалай қолданылу мүмкіндігі көрсетілген, ал 6.11-суретте ыңғайлы орналасуы көрсетілген, онда мыс қақпақша болат құбырға дәнекерленген.

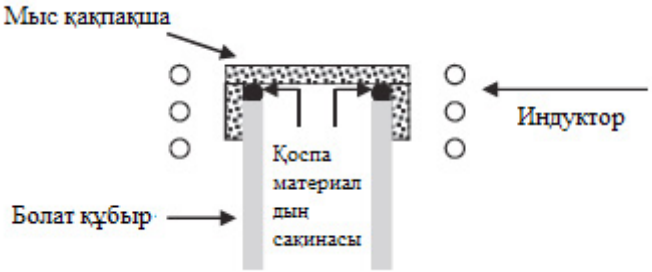


6.9-сурет Біркелкі қыздыру компоненттердің индуктор ортасында орналасуын талап етеді. (а) Әлсіз қыздыру, (б) орташа біркелкі қыздыру (в) біркелкісіз қыздыру.

6.10-суретте дәнекер пішінінің *ішкі орналасуымен сыртқы индукторды* пайдалануы қажеттігі көрініп тұр. 6.11-суретте мыс қақпақшаның индукторға *жақын* жалғануы, ал болат құбырдың *тығыз емес* жалғануы көрініп тұр. Бұл компоненттердің салыстырмалы орналасуы жақын жалғанған мыс қақпақшаның (төмен электрлік кедергісі бар) қыздыру жылдамдығы жоғары электрлік кедергісі бар болат құбырмен еркін жалғанған қыздыру жылдамдығына шамамен тең болуының үлкен ықтималдығы бар екендігін білдіреді. Бұл сапалы жалғанымды қамтамасыз етіп, екі компонентпен анағұрлым немесе неғұрлым бір уақытта дәнекерлеу температурасына қол жеткізуге жәрдемдеседі.
Бұл негіз қалаушы қағидаты индукциялық дәнекердің тәжірибесінде айтарлықтай кеңінен қолданылады. Сонымен, біз 6.6-суретте көрсетілген үш қыздыру позициясының екеуін қарастырдық; сондықтан енді бізге тегіс орауыштың құрылымын пайдалануға назар аудару қажет.
Осы мәтіннің оқырмандарына олар ең болмағанда бір, мүмкін одан



6.10-сурет Бір орамды орауыш қалай жақын, сондай-ақ еркін жалғанымды қамтамасыз ете алады



6.11-сурет Индукциялық қыздыру көмегімен мыс (төмен электр кедергісі бар материал) және болатты (жоғары электр кедергісі бар материал) дәнекерлеу үшін орналасуы.

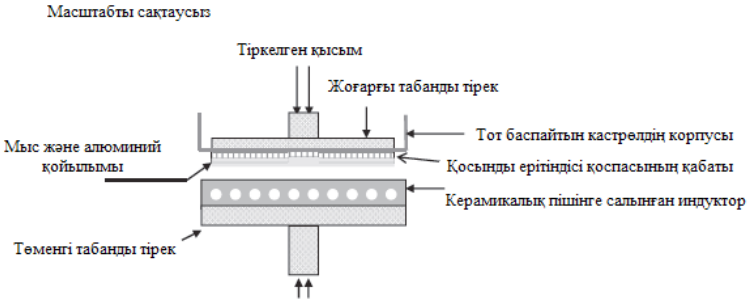
да көп, тегіс индуктордың көмегімен орындалған индукциялық дәнекерлеудің жалғаным дәнекерлігі мысалын келтіре алуының жоғары ықтималдығы бар екендігін білмеуі мүмкін. Сізге не бары ас үйіңіздегі кастрюльді қарап шығу қажет. Егер тексеру кезінде сіз кастрюль түбінің тот баспайтын болаттан жасалған корпусқа дәнекерленген мыс немесе алюминий екенін көрсеңіз, сіздің жолыңыз болғаны. 6.12-суретте осындай жалғанымға қол жеткізу тәсілдері көрсетілген.

Осы процесті орындау үшін индуктордың құрылымы, бөлшектің салыстырмалы құрылымы, және ерітіндінің алдын ала орналасуы тәжірибеде сәтті дәнекерлеуге қойылатын теориялық талаптарға қол жеткізілгендей түрде кепілдеме беру үшін айтарлықтай шеберліктің қажеттілігі айдан анық.

Мыс немесе алюминий түбі бар кастрөлдің үлкен санын дүниенің әрбір дамыған елінде табу фактісі дәнекерлеудің күрделі процесінің мәселелерін шешу үшін техникалық процесті тексеруді сауатты қолдану жолымен қол жеткізілуі мүмкін атақты сәттіліктер көрсетеді. Техникалық процестің тексерісін жүргізу форматының толық талқылануы және индукциялық дәнекерлеудің технологиясымен байланысты қосымша нұсқаулықтарды *Өндірістік дәнекерлеу бойынша тәжірибелік нұсқаулық*, 2-басылым беттерінде табуға болады. Бұл кітапты сіз оқып отырған дереккөздерінен табуға болады!

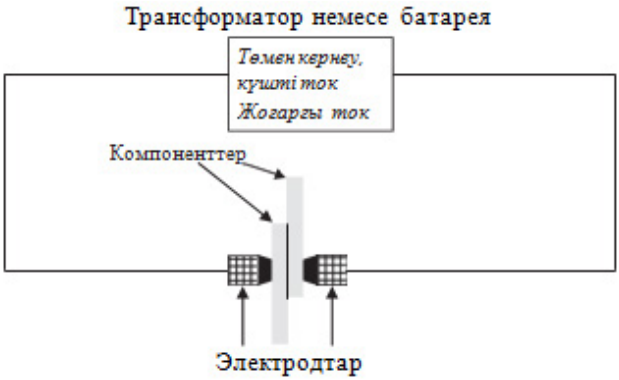
6.5 Жалғанымды электрмен қыздыру

Электрлік қыздыру атақты тәсіл болып табылмайтынын және дәнекерлеу жалғанымдарын өндіру үшін соншалықты кеңінен пайдаланылмайтынын түсіну қажет. Дегенмен, индукциялық қыздыру жағдайында сияқты, электрлік қыздырудың маңызды ерекшелігі

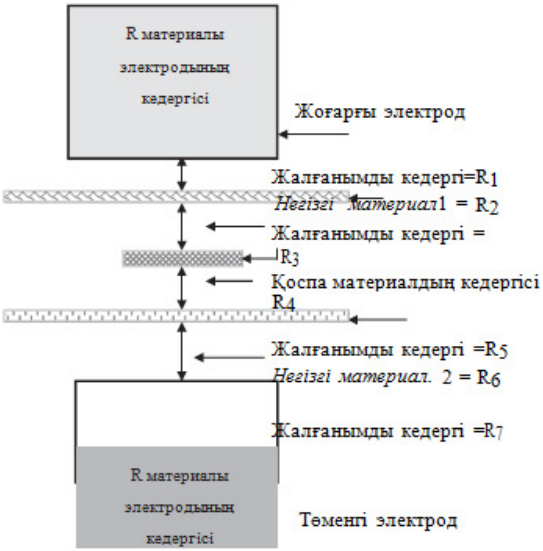


6.12-сурет Тот баспайтын болаттан жасалған кастрөлдіңтүбіне мыстан индукциялық дәнекерлеу әдісі.

тігістер аумағында жылу тығыз ауыздықталған болуы мүмкін болып табылады. Процестік негізгі қағидаты төмен вольтты трансформатор немесе аккумулятордан электр тогымен бірге, тігіске барынша жақын қойылатын электродтарды пайдалануда қорытындыланады. Бұл тұжырым 6.13-суретте көрсетіледі. Ток тізбек бойынша өткен кезде, ол



6.13-сурет Кедергімен қыздырудың негізгі қағидаттары



Жалпы кедергі = 2R + (R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7).

6.14-сурет Жинақтаудың жалпы электрлік кедергіге әсер ететін, дәнекерлеу процесінде температураны арттыру кезінде өзгеретін жалғанымды қыздырумен дәнекерленетін әртүрлі факторлары.

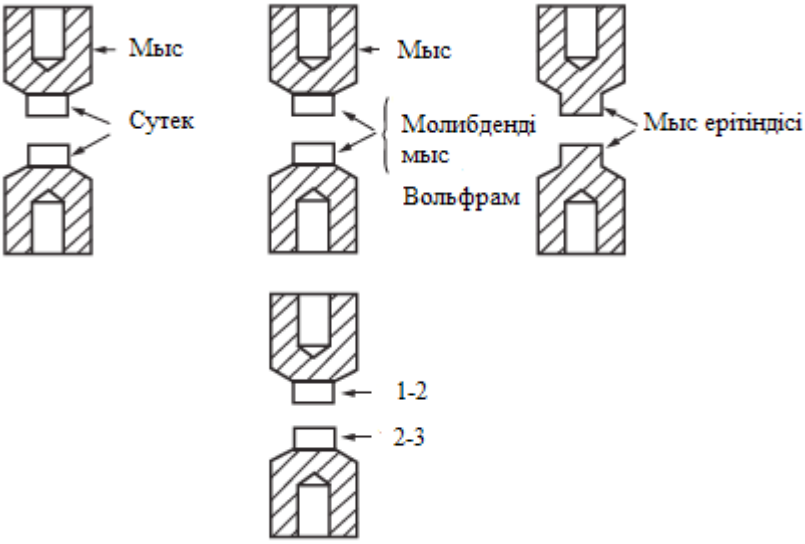
пропорционал жылудың санын түрлендіреді:

1. Электродтардың электрлік кедергісі, сондай-ақ олардың арасындағы жалғанымды кедергі
2. Тізбекке өтетін токтың квадратына
3. Ток өтетін аралықтағы уақыт

Көптеген жағдайда дайындама электрлік тізбектің бөлігі болып табылады және дайындама мен электродтың өзінде шығарылатын жылу, сондай-ақ дайындама мен электродтардың салыстырмалы кедергілеріне тәуелді. Дегенмен, электродтар арасындағы жалпы кедергіні білу ықыласы кезінде дәнекерлеу процесі аралығында 6.14-суреті оның мүмкіндіктерін көрсетеді. Ағымдық ток кезінде бұрын қыздырылған компоненттердің қажетті орындарда дәнекерлену фактісі осы көрсетілімнен шығарып алуға болатын өте маңызды сабақ болып табылатынын атап өту жеткілікті.
Тәжірибелік мақсаттар үшін кедергімен қыздырудың екі әртүрлі тәсілі бар:
1. Айтарлықтай жоғары салыстырмалы электрлік кедергісі бар сутектен электродтар тұратын процесс; бұл рәсім сутектің жалғанымды қыздыруы ретінде танымал;
2. Электродтар айтарлықтай анағұрлым төмен салыстырмалы кедергіні иеленетін материалдардан тұратын процестер (Мысалы, жергілікті, рельефті және түйіспелі дәнекерлеу үшін машиналар құру кезінде пайдаланылады); бұл процесс тікелей кедергі немесе қабатты тікелей қыздыру деп аталады;
6.15-суретте қыздырудың екі түрінің орналасуы көрсетілген. Көрсетілген комбинацияда бір электрод – көміртек, ал басқасы – мыс ерітіндісі. Бұл әртүрлі электрлік кедергілері мен өзгеше жылу сыйымдылықтары бар екі компоненттің біркелкі қыздыруына қол жеткізу үшін пайдаланылатын механизм. Мұндай жағдайларда көміртекті электрод төмен электрлік кедергісі мен жоғары жылу сыйымдылығын иеленетін компонент-термен байланысады. 6.15-сурет электродтардың басқа да комбинациялары бар екендігін көрсетеді; олар сонымен қатар басқа жағдайларда компоненттердің біркелкі қыздыруына қол жеткізу үшін пайдаланылуы мүмкін.
Қолдық электрлік дәнекерлеуді сондай-ақ қолдануға болады, алайда ол қажеттілігі бойынша қалаулы болып табылмайды, егер олар бұрын орналастырылмаған болса, оператордың қолы талап етілетін позицияларда бөлшектерді орналастыру және жалғанымға қосынды мен қоспа

материалды кейінгі жалғастыру үшін еркін болуы қажет. Салдар ретінде, қынап машинаны пайдалану анағұрлым оңтайлы нұсқа болып табылады, 6.16-суретте осы машина түрінің сұлбасы көрсетілген.
Жалғанымды құру үшін қосынды қажет болған жағдайларда, қыздырудың жанама әдісіне сәйкес қызмет ететін машиналар пайдаланылады, 6.17-суретте көрсетілгендей, ток тікелей жалғаным арқылы *өтпеу* қажеттігі жақсы көрсетілген. Нәтижесінде қосындының өзгеше электр өткізбейтін қасиеттері дәнекерлеу операциясының шығысына ешқандай әсер етпейді.
Кейбір жағдайларда алдын ала орналастырылған дәнекерлерді немесе қосындыларды пайдалану қажетсіз жеңіл мыс немесе жездік компоненттерді дәнекерлеуге болады!

Бұл орындалатын жалғанымға жақын күмістің жұқа қабатымен таңдаулы бүркеу үшін бір немесе екі компоненттердің орналасуымен қол жеткізіледі. Компоненттер жинақталған жағдайда, күміс қабат олардың арасында қысылады. Осы тізбек аяқталғаннан кейін, әдетте шамамен 1½ секундтың талап ететін компоненттер тез қыздырылады, ал күміс күміс-мысты ерітінді түрінде негізгі материалға диффузияланады. Егер



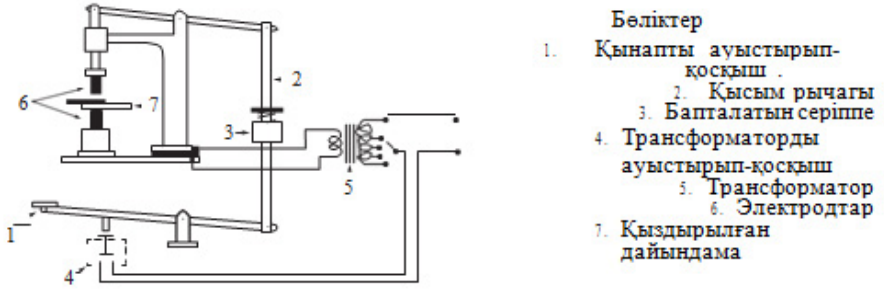
6.15-сурет Дәнекерлеу көмегімен жалғануы қажет компоненттердің жалғанымды электрлік қыздыруы үшін пайдаланылатын электродтар орналастыруының сериясы.

негізгі материал жез болып табылса, күмісті араластыру нәтижесінде алынған ерітінді күмісті-мысты-цинкті материал болып табылады. *Орында* жасалған дәл осы ерітінділер дәнекер жалғанымды құру үшін пайдаланылады! Алайда осы әдіспен алынған жалғанымдар, дәнекерлеу үшін алдын ала орналастырылған материалдарды пайдаланумен жасалғандарға қарағанда, аса қатты емес, олар дәнекерлеу жалғанымдарға қарағанда, айтарлықтай қатты. Сәйкесінше, жалғанымда электрлік өткізгіштіктің басым қасиеттерінің бар болуы қажет болған жағдайда, болмашы сервистік жүктемелерді қолдау талап етіледі. Жалғанымдар электрді өткізетіні анық және мүмкін жеткілікті қатты болады!

Осындай түрдегі машиналарды пайдалану кезінде қыздыру уақыты, тиісінше жүйенің өнімділігі оператордың тікелей бақылауында болатынын жиі байқауға болады. Үлкен көлемдердің сериялық өндірісі талап етілген жағдайларда, машинаны басқару тізбегіне автоматты таймерді қосу қажет.
Ауыр компоненттерге, бәлкім, салыстырмалы ұзақ қыздыру талап етіледі, себебі көміртекті электродтар жұмыс уақытында қызған болады, компоненттердің сырттарын таңбалауды болдырмас үшін температураны реттеудің кейбір түрлерін пайдалану қажет. Ток бірнеше рет қосылып және өшірілетін учаскелерде оптикалық бақылаудың пирометрін пайдалану және токтың тамыр соғуын түрлендіру мүмкін. Осы екі нәтиже қалаулы нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Электродты көмір

Көміртектің әртүрлі түрлері пайдаланылады; анағұрлым атақтылары олардың кейбір қасиеттері көрсетілген 6.1-кестеде келтірілген. Кез келген берілген токтың тығыздығы үшін, токтың салыстырмалы кедергісі

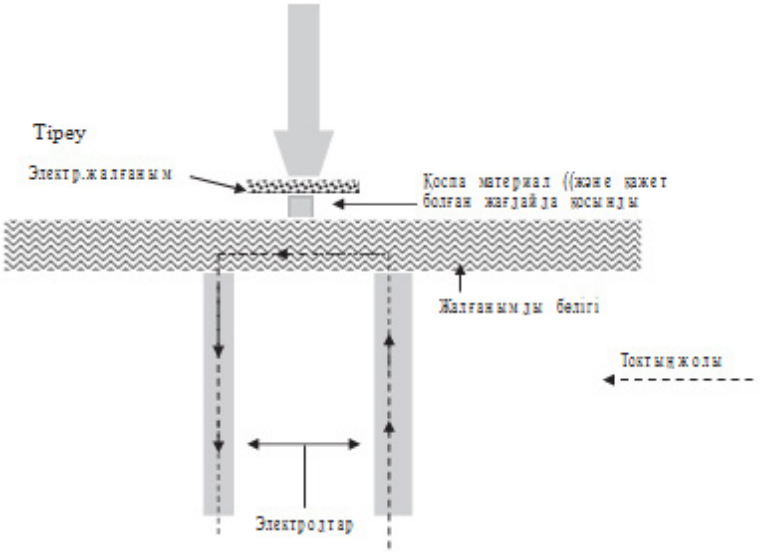


6.16-сурет Жалғанымды электрлік қыздыру үшін қынапты машина форматы

жоғары болған сайын, анағұрлым жоғары температураға тез қол жеткізіледі, және электр өткізгіштік деңгейі үлкен. Сәйкесінше, жиі артық көрінетін қатты ерітінді пайдаланылады. Көміртектің осындай қыздыру деңгейімен дайындаманы қыздыру анағұрлым интенсивті болады, ал дәнекерлеу температурасына тезірек қол жеткізілетін болатыны анық. Дегенмен салыстырмалы төмен жылу өткізгіштігі бар металдарды дәнекерлеуді жүзеге асыру кезінде, қабаттың қатты қайнау мен жанып кету қаупі артады.

6.1-кесте Кейбір электродты көміртектер қасиеттері

Санаты	**Жұм.**	**Орт.**	**Қатты**
Кедергі (Ω см^3)	0.001	0.002	0.006
Жылу өткізгіштік (W м$^{-1}$ K^{-1})	160	162	165



6.17-сурет Жалғанымды электр қыздыруының тікелей емес әдісі. Бұл әдіс қосындыны пайдалану кезінде ұсынылады, осылайша электр қуаты жалғаным арқылы өте алмайды.

6.5.1.1 Бір-біріне сәйкес келмейтін бөлшектерді және әртүрлі металдарды дәнекерлеу

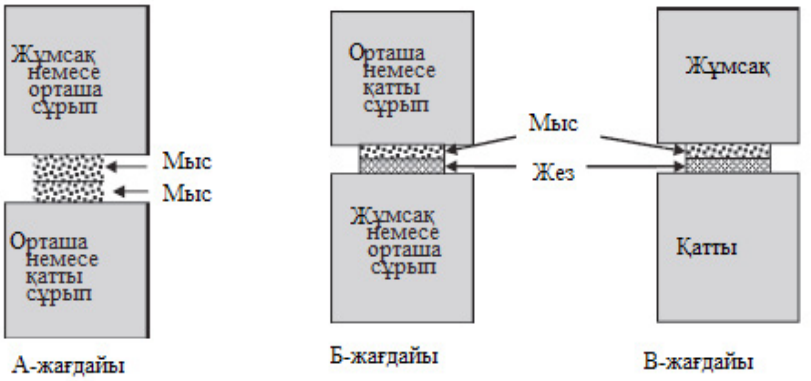
Жинақ әртүрлі тығыздықты ұқсас металдардан немесе бір немесе әртүрлі тығыздықты металдардан жасалған кезде, ең күшті нәтижелерге қол жеткізу үшін қыздыру деңгейін теңдестіру қажет. Бұны көміртекті электродтардың әртүрлі екі сұрпын таңдаулы іріктеуге қол жеткізу мүмкін (6.18-сурет).

А-жағдайы үлкен кедергісі бар көміртек сұрыпты мыстың екі компонентінің анағұрлым тығыздығымен байланыста орналасады. Нәтижесінде жылудың көп бөлігі анағұрлым тығыз компонентке түсетіні анық.

В-жағдайы үлкен ішкі кедергісі бар жезден жасалған компонент анағұрлым жұмсақ көміртек сұрыптан жасалған электродты пайдаланумен қалпына келтірілетінін көрсетеді. Бұл материал үлкен деңгейге дейін қыздырылмайды, себебі анағұрлым қатты сұрыптары электрмен жүргізілген.

С-жағдайында материалдардың комбинациясының жалғанымды электрлік қыздыруы үшін мүмкін шешім көрсетіледі.

Дегенмен, дәнекерлеу операторы бөліктерде жылудың келіп түсу теңдігіне қол жеткізу болатындай материалдарды қалай орналастыру қажеттігінің болжамдары ғана; уақыт өте келе басқа болжамдар пайда болуы мүмкін. Тәжірибеде оператор әрбір белгілі бір жағдай үшін оңтайлы таңдау жасау үшін кейбір сынақтарды жүргізуі қажет.



6.18-сурет Көрсетілген тығыздығы бар металдың комбинациясын дәнекерлеу үшін әртүрлі қасиеттері бар сутекті электродтардың балама комбинациялары.

6.5.2 Тікелей жалғанымды кедергімен қыздыру

Тікелей жалғанымды кедергімен қыздыру процесінің негізгі қағидатыкөміртекті кедергімен қыздыру үшін басты қағидаттан кішкене ерекшеленеді. Дегенмен жалғанымды дәнекерлеудің температурасын арттыру үшін талап етілетін жылудың үлкен бөлігі осындай тәсіл кезінде электродтардан жылуды жіберу нәтижесінде емес, токтың *компоненттер* арқылы өтуі кезінде қалыптастырылатыны айтарлықтай техникалық айырмашылық болып табылады. Шын мәнінде, осы процесс үшін пайдаланылатын электродтардың *төмен электрлік кедергісі* бар және де сондықтан оларда ток өту кезінде бөлінетін жылу саны тізбекте салыстырмалы үлкен емес. Сонымен қатар, олардың қызмет ету мерзімінің артуына, сонымен қатар процестің жалпы тиімділігіне алып келетін суды суытуды пайдалануды ұсынады.

Тікелей жалғанымды кедергісімен қыздыруы бар әртүрлі материалдарды дәнекерлеу электрод үшін пайдаланылуы мүмкін. 6.2-кестеде қағида бойынша осы жалғанымды электрлік қыздыру түрі үшін электродты материалдар ретінде пайдаланылатын материалдардың анағұрлым маңызды физикалық қасиеттерінің кейбіреулері келтірілген.

6.2-кестеде көрсетілген материалдарға қосымша сонымен қатар жұмсақ және тот баспайтын болаттан, сондай-ақ никель мен хром тұқымдасының жоғары қатты ерітіндісінен дайындалған материалдар жүйелі пайдаланылады.

Жекеленген материалдарды дәнекерлеу қажет болған жағдайда, электродты таңдау белгілері 6.18-суретте келтірілген жалпы қағидаттарға ілесуі қажет.

Электродты материалдың кең таңдауы салдарынан бұл процесс қандай да бір деңгейде салыстырмалы қиын болып көрінуі мүмкін. Дегенмен мүмкіндіктердің кең диапазоны ерекше бір қиындықсыз материалдардың тиісті құрамын салыстырмалы жеңіл әзірлеуге мүмкіндік береді. Мақсатсыз барлық жинақты дәнекерлеу температурасына дейін теңдей қыздыруда қорытындыланатынын ескеру қажет. Оңтайлы шешімге қол жеткізу сараптамалар сериясын жүргізуді білдіреді, сонымен қатар материалдардың кең таңдауы процесі жеңілдетеді.

6.2-КЕСТЕ
Жалғанымды кедергісі бар қыздыру үшін пайдаланылатын электродты материалдардың кейбір маңызды қасиеттері

Түрі	Төзімділігі (Ω см^3)	Қаттылықтың басы (Hv)	Темп размягчения (°C)
Беріктелген мыс	1.89	95	150
Қаттыланған мыс ерітінділер сплавы	2.0–2.3	110–150	250–450
Ұнтақты мыс-вольфрам	5.3–5.9	200–280	1000
Вольфрам	5.5	450–500	>1000
Молибден	5.7	150–190	>1000

6.5.3 Дәнекерленген материалдар және қолдану әдістері

Мүмкін, кедергісі бар дәнекерлеуді пайдалану үшін қоспа материалды таңдауда ең күшті фактор электрод қабатының қосындымен ластануы жиі процестің қайтымсыз рұқсат етілмейтін деңгейіне алып келетін факт болып табылады. Сонымен қатар, егер қыздырудың жанама процесін пайдаланатын болсақ (6.17-суретті қарау), бөлме температурасы кезінде жалғанымда қосындының бар болуы токтың ағынын қосындыны қолданумен қол жеткізілген күн сәулесімен емдеуден алдын алады. Осылайша, қорытынды айқын – мүмкіндігінше қосындыдан алшақ болу!

Бұрын айтылғандай, осы қарапайым қағидадан өзі қосындыланатын мыс пен фосфордың ерітінділерімен немесе фосфорды қамтитын күміс, мыс және фосфор ерітінділерімен бірге мысты қосындысыз дәнекерлеу ең оңтайлы нұсқа болып табылады.

Қоспа материалды қолданудың қарапайым тәсілі – бұл оператор жалғанымның қажетті температураға жетуін көрген кезде, жалғанымға қолмен жабыстырылатын сымды пайдалану. Дегенмен, кейбір жағдайларда, мыс жалғанымды электр қыздырғышы көмегімен мысқа дәнекерленген болуы қажет жағдайда, өзі қосындыланатын фосфоры бар қоспа материал анағұрлым сай келетін таңдау болып табылады, CuP 282 немесе CuP 284 түрі ISO 17672:2010 сәйкес келетін қоспа материалдан жасалған қабыршақты үстеме жинақтау кезінде бөлшектер арасында орналастырылады.

Кейбір жағдайларда осы компонентті ақырғы пайдалану төмен

температуралы күміс ерітінділерді пайдалануды талап етуі мүмкін. Мұндай жағдайларда токты пайдалану қажет. Әрқашан ең алдымен оны сымның немесе ерітінді білігінің соңында қолданған жөн және сондай-ақ қосындымен бүркелген білікті пайдалану мүмкін.

7. Пеште дәнекерлеу

7.1. Кіріспе

«Сіз пеште дәнекерлеу дегенде, нені айтқыңыз келеді?» деген сауалға қысқаша жауап бере салу мүмкін емес. Бұл термин пеш дәнекерлеу температурасы кезінде өзара бірігуі тиіс компоненттерді қыздыруға арналған жылу көзі ретінде қолданылған жағдайлардың бәрінде кез келген дәнекерлеу процесіне қатысты айтылуы мүмкін. Сол себепті дәнекерлеу ұғымын жай ғана екі жез бөлшекті бір-бірімен біріктіру процесі ретінде де сипаттауға болады, бұл ретте қыздыру әрекеті құрамында ауа бар газ немесе мұнай муфельді (отқұндақ) пеш арқылы жүзеге асырылады, біріктіру жұмыстары күміс, мыс және мырыш балқымалары арқылы, фторид-құрамдас қосындыны қоса отырып жүргізіледі. Бұдан басқа, пеште дәнекерлеудің күрделілік шкаласының ең жоғарғы бөлігінде вакуумды пеште керамика және ниобийді біріктіруге арналған дәнекерлеу әрекеті жүруі мүмкін, мұндағы дайын өнім ғарыш кемесінің ракеталық қозғалтқышында пайдаланылатын болады!

Осыған орай, пеште дәнекерлеу әрекеті қыздыру тәсілдерінің ішіндегі дәнекерлеу арқылы біріктіруге арналған ең әмбебап тәсіл болып табылатындығын айта кеткен жөн. Оның себебі, бұл әдіс нәтижесінде олардың ең қарапайым түрінен техникалық тұрғыда күрделі болып табылатын түрлеріне дейін өзгеретін және дәнекерлеудің сапалы жаңа заманауи технологиясы болып табылатын жымдарды дайындау үшін тиімді пайдаланылуы мүмкін.

Берілген тараудың дәнекерлеу пешінің ең алдымен қорғаныш атмосферасымен байланысты екендігін ескеретін болсақ және оның аталған процестің «пеште дәнекерлеу» ұғымына сәйкес келетін барлық рәсімдеріне қатысты болуына байланысты, талдаманы толық деп айтуға тағы да келмейді. Қорғаныш атмосферасында дәнекерлеу үшін атмосфералардың көптеген алуан түрлері қолданылуы мүмкін, алайда

ыңғайлы болу үшін оларды екі кең ауқымды санатқа бөліп тастауға болады:

1. Газды атмосфера
2. Вакуум

Газды атмосфераның дәнекерлеу кезінде қолданылатын екі түрі бар:

1. Материалдармен реакцияға түсе алатын және дәнекерлеу кезінде беткі жабынды қабатты түзетін, басқа газ тәріздес элементтермен дәнекерленуі тиіс химиялық инертті орта, ол, өз кезегінде, балқытылған отырғызылатын материалдың еруін және аққыштығын әлсіретеді.
2. Дәнекерлеу кезінде беткі жазықтың дымқылдануын қамтамасыз ету және балқытылған отырғызу материалын беру үшін қажетті химиялық таза беткі жазықтың болуын қамтамасыз ету үшін дәнекерлеу бөлігінің біріне не болмаса алдын ала отырғызылған материалға орналастырылған кез келген жабынды қабатына жауап қайтаратын химиялық белсенді орта.

Қандай жағдай болмасын, номиналды қорғаныш атмосферасында болатын оттегінің парциалды қысымы генерация кезінде және одан кейін пешке орналастырылатын немесе дәнекерлеу циклі процесінде туындайтын компоненттерге қатыса алатын оксидтер жабынды қабатының бетінен кез келген ластануларды алып тастау кезінде маңызды рөл атқарады.

Дәнекерлеу кезінде қолданылып жатқан атмосфераның химиялық ұқсастығы дәнекерлеу бөлшектерінің бетінен қатты жабындыларды (әсіресе, оксидтерді) шығаруға, немесе декомпенсациялауға, не болмаса, керісінше, жеңіл ажырайтын қосылыстарды өндіруге арналған жабындының бетіндегі элементтерді біріктіруге ықпал етуі мүмкін. Мұндай жабындылар сульфидтердің, боридтердің, фосфидтердің, оксидтердің және бірқатар органикалық заттардың қосылыстарын түзуі мүмкін. Соған қарамастан, бұл тарауда біз оксидті жабындылардың бірқатар бөлшектерде түзілуін және одан алынуын ғана қарастыратын боламыз, себебі көп жағдайларда олар ең көп қолданылады немесе дәнекерлеу арқылы біріктірілуі тиіс бөлшектерде генерацияланады.

7.2. Оксидті қабықша

Үздіксіз конвейері бар пеш табиғи газ немесе пропанның ашық ауамен каталитикалық реакцияға түсуінен түзілген экзотермиялық атмосферада

жұмыс істейтін жағдайларда атмосфераның белсенді компоненттері көміртегі тотығы және сутегі болып табылады. Алайда, көміртегі тотығы қалпына келтірілетін газ болғанына қарамастан, ол кейінгі беткі оксидті жабынды алынып тасталынатын қалпына келтіруші реакцияларда оншалықты маңызды рөл атқара қоймайды. Сонымен қатар, мұндай жолмен түзілген атмосфераның құрамында каталитикалық реакцияның қосалқы өнімдері ретінде әжептәуір шамада азот, су буы және көміртегі диоксиді болатындығын түсінген маңызды.

Бірқатар атмосфералық генерациялау жүйелерінде көрсетілген су буының бір бөлігі пешке түспес бұрын атмосферадан бөлініп кетеді. Алайда, төмен көміртекті болатты мыспен дәнекерлеу кезінде, бұдан әрі қарай көретініміздей, генерацияланатын атмосферадағы су буы деңгейінің төмендеуі сәтті дәнекерленген қосылыс жасау үшін қажетті жағдай болып табылмайды.

Дегенмен, бұл бөлімде біз, негізінен, құрамында су буы ең төмен мөлшерде болатын және әзірлеменің тотықты жабындыларын алып тастауды қамтамасыз ету үшін міндетті болып табылатын, мысалы, тот баспайтын болатты дәнекерлеу кезіндегі секілді жағдайларды атмосфераларды пайдалану мүмкіндіктерін қарастыратын боламыз. Бұл жағдайда, белсенді газ ретінде сутегі қарастырылады, ол, әдетте, пештен салыстырмалы түрде онша қашық емес жерде орналасқан материалдар қоймасынан әкелінеді немесе 75% сутегі және 25% азоттан тұратын атмосферада аммиакты каталитикалық жолмен ыдырату нәтижесінде алынады. Көрсетілген жағдайлардың бәрінде азотты кетіру механизмі химиялық қалпына келтіру жағдайларының бірі болып табылады!

Осы кітаптың әрбір тарауында айтылғандай, қосылыстың бетіндегі кез келген оксидті жабынды процестің сәтті нәтижелерінің кепілі ретінде қарастырылуы үшін дәнекерлеу кезінде алынып тасталғаны дұрыс. Көріп отырғанымыздай, олардың болуы ылғалдандыруды тежейді және еріген балқыма ағыны сапалы қосылыстардың түзілуін қамтамасыз ете отырып, ішке қарай және оны жарып өтеді. Осыған орай, кез келген негізгі материалдың бетінен оңай кетіретін жеңілдік оттегі иондарының осы оксид құрамындағы иондардан бөлініп кетуі мүмкін жеңілдікті де анықтайды. Әрине, иондарды бөлу қажеттілігі туындаған жағдайдағы күрделілік деңгейі оттегі және металл иондары арасындағы химиялық байланыстың беріктігіне тікелей байланысты. Мұндай байланыс көрініс табуы мүмкін, және басқалармен салыстырғанда белгілі бір оксидтер түзілген жағдайда басқа жылу магнитудаларымен салыстырмалы түрде тотықтарды түзу үшін қажетті жылу мөлшері өзара салыстырылатын жағдайларда көрініс табуы мүмкін бірнеше тәсілді қарастыруға

болады. Егер кімде-кім пеште дәнекерленген бөлшектердің тотыққан қабаттарында кездесетін оксидтердің басым бөлігінің түзілу жылуын көрсететін кесте түріндегі осындай ақпаратқа қол жеткізген болса, ал адам «жеңіл кетіру» шкаласындағы олардың орналасу жағдайларын да жеңіл көре алатын болады. 7.1-кестеде осындай тізім берілген. Ұсынылып отырған бұл кесте алтын, күміс және палладий секілді металдардың оксид түзу жылуының ең төменгі мәніне ие екендігін көрсетеді және жоғарыда айтып өткеніміздей, сутегінің көмегімен оны өте жеңіл азайтуға болады. Алайда, кобальт және никель секілді металдардың жылу түзу деңгейі жоғары, ал хром мен марганец одан да жоғары деңгейлерге ие, химиялық қалпына келтіру арқылы соңғы аталған екі элементтің тотықтарын кетіру өте қиын (алайда, кетіруге болады!).

Қалыптастырушы атмосферада дұрыс дәнекерлеуге қойылатын негізгі талаптардың бірі технологиялық цикл барысында жинақтауға қатысатын барлық оксидтердің санын қысқарту болып табылатындығына баға беру де оңай емес.

Жағдайдың күрделене түсуіне кейбір металдардың бірден көп оксид түзетіндігін (мысалы, 7.1-кестеден темір және мысты қараңыз) және бұл оксидтердің әрқайсысының өзіндік тұрақтылық деңгейінің болатындығын есте сақтау қажеттігі де ықпал етеді. Сәйкесінше, дәнекерлеуге арналған жинақ ішіндегі металдардың құрамында болатын бірқатар оксидтерді әрқашан назарда ұстаған жөн.

7.1-кесте
Оксидтердің белгілі бір санының жылу түзуі

Элемент	**Жылулық**
Алтын (Au_2O_3)	–30.6
Күміс (Ag_2O)	61.1
Палладий (PdO)	175.8
Мыс (CuO)	314.0
Мыс (Cu_2O)	343.3
Кобальт (Co_3O_4)	411.1
Кобальт (CoO)	481.4
Сұйық су	484
Никель (NiO)	489
Кадмий (CdO)	520.8
Темір (FeO)_	540.1

Темір (Fe_2O_3)	544.2
Темір (Fe_3O_4)	560.2
Газ тәрізді су (бу)	571.9
Мырыш (ZnO)	698.3
Хром (Cr_2O_3)	751.9
Марганец (MnO)	774.6
Тантал (Ta_2O_5)	835.7
Титан ($Ti O_2$)	916.9
Цирконий (ZrO_2)	1082.3
Алюминий (Al_2O_3)	1116.2
Бериллий (BeO)	1233.4

Өкінішке орай, қиындықтар мұнымен бітпейді. Шын мәнінде, мұндағы өзгешелік таза металды басқа таза металмен дәнекерлеу қажеттігілінде; жалпы бұл басқа типті материалды дәнекерлеу жағдайы болып табылады (мысалы, жұмсақ болатты тот баспайтын болатпен). Бұл жағдайда, 0.75% жоғары деңгейі бар қандай металдардың материалдардың құрамында бар екендігін білу қажет, одан кейін топтамадағы металдардың қайсысының жылу түзу көлемінің жоғары екендігін білу үшін 7.1-кестенің көмегіне жүгінеміз; бұл дәнекерлеуге байланысты туындайтын қиындық деңгейін анықтайтын тотықтары бар металл болып табылады. Бұл металдың барлық оксид(тер)і жинақтау кезінде пеш атмосферасына лақтырылу нәтижесінде, химиялық элементтердің көмегімен кетірілуі тиіс.

0.75% санының белгілі бір негізгі материалдың құрамында болуы мүмкін қандай да бір микроэлементтің максималды мәні болып табылатын себептің астарында жатқандығына назар аудармай кетуге болмайды, бұл осыған дейін де белгілі болған факт, - шағын элемент жағдайындағы аса жоғары деңгейлерде және отырғызылатын материалдың ішіндегі әдейі қатыстырылатын элементтер жағдайында дәнекерлеу операциясының табысын анықтау мүмкін емес, бұл секілді қатысу мүмкіндіктері есепке алынбаған жағдайда, бұл айтарлықтай әсер етуі мүмкін (теріс әсері де болуы мүмкін). пеш атмосферасындағы конденсациялану нүктесінің минималды деңгейінде алынған ақпараттың маңызы өте зор, бұл тиімді нәтижеге қол жеткізу үшін талап етіледі. Сондай-ақ, пештегі дәнекерлеу процесінің табысты немесе сәтсіз жүзеге асырылуы байланысты болып табылатын атмосферадағы конденсациялау нүктесінің мәні 7.3 бөлімде анағұрлым толық қарастырылатын болады.

Және де, ең соңғысы, келесі бір әлеуетті жағдай қосылыстарды жасау үшін пайдаланылуы тиіс, отырғызу материалының құрамына

байланысты болып табылады. Қалыпқа келтіруші атмосферасы бар пеште екі жұмсақ болат кесегін дәнекерлеу міндеті қойылған жағдайды қарастырып көрейік. Әдеттегі таңдау бойынша, отырғызу материалы ретінде мыс алынуы мүмкін еді, алайда бұл жағдайда дәнекерленетін жинақтың қолданыс кезінде ауадағы температурасы 300°С және 350°с аралығында жұмыс істей алуы тиіс деген талап бар. Біздің жағдайда мыс өзінің жұмыс температурасы кезіндегі механикалық беріктігі тұрғысынан жарамайды, алайда, ең дұрысы, жұмыс температурасы жағдайында ол өте жылдам тотығатын болады.

Шешім никельді негіздегі ыстыққа төтеп бере алатын бір балқыманы таңдауға негізделеді, оны таңдау аталған топтан алынған бірқатар материалдардың белгілі бір құрамдық деңгейімен анықталады. Берілген жағдайда, шын мәнінде, таңдау ISO 17672:2010 никель негіздес балқыламалар тобында көрсетілген 700 сериялы үш материалға дейін қысқаруы мүмкін. Алайда, бәрінің құрамында никель бар, олардың екеуінің құрамында хром бар. 7.1-кестеден көріп отырғанымыздай, хром – оксид түзу температурасының жоғары болуына байланысты пеште дәнекерлеу кезінде қиындықтар тудыруы мүмкін элемент болып табылады.

Бұл кезеңде автор оқырмандарға пеште дәнекерлеудің бірқатар шектеулері мен қиындықтары бар екендігін түсіндіруге тырысады. Яғни, «дәнекерлеу» процесі туралы жалпы мәлімет бере отырып, оқырмандардың санасына пеште дәнекерлеу процесінің шын мәнінде, жаппай өндіріс кезінде таптырмайтын мүмкіндік екендігін дәлелдейтін кез жеткен секілді, ол нақты қадамдар арқылы жүзеге асырылған кезде ғана сәтті жүргізілмек, әсіресе, дәнекерлеу процесі қалпына келтіруші ортада жүзеге асырылған жағдайларда. Қысқаша айтқанда, егер ережелерге мейлінше сүйенетін болсақ – бұл табысқа жетудің бірден-бір жолы, дүние жүзі бойынша тот баспайтын болаттардың миллиондаған қосылыстары күн сайын дерлік пеште сутегінің көмегімен дәнекерленеді.

7.3. Қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу

Қалпына келтіруші ортада дәнекерлеу жұмыстарын жүргізудің табыстылығы біріктірілетін металдардың бетіндегі оксидтер мен олар пеште болған кезде компоненттерді қоршап тұрған газды атмосфера арасындағы реакция коэффициентінің химиялық азаюының жүзеге асырылатындығына негізделеді. Бұл реакция оксидтердің құрамын төмендетуге мүмкіндік береді, осылайша ол әзірлеменің бетінен ингибирлеуші жабындыны тиімді алып тастай алады. Алайда, азоттың

төмендеуі – өздігінен жүзеге асырылмайтын процесс; ол атмосферадағы қалпына келтіру газының болу қажеттігіне тәуелді болып табылады, берілген жағдайда сутегі әдеттегі мысал бола алады. Төмендеу механизмін түсіндіріп беретін химиялық реакцияның жалпы теңдеуі төменде көрсетілген:

$$Me_nO_m + {}_mH_2 \rightleftarrows {}_nMe + {}_mH_2O$$

Металлоксиді + сутегі = металл + субуы (бу 100°С жоғары)

Бұл кері жүзеге асырылмайтын реакция болғандықтан, пеш атмосферасында су буының көп мөлшерде болуы металдың тотығуына әкеліп соғуы мүмкін екендігін де ескерілуі тиіс. Барлық қатты дәнекер арқылы пеште дәнекерлеу процестерінің 99,9% дерлік 850°С жоғары температура жағдайында жүзеге асырылатындығын естен шығармаған дұрыс, және мұндай температура жағдайында судың сутегінің екі бөлігіне және оттегінің бір бөлігіне ыдырап кететіндігі белгілі, бұл, өз кезегінде, атмосферадағы оттегінің құрамын арттыра түседі, себебі оксид қысқару арқылы жойылады. Осыған орай, оксидтердің ыдырауы және дәнекерлеу процесінің жалпы табыстылығы пешке берілетін сутегінің құрамындағы су буының парциалды қысымы белгілі бір көлемнен төмен болады. Атмосферадағы су буының саны газ конденсациясының нүктесі деп аталуы мүмкін. 7.2-кестеде конденсация нүктесі мен осы атмосфера құрамындағы миллион (ppm) бөлшектерге бөлінетін судың саны арасында болатын тура қатынасты көрсетеді.

Автор пешті қалпына келтіру атмосферасында пайдаланатын адамдардың дәнекерлеу кезінде 7.1-суретте көрсетілген қисық сызықты пайдалану маңызыдылығын түсіне бермейтіндігіне көз жеткізіп жүр. Оны дұрыс ұғыну жұмпсақ болаттың экзотермиялық атмосфераны алу үшін табиғи газ бен ауа қоспасын каталитикалық тұрғыда реттейтін атмосферада сәтті дәнекерленетіндігі, ал тот баспайтын болаттың дәнекерленбейтіндігі туралы сұраққа жауап табуға көмектеседі. Алайда, бұл білімді алудың қызықты болуымен қатар, тәжірибе жүзінде қалыптастыру атмосферасында дәнекерлеуге арналған пешті пайдалану кезінде маңызды аспект болып табылатын сұраққа жауап табудың кейінге қалдыруға болмайтын аспект екендігі де түсінікті. Осыған орай, енді біз осы тараудың бірнеше абзацын осы, біз қозғап отырған мәселенің маңызды аспектісіне арнайтын боламыз.

7.2-кесте

Конденсация нүктесінің су буының құрамына қатынасын көрсететін мәндер, с\млн берілген. Конденсация нүктесі (°С)

Конденсация нүктесі (°С)	Су буының құрамы, деңгей, с\млн
–70	2
–60	11
–55	21
–50	40
–40	130
–30	380
–20	1000
–10	2700
0	6000
+10	13,000
+20	25,000
+30	40,000

7.3.1 Конденсаттау және дұрыс дәнекерлеу нүктелерінің қатынасы

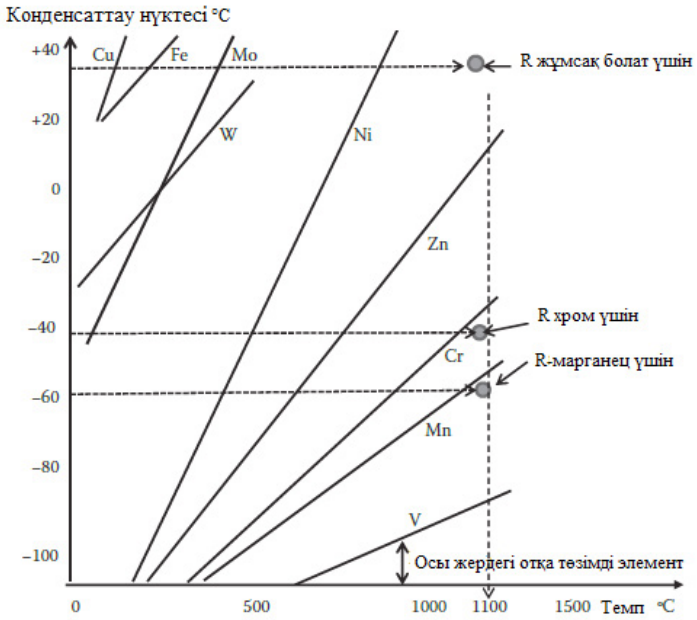
Алдымен, қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеуге арналған металл жинақтаманың бетінен оксидтерді алу үшін атмосфераның жеткілікті мөлшерде құрғақ екендігіне көз жеткізіп алған дұрыс. Өндірісті дамытумен айналысып жүрген адамдар үшін нақты ақпараттың бес бөлігін білу қажет болып табылады.

1. Белгілі бір көлемде нысанда сақталатын және жұмыс үшін пайдаланылатын атмосфера конденсациясы нүктелерінің мәні
2. Пешке берілетін газ атмосферасының құрамында сутегінің болуы
3. Жинақтау кезінде қол жеткізілетін максималды температура
4. Дәнекерленуі тиіс материалдардың толық химиялық құрамы
5. Біріктіруді жүзеге асыру үшін пайдаланылуы тиіс толықтырғыш дәнекерінің толық химиялық құрамы.

Пештің ыстық аймағындағы атмосфера жағдайы белгілі болған жағдай-

да, олар 7.1-суретте көрсетілген қисық сызықтар төмендеу тенденциясына қандай оксидтердің қатысатындығын және қайсысының қатыспайтындығын анықтау үшін қолданылуы мүмкін. Қолданылатын осы қисық сызықтарды қосу үшін белгілі болуы тиіс параметрлер төменде көрсетілген.
Осыған дейін көріп отырғанымыздай, атмосферада болатын судың мөлшері атмосфераның конденсаттау нүктесінің терминдерінде көрініс табады. Шын мәнінде, қалпына келтіру атмосферасындағы конденсаттау нүктесі атмосферадағы металдар оксидінің төмендей түсетіндігінің шешуші факторы болып табылады. Термодинамиканы қарастыру конденсация нүктесі, температура және атмосфераның ішкі тотықтырғыш және қалпына келтіруші әлеуетінің арасындағы осы элементтерге қатысты байланысын көрсетеді.

Әдетте, атмосферада сутегінің 80% [Конденсаттау нүктесі әдетте – 40°C] +20% ультра-құрғақ азот болады.



7.1-сурет. Ығыстырылған атмосфера жағдайында пеште дәнекерлеу кезінде отырғызылатын материалдың негізінен табылған металл элементтерді тотықтыру/төмендетуге арналған қисық сызықты қатынастар.

7.1-сурет осындай қисық сызықтар қатарын көрсетеді, ал 7.2-кестеде конденсаттау нүктесі мен атмосфераға шығарылатын бу түріндегі су мөлшері арасындағы тура байланыс жайлы айтылады.

Металл оксидтерін анықтау тәсілі, әдетте, азайту қажет болып табылады, бірақ оларды азайту оңай емес, төмендегідей жолмен анықталуы мүмкін:

7.1-суреттің бас жағын алыңыз және тік бұрыш етіп конденсаттау нүктесінің осіне дейін сызық жүргізіңіз. Бұл сызықтың пайда болуы атмосферадағы конденсаттау нүктесі ретінде белгілі болуы тиіс. Мысал ретінде, атмосферадағы конденсаттау нүктесі -45°С тең деп есептейік, бұл газ тасымалдаушысымен зауыт аймағына жеткізілетін сутегі үшін әдеткі деңгей. (*Алайда, тот баспайтын болаттан тұратын барлық типтер мен құрамдарды дәнекерлеу кезінде пайдаланушылар оларға жеткізілетін сутегінің 80°с жуық конденсаттау мәніне ие болу қажеттігін талап ете қоймайтындығына назар аударыңыз, себебі көбінесе құрамында марганец бар тот баспайтын болатты дәнекерлеу қажет болып табылады). Сутегін мұндай төмен конденсаттау нүктесі жағдайында алуға болады, алайда конденсаттау нүктесінің төмен деңгейін қанағаттандыру үшін сутегінің тазалау процесінің кейбір сәттерінде сұйылтылған болуы тиіс, ал бұл конденсаттау нүктесі -45°С болып табылатын газбен салыстырғанда қымбат болып келеді).*

Енді пеш осінің температурасына ауысайық, пештің бізге белгілі операциялық температурасынан тік сызық жүргізіңіз, мысалы, осы осьтің тік бұрышы астына қарай 1100°С. Сіздің суретке салған екі сызығыңыздың бір нүктеде қиылысқандығына назар аударыңыз. Бұл нүктені ‘R нүктесі деп атайық.

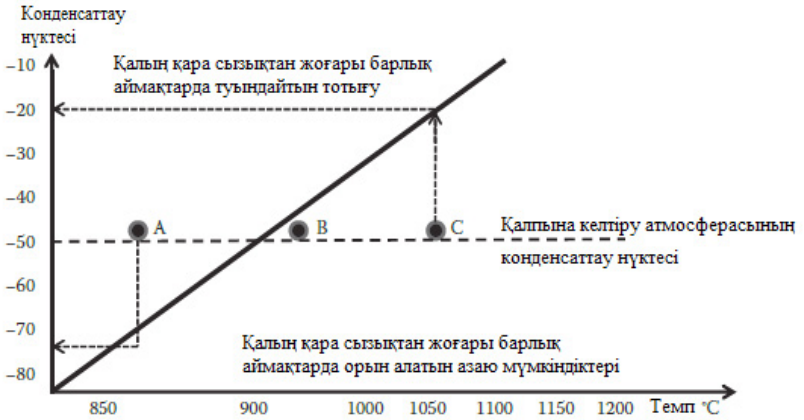
Оксидтің азаюы жүзеге асырылуы үшін, R нүктесі азоттың қисық сызығындағы әрбір жеке металдың оң жағына орналасуы тиіс және мұны назарға алу қажет болып табылады. 7.1-суретте R нүктесіндегі *(құрамында марганец бар тот баспайтын болат үшін*) -42°С конденсаттау нүктесінде сызықтың оң жағында орналасқандығын байқауға болады, олар мыс, вольфрам, молибден, темір, никель, мырыш және хром тотықтары болуы мүмкін. Осы уақытта пеште орын алған жағдайлардың нәтижесі секілді, бұл тотықтардың бәрі төмендетіледі және құрамында марганец жоқ 18/8 тот баспайтын болатты ылғалдандыру отырғызылатын материалды балқыту арқылы жүзеге асырылады. Алайда, Р нүктесі олардың сол жағында орналасқандықтан, марганец, ванадий тотықтары мен баяу балқитын титан, алюминий және бериллий секілді металдар азаймайды, және осылайша, аталған элементтердің құрамындағы қандай да бір бастапқы материал, атмосферадағы

конденсаттау нүктесі өзі құрамында болатын анағұрлым қиындық туғызуы мүмкін элемент(тер) үшін төмендейтін болса, Р нүктесіне дейін 0.075% жоғары деңгейде дәнекерленбеуі мүмкін!
Төмен көміртекті болат пен мысты дәнекерлеу үшін қажет болып табылатын минималды талаптар да 7.1-суреттен анық көрініп тұр.
Жұмсақ болаттың бөлшектері 900°с жуық температураға дейін қыздырылғаннан кейін, әрине, +35°С конденсаттау нүктесі болып табылатын атмосфераның темір және мыс тотықтарын азайту үшін жеткілікті мөлшерде болады (жұмсақ болатты мыспен дәнекерлеу кезінде қатысатын екі бастапқы элементтің екеуі де тәжірибеде қолданылмайды). Міне, дәл осы себептен ауа мен табиғи газдың каталитикалық реакциясынан генерацияланатын экзотермиялық атмосфералар өте қолайлы болып табылады, бұл жерде олардың аталған жұмыс түріне байланысты тиімділігінің жөні бір басқа. Алайда, атмосфераның бұл типінің неліктен тот баспайтын болатты дәнекерлеу үшін мүлдем қанағаттанарлықсыз екендігі де түсінікті.
Енді, 7.1-суретке қайта орала отырып, құрамында марганец бар тот баспайтын болаттың Р нүктесі, сызбада көрсетілгендей – бұл хромға арналған сызық болып табылатындығына көз жеткізуіміз қажет, себебі бұл элементтің тотықтары үшеудің ішіндегі ең күрделісі болып табылады, ол тот баспайтын болаттың көптеген түрлерінен құралған (мысалы, темір, никель және хром). Осыған орай, пеште жұмыс істеген кезде температураның өзгермейтіндігі түсінікті болды, қалпына келтіру газының конденсаттау нүктесінің төмендеуі +35°С бастап -42°С дейінгі аралықта жүзеге асырылады, бұл құрамында марганец бар тот баспайтын болатты теориялық тұрғыда дәнекерлеуге болатындығын көрсетіп отыр. Дегенмен, осыған дейін де айтылып өтілгендей, табиғи газ бен ауа арасындағы каталитикалық реакциядан туындайтын атмосфераны пайдаланудың көмірқышқыл газы, су буы және азоттың болуына байланысты жарамсыз болып табылатындығын да түсіну қажет. Тот баспайтын болаттан 18/8 типті дәнекерлеу үшін, әдетте, 75% сутегін, -25% атмосфера азотын пайдалану ұсынылады, конденсаттау нүктесінен бұл көрсеткіш кем дегенде -42°С. Егер мұндай атмосферада әрі қарай төмендеу байқалатын болса, конденсаттау нүктесі шамамен -57°С құрайды, бұл " R " нүктесін марганецтің оң жағындағы сызық бойымен тиімді орын ауыстыруға мүмкіндік береді, бұл осы элементтен тұратын болаттың дәнекерленуін мүмкін етеді. Алайда, 7.4-суретте көрсетілген тура ағынды пештердің газдың мұндай құрғақ атмосферасына шамалары жете қоймайды және шығыңқы бөліктері бар пештер мұндай жұмыс түрлерін орындау мүмкіндігінің баламасы болып

табылады, бұл мәселелер 7.4-бөлімде толығырақ сипатталмақ.
7.2-суреттекөрсетілгенмысалбізгетуындапотырғанмәселенінақтылауға көмектеседі. Мұнда біз пештің қалпына келтіру атмосферасына беру әрекетімен жалғасатындығын қарастырамыз, мұндағы конденсаттау нүктесі -50°C. Қалың қара сызық хром оксидін тотықтыру/қысқарту сызығы ретінде қарастырылады, A, B және C нүктелері пеш ішіндегі үш жағдайды көрсетеді, себебі температура бөлме температурасы жағдайынан шамамен 1100°C дейін көтеріледі.

Бұл үш жағдайдың шынайылығы төмендегілерге негізделеді:

1. A нүктесінде (шамамен 875°c), хром оксиді төмендемейді; бұған қоса азоттың көп мөлшері құрамында хром бар металдың бетінде жинақталатын болады (тот баспайтын болат?), оның себебі осы температура жағдайында хромға қатысты пеште басымдыққа ие болып табылатын тотықтыру жағдайларының орын алуы болып табылады.
2. B нүктесінде (шамамен 975°c), хром оксиді төмендетіледі. Оның себебі, B нүктесі металл оксидінің оң жағында жатыр және осыған орай, тек қалпына келтіру ортада ғана. Алайда, пештегі су буының шамалы ғана өзгерісінің өзі (80 ppm артық немесе 0.008%) Б нүктесінде және температура осінен жоғарылап кетуіне әкеліп соғуы мүмкін. Мұндай қозғалыс хром оксиді сызығынан жоғары салынған Б нүктесіне әкеледі, осылайша, бұл сызықтан сол жаққа оны тиімді орналастыруға болады. Берілген жағдайда, пеш ішіндегі хромға қатысты жағдай тотықтырғыштық сипатта болады және осыған байланысты оксидтің төмендеуі



7.2-сурет. Сутегін пайдалана отырып, пеште дәнекерлеу жағдайында нақты бір табысқа жету мүмкіндігі.

және дәнекерлеу жүзеге асырылмайды!
3. С нүктесі (шамамен 1100°С) қатты қалпына келтіру жағдайында және хром оксиді жағдайында төмендейді.

7.2-суретке байланысты қолданылатын жоғарыда келтірілгендерден шығарылатын қорытындыны былайша тұжырымдауға болады:
Хром тот баспайтын болаттың негізгі құрамдас бөлігі болып табылатындықтан, жоғарыда көрсетілген жағдайлардан біз мына түсініктерді анықтай аламыз:

1. А нүктесінде тот баспайтын болаттың кез келген типінің дәнекерленуі мүмкін емес.
2. В нүктесінде құрамында марганец бар тот баспайтын болаттың дәнекерленуі жүзеге асырылуы мүмкін.
3. С нүктесінде құрамында марганец жоқ болаттың дәнекерленуі, мүмкін, алайла құрамында марганец болатын болса, ол мүмкін емес. Есіңізде сақтаңыз, 7.1-суретте құрамында марганец бар болатты дәнекерлеу үшін кем дегенде -57°С конденсаттау нүктесінің қажет екендігі көрсетілген.
Әрине, теориялық тұрғыдан қарастырғанда, а нүктесі жағдайындағы кетіру нүктесі температураны 975°С дейін арттыру нәтижесінде ғана қамтамасыз етіліп отыр, пешке берілетін газды конденсаттау нүктесінің шамамен -75°С болуы туындап отырған жағдайдың баламасы бола алар еді. Бұл екі әрекеттің екеуі де, немесе олардың комбинациясы да осыған байланысты болып табылады, және нәтижесінде нүкте сызықтың оң жағына қарай орын ауыстырады.
Ал, бұл практикалық шешім көптеген факторларға маңызды болуы мүмкін бе, жоқ па, ол жағы бізді алаңдатпауы тиіс. Алайда, тотықтырғышы бар пеш жағдайында әдетте, оларды онша күрделі емес амалдың көмегімен төмендетуге болатындығын түсінген дұрыс.

• Пештің температурасын арттыру
• Жағуға берілетін газды атмосфера конденсациясының нүктесін төмендету
• Осы әрекеттерді сәйкестендіру.

Алайда, атмосферадағы газ конденсациясының нүктесін төмендетуден гөрі, пештегі температураны көтеру оңай екендігін түсінудің маңызы зор! 7.2-суреттен көріп отырғанымыздай, егер пештегі температура 975°С дейін жоғарылайтын болса немесе газды атмосфераның конденсациялану

нүктесінің температурасы -75°с дейін төмендетілсе, 875°С жағдайында жұмыс істейтін болады, ал нүкте қалыптастырушы ортаға орналастырылады!

7.3.2 Оксид жылуын түзу маңыздылығы

Біз 7.1-кестеден оксидтің түзілу жылуының көп жағдайда азоттың сутегімен салыстырғанда азаятындығын анықтайтындығын көре аламыз: түзілу жылуы, оның ішінде металл тотықтары жылуы көбейген сайын, бұл оксидтің қалыптастырушы атмосферадағы сутегі құрамдас пеште қысқаруы да күрделене түспек.

Бұл көрсеткіштер тек физик мамандар үшін ғана қызықты болуы мүмкін. Дегенмен, маңызды аспектілердің бірқатар нұсқаулары оларды назарда ұстаудың маңыздылығын көрсетіп отыр. Қарапайым сандық шкалада оксидтердің қалпына келу күрделілігінің деңгейін жіктеу кезінде, ең қарапайым оксидтердің өзі 0.5 мәнді сутегімен төмендеу жағдайына қарай ауысады. Осылайша, платиналы металдардың оксидтері алтын және күміспен бірге, тізімді бастап тұр. Басқа металдардың оксидтерінің шартты күрделілік деңгейін анықтайтын сандық жіктеу жүйесін жасақтау салыстырмалы түрде жеңіл. Бұл тұжырымдама 7.3-кестеде келтірілген күрделілікті бағалау негізінде жатыр.

7.2-суреттен көріп отырғанымыздай, онда атмосферадағы конденсатталу нүктесі -50°С пешке жеткізілетін жағдай сипатталған. Бұған дейін, А, В және С нүктелерінің хром үшін үш түрлі жағдайға негізделетіндігі айтылған. Ол 7.4-кестеде де анық көрініп тұр, яғни хром оксидіне қатысты қарапайым төмендеуге бет алатын жағдайларды қамтамасыз ету үшін пешке кем дегенде 975°С температура қажет. Сондай-ақ, жағуға берілетін газ нүктесін шамалы ғана арттырудың өзі пештегі жағдайдың өзгеріп кетуіне ықпал етуі мүмкін.

7.3-кесте
‘1000ºС жағдайында сутегі оксидтерін қысқарту күрделілігінің рейтингі

Элемент	
Платина тобының металдары	Оксидтер жоқ
Алтын	Оксидтер жоқ
Күміс	Оксидтер жоқ
Мыс	1.0
Вольфрам	2.0
Молибден	2.5

Никель	4.0
Темір	4.1
Кадмий	4.3
Мырыш	4.5
Хром	8.0
Марганец	*9.3*
Ванадий	*9.5*
Кремний	*11*
Ниобий	*13*
Титан	*13*
Алюминий	*14*
Цирконий	*15*
Бериллий	*17*

Ескерту: 9.3 мәнінен жоғары оксидтер конвейерлік пеште қанағаттанарлық деңгейде
дәнекерлене алмайды.

7.3-кестеде хром оксидтердің қалпына келу күрделілігінің деңгейі сандық шкаласы 8 болатындай және бериллий оксиді тәрізді 50% күрделілікке ие болатындай етіп көрсетілген. Осыған орай, 7.3-кесте қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу күрделілігіне жалпы баға беруді анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Егер құрамында оксиді бар элементтер шамамен 9-ға жуық мәннен жоғары күрделілік деңгейіне ие болатын болса, толықтырғыштың дәнекері немесе негізгі материал не болмаса оның құрамдас бөлігі ретінде пайдаланылуы мүмкін және мұндай жағдайда, оларды пайдалану пештегі қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу жүргізу кезінде жеткілікті мөлшерде ауырлық деңгейінде көрініс табатында сипатта болуы мүмкін деген болжам жасауға болады. Әрине, негізгі металдағы немесе отырғызылатын материалдағы күрделі элементтердің пайыздық құрамы маңызды фактор болып есептеледі. Күрделілік деңгейі 9,5 жоғары деңгейдегі элементтермен жұмыс істеген кезде, егер олар 0,75% (иә, 0.75%) мөлшерінен асып кететін деңгейде қатысатын болса, пештегі қалпына келтіру атмосферасын пайдаланудан аулақ болған жөн, себебі мұндай жағдайда сәтті нәтижеге қол жеткізу мүмкін емес!

Титан немесе ниобиймен тұрақтандырылатын, қалпына келтіру атмосферасында болатты дәнекерлеу әрекетін жүзеге асыру кезіндегі қиындық және осы тәсілді тұрақтандырылмаған тот баспайтын болаттар дәнекерленуі тиіс жағдайларда ғана қыздыру тәсілі ретінде пайдалану жағдайлары осымен түсіндіріледі.

Инженер тарапынан 7.1-суретте көрсетілген, перпендикулярлардың қиылысу нүктесі пештегі атмосфераға лақтырылатын қалдықтарды қысқарту әлеуеті тиімді деп есептелген күннің өзінде дәнекерлеуді жүргізу мүмкін емес. Көбінесе, бұл жағдай, пеш арқылы жүретін атмосфера ағыны жылдамдығының төмен болуына байланысты. Берілген соңғы жағдайда, бұл тораптардағы капиллярлар арқылы өтетін газ шығынының жеткіліксіздігіне әкеліп соғуы мүмкін, әсіресе, капилляр жолдар тар не болмаса керісінше өте кең аймақтарда. Бұл оксидтердің жоғарғы бөлігіне жауап бергеннен кейін, алайда ол капиллярлардан алынып тасталмай тұрып, жергілікті өзгерістерді жүзеге асыру үшін қажет болып табылады. Осыған байланысты, жағуға арналған атмосфера тиімділігі төмен конденсаттау нүктесіне берілген кезде, оның дәнекерленуі тиіс материалдардан тұратын элементтерге берілетіндігіне қарамастан, капилляр арқылы үрлеу жылдамдығы төмен қалпында қала бермек. Жергілікті жинақталу салдарынан нұсқадағы тотығу жағдайлары кейіннен оксидті жабынды түзетіндей етіп қосылатын жер арқылы өткізіледі. Бұл жерде, отырғызылатын материалдың толық өтуінің жүзеге асырылмайтындығы бұлтартпас нәтиже болып табылады. Көрсетіліп отырған бұл тұжырымдама 7.3-суретте көрсетілген және оның нәтижесі фигураның төменгі беткейінен көрініс табады. Егер мұндай жағдай тәжірибеде орын алатын болса, онда ең алдымен мәселені шешу үшін пешке берілетін газ құрамындағы атмосфера ағынының жылдамдығын арттыру жүзеге асырылуы тиіс. *(Әсіресе, бұл қосылыста болатын капиллярлардан келетін атмосфераның үрленуін жақсарту мақсатында пайдаланған кезде өте тиімді)*. Қатты үрлеу кезінде, яғни мұндай процетура туындаған мәселені шеше алмайтын жағдайда, қазіргі уақытта пайдаланылған мөлшерден анағұрлым төмен конденсаттау нүктесін қамтитын атмосфераны өзгерту туралы мәселе қарастырылуы тиіс. Егер бұл әрекеттердің екеуі де мәселені шеше алмайтын болса, қосылыстың ішкі бөлігіндегі тотықтың кетірілуін қамтамасыз ету үшін қажетті температура мөлшерін арттыру туралы мәселе қарастырылуы қажет. Одан да төменгі жағдайларда және мөлшерлері дұрыс үрлену үшін жеткілікті болып табылатын капиллярларды қамтамасыз ету үшін қажетті ең дұрыс шешім компоненттерді қайта жобалау қажеттігіне негізделуі әбден ықтимал!

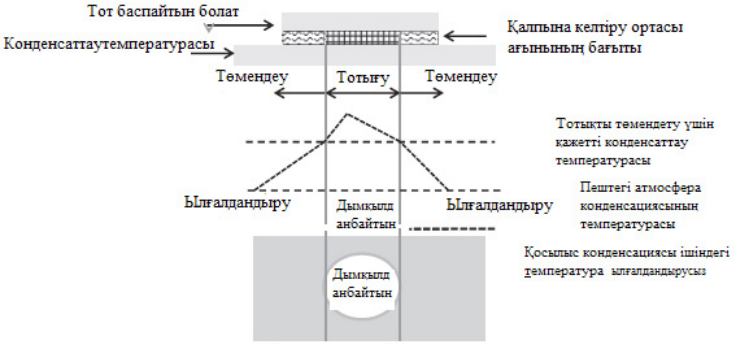
7.4 Дәнекерлеу үшін пайдаланылатын пештердің түрлері

Қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін пайдаланылатын пештердің негізгі төрт түрі бар. Олар:
1. Камералық пештер
2. Қақпақты пештер
3. Үздіксіз конвейерлік пештер
4. Вакуумды пештер

Алайда, қалпақты және камералық пештер дәнекерлеу процесінде кең ауқымда қолданыла қоймайтындықтан, бұл кітапта біз үздіксіз жұмыс істейтін конвейерлік пештерге және қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған вакуумды пештерге толығырақ тоқталатын боламыз.

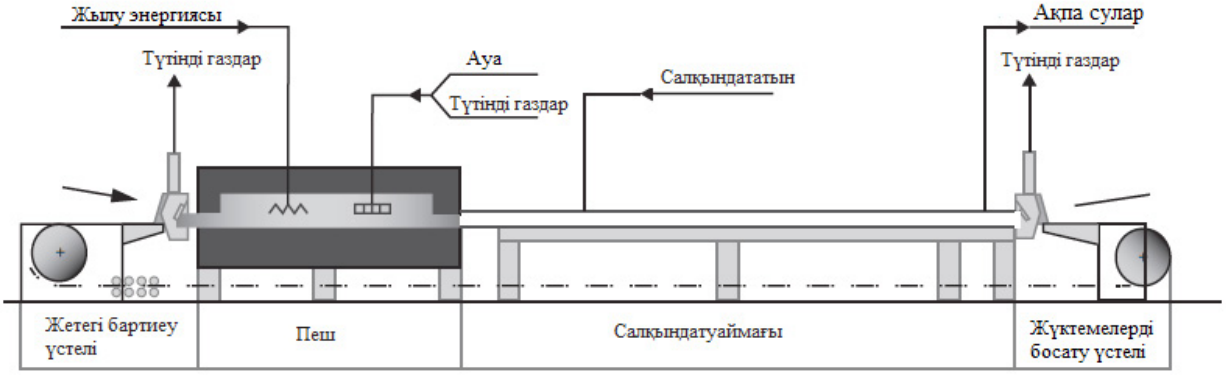
7.4.1 Конвейерлік пеш

Үздіксіз әрекет ететін пештің ең танымал түрі 7.4-суретте көрсетілгендей, тоқымалы лентасы бар конвейерлер болып табылады.
Пешті пайдалану саласына байланысты, ішкі жағынан ол отқа төтеп бере алатын кірпіштермен немесе ыстыққа төзімді балқымадан дайындалған, газ өткізбейтін муфельмен қапталуы мүмкін. Металдардан дайындалған дәнекерлеу элементтері үшін пайдалану жоспарланып отырған пештер конденсаттаудың төмен деңгейінің нүктесін және оның дәлдігін талап етеді, бұл беткі қабаттан, мысалы, тот баспайтын болаттан тотықтардың кетуін қамтамасыз ету үшін газ өткізбейтін муфельмен қамтамасыз етіледі. Тоқымалы лента әдетте тоқылған никельді-хромды



...Егер бұл жағдай дәнекерлеу кезінде жүзеге асырылатын болса, онда қосылыстың ішкі бөлігі төмендегідей сипатта болады:

7.3-сурет. Дәнекерлеу процесі кезінде тар қосылысты дұрыс үрлемеу нәтижесі



7.4-сурет.Үздіксіз конвейерлік пеш. (Иллюстрация MahlerGmbH, Plochingen, Германия тарапынан жасалған.)

балқымадан дайындалады, ал кейбір жағдайларда лента ыстық өткізбейтін балқыманың үздіксіз үздіксіз жолағы ретінде орнықтырылады. Жұмыс тікелей лентада жүргізіледі; оның пеш арқылы өтетін жылдамдығы айнымалы шама болып табылады, алайда оны нақты бақылауға алуға әбден болады. Бұл жағдайға балама ретінде дәнекерленуі тиіс жұмыс сағаттарын арнайы қалыптарға орналастыруға болады, бұл қалыптар парақтан немесе никель-хромды балқымадан жасалған жұқа маталы тор түрінде дәнекерленуі тиіс, олар қозғалып тұратын жұмыс жолына орналастырылады. Қалыптарды пайдаланудың басымдылығы бөлшектердің басым бөлігін пештен тыс жерлерде жүргізуге, содан соң барып қана лентаға орналастыруға болатындығымен ерекшеленеді. Оларды пайдалану пайдаланылатын дәнекерлеу материалының лентасымен жанасуға жол бермейді. Егер мұндай жағдай туындай қалған болса, бұл лентаның қызмет ету мерзімін қысқартады!

Мұндай құрылғылардың қыздыру және салқындату аймақтарының ұзындығы оның бөліктеріндегі температураның арттырылатындығына, қатты дәнекер арқылы белгілі бір уақыт аралығында қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасының болатындығына кепілдік бере алатындай етіп орналастырылады. Салқындатушы камера салқындатуға арналған су көйлектермен үздіксіз қоршалып тұрады, бұл кем дегенде оның ұзындғын және осыған байланысты пештің жалпы ұзындығын анықтауға септігін тигізеді.

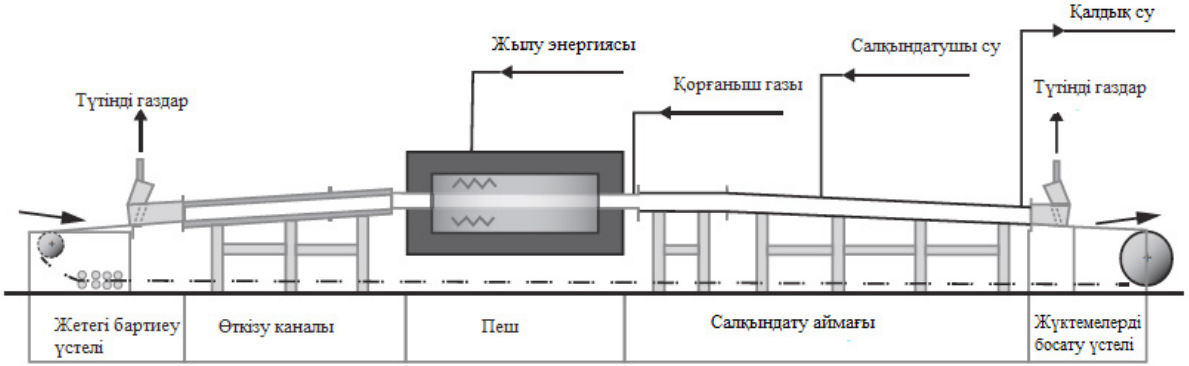
Тиімді салқындату процесін қамтамасыз ету үшін салқындату жүйесін салыстырмалы түрде жиі тұйық тізбек жүйесін алуға болатындай етіп ұйымдастырады: су салқындату жүйесінің айналасына тарайды, одан соң пештің салқындатушы бөлігіне орналастырылған бір немесе бірнеше жылу алмастырғыштар арқылы жүзеге асырылады. Жылу алмастырғыштармен байланысты желдету жүйесі дұрыс құрылған жағдайда, олардың регенерациясын қыс бойы зауыттағы үй-жайларды жылыту үшін пайдалануға, ал жаз айларында зауыт аймағындағы жұмыс материалдарын лақтыру үшін қолдануға болады.

7.4-суретте көрсетілгендей, әдетте үздіксіз конвейер пештерінде көлденең жұмыс жолағы болады. Алайда, негізгі типтің нұсқасының бар екендігін естен шығармаған жөн, оған сәйкес кіру және шығу камералары көлденеңінен шамамен 6° жоғарғы бұрыш жақ бөлігіне орналастырылады, және пештің барлық ұзындығына муфель төселеді, ол ыстыққа төзімді материалдан әзірленеді. Пештің бұл типтері аркалы пештер деп аталады, ол 7.5-суретте көрсетілген.

Әдетте қолданылатын тәжірибе ретінде үздіксіз әрекет ету пешінің

қорғаныш атмосферасын тікелей ыстық аймаққа енгізу қарастырылады, сонымен қатар арканы пайдалану атмосфераның бастапқы сапасының сақталуын қамтамасыз етеді. Мұндай конструкция тот баспайтын болаттың көмегімен қатты дәнекер арқылы дәнекерлеуді орындау қажет болған жағдайларда айтарлықтай басымдыққа ие болып табылады, сондай-ақ атмосфераның конденсатталу нүктесі, кем дегенде, -40°С деңгейде сақталуы тиіс жағдайларда қолданылады. Пеш арқылы атмосфералық газдың жеткілікті мөлшердегі ағынының берілуін қамтамасыз ету үшін, атмосфераның шамалы артық мөлшердегі қысымының болуы қажет болып табылады, бұл оның кіру және шығу камерасына қарай бұрыш арқылы төмен ағуына ықпал етеді. Көрсетіліп отырған шамалы мөлшердегі оң қысымның болуы диффузия тиімділігін теңестіре түседі, яғни екінші жағынан, ол аз мөлшердегі ауаның (яғни, оттегінің) пешке енуіне және атмосфера сапасын бұзуына ықпал етуі мүмкін. Шын мәнінде, бұл көрсетілген типтегі пештер үшін әдеткі жағдай болып табылады, ол ыстық аймақты таза сутегі атмосферасымен қамтамасыз етеді, өз кезегінде бұл атмосфераның конденсатталу нүктесі төмен деңгейде, сонымен қатар бұл ретте ол 7.6-суретте көрсетілгендей, материалдың кіру және шығу аймақтарында берілетін құрғақ азотпен қамтамасыз етілетін болады. Мұндай орналасу жағдайы қатты дәнекердің көмегімен дәнекерлеу жүргізілетін ыстық аймақтағы нүктенің төмен конденсатталу нүктесіне ие, пешке берілетін сутегімен жабылуы нәтижесінде жүзеге асырылмақ. Әрине, жұмысты осылайша ұйымдастыру қосылыс саңылауының бетіндегі процесс нүктесінде оксидтердің болмауын қамтамасыз етеді, сондай-ақ балқыма ағыны орналасатын нүкте де осы тұста қамтылады, және, осыған сәйкес, қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу кезінде де пайдаланылады.

7.6-суреттен көріп отырғанымыздай, газ ағынын саналы түрде дұрыс теңестірген жағдайда, жұмысты пештің шығу басында газдың ешқандай сұйылтылуына жол берілмеуі, оның тек кіру жағында ғана орын алатындығын қамтамасыз етуге болады. Бұл ерекшелік жекелеген дәнекерлеу бөліктерінің жергілікті мөлшерде қайталама қызып кетуін болдырмау мақсатында жүзеге асырылады (және, осыған байланысты, тотығудың!), бұл шын мәнінде жүзеге асырылуы да мүмкін, тек пештің шыға берісінде олар жалын шымылдығынан өтуге тиіс болады! Бұл функция, әсіресе, дәнекерлеу өнімі ретінде тот баспайтын болаттан жасалған отын рампасы қарастырылған жағдайда өте маңызды. Бұл ретте, тұтынушылар көбінесе бөлшектердің құрамында, оның ішкі жағынан болсын, сыртқы жағынан болсын, оксидтің болмауын талап етеді. Көрсетіліп отырған соңғы талап бөлшектің негізгі тұрбаларының ұшы-

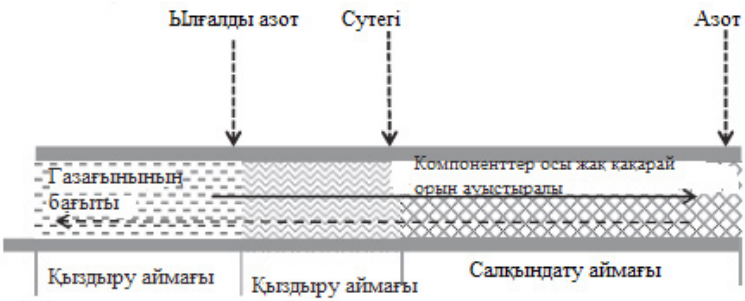


7.5-сурет.Стандартты аркалы пеш. (Иллюстрация, Plochingen, Германия тарапынан ұсынылған.)

на біріктірілетін бүйір жақ фитингілердің шлицті түрлерін пайдалану есебінен қанағаттандырылады. Алдын-ала жасалған арнайы формаға салынған, негізгі құбырға орнатылған және шлицті қапақтың көмегімен бекітілетін мыс сақинаны қолдану атмосфералық газға қызу кезеңі барысында шлицтер арқылы ағып өтуге мүмкіндік беретін болады. Бұл құбырдың ішкі жағынан болсын, сыртқы жағынан болсын, тотығудан қорғауға ықпал етеді, себебі мыс сақина балқиды және шлицтер арқылы кіші құбырға толық бекітілгенге дейін ағады (3.7 және 3.8-суреттерді қараңыз).
Пеште дәл реттелетін төмен температуралы конденсаттауға байланысты жұмыстарды жүргізу талап етілген жағдайларда және саңылаулың биіктігі 80 мм және одан да артық лентамен берілген болса, аркалы пешті пайдалану негізгі міндеттердің бірі болып есептеледі.

7.4.2. Конвейерлік пешті калибрлеу

Қорғаныш атмосферасы жағдайында үздіксіз конвейерлік пеште дәнекерлеу жұмыстарын жүргізудегі мақсат жеткілікті мөлшерде жоғары температурадағы компоненттерді алуға негізделеді, себебі олар пеш арқылы тасымалданады және соның нәтижесінде компоненттің отырғызу материалы балқытылады, оның қосылыс арқылы бірігуі қамтамасыз етіледі және сенімді, қорғалған ақаулықтарсыз қосылу мүмкін болады. Соған қарамастан, кейде пештің температуралық параметрлері отырғызылатын материалмен жұмыс істеуге жарамды болған жағдайдың өзінде, бізге белгілі болғандай, конденсаттау нүктесіне ие, құрамындағы оксид мөлшерінің төмендеуі байқалатын атмосфераның бөлшектері бір-біріне бірікпей қалуы да мүмкін. Туындаған бұл секілді қиындықты

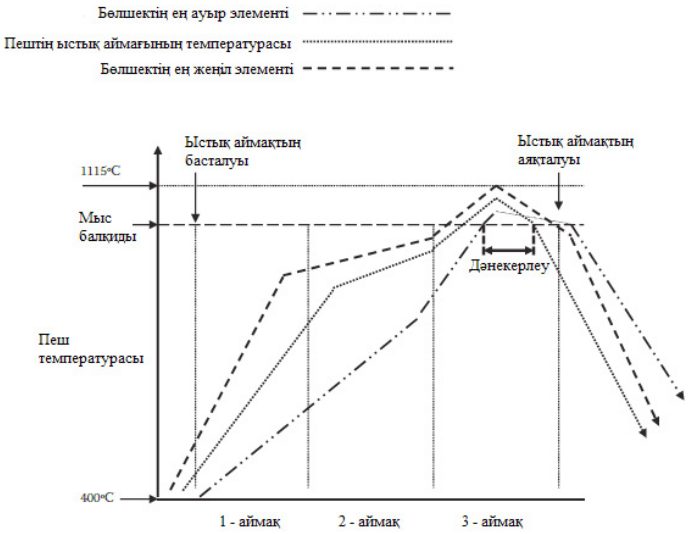


7.6-сурет. Қорғаныш газының Nitrozone® жұмыс істеп тұрған атмосфералық жүйеге енгізілуі.

жою үшін *осы жұмыстың орындалуына жауапты қызметкердің пешке арналған термограмманы құру тәсілін дұрыс меңгерген болуы тиіс*. Берілген бөлімде біз осы мәселені жік-жігімен қарастыратын боламыз. Атмосфераны бақылау (бұған дейін де осы тарауда аталып өтілді), қосылыстарды және саңылаулардың мөлшерін жобалау, сонымен қатар отырғызылатын материалдың құрамы мен формасын таңдау – бұл қорғаныш атмосферасы бар пеште қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу жұмыстарының нәтижесі (немесе, керісінше!) табысты жұмыс нәтижесін қамтамасыз етуге ықпал ететін болады.

7.4.3 Термограмма әзірлеу

Бөлшектің бөлігін қыздыру жылдамдығының оның салмағының функциясы болып табылатындығын көрсету оңай (7.7-сурет). Кең ауқымды әр түрлі массалардан тұратын бірқатар бөлшектерден дайындалған салыстырмалы түрдегі күрделі конструкциялар үшін, мысалы, автомобильге отынды беруге арналған конвенциялық шам немесе бөлшектердің түрлі секциялары әр түрлі жылдамдықпен қызады! Бұл пеш қыздырылатын әр түрлі аймақтардағы температуралардың параметрлерін анықтау кезінде қағидалы мәнге ие, ол өз кезегінде, дәнекерленген бөлшекті алу үшін пайдаланылады.



7.7-сурет. Қалыптастырушы атмосферада үздіксіз конвейерлікештегі болат желілерді дәнекерлеу кезіндегі стандартты термограмма.

Таза мыс 1083°С жағдайында балқиды; алайда мыстың көптеген түрлерінің құрамында ұсақ қоспалардың бөлшектері болады, әдетте, оның мөлшері 0,1% басталады және олардың болуы материалды балқыту температурасына оншалықты әсер ете де қоймайды. Қалыптастырушы атмосфералардағы болат бөлшектерді дәнекерлеу үшін қолданылатын мыс пастасындағы мыстың балқу диапазоны шамамен 1082°С-1086°С тең болатындығына да назар аудара кеткен жөн.

Отырғызылатын материалдың балқуы және болат бөлшектердің бетіне ағуы 1086°С оншалықты аса қоймайтын температура жағдайында болуы тиіс. Бұл мақсатқа қол жеткізу үшін әрбір ыстық аймақтардағы реттеуіштерді орнату жеткілікті мөлшерде ыстық температура жағдайында жүзеге асырылуы тиіс, бұл дәнекерлеу кезінде бөлшектің құрамына енетін компоненттердің кем дегенде 1087°С шамасындағы температураға қол жеткізуіне кепілдік беретін болады. Осыған қарамастан, *компонентті қыздыру жылдамдығы* оның салмағына байланысты анықталады.

Егер бөлшектің жекелеген компоненті ұзақ уақыт көлемінде өте ыстық қалпында қалдырылатын болса, балқыған мыс одан ағып кетеді, ал оның бір бөлігі мыс компоненттің ішіне енген кездегі кристаллиттер аралығында зақымдалуы мүмкін. Осының салдарынан компоненттердің барлық бөлшектер бөлігінің қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу температурасына қол жеткізе алатындай етіп орналасуын қамтамасыз ету қажет және олардың бәрі бір мезгілде жүзеге асырылғаны дұрыс және бөлшектер пештің ыстық аймағынан кеткенге дейін және суи бастағанға дейін қысқа уақыт ішінде жүргізілгені жөн.

Стандартты жағдайларда пештің ыстық аймағының ұзындығы 2750 мм құрайды, егер лентаның жылдамдығы 250 мм/мин құрайтын болса, онда компоненттің ыстық аймақ арқылы өтуі үшін 11 минут қажет болатындығы түсінікті.

Бұдан басқа, 1 аймақтағы температураның 1070°С межесінде орнатылғандығына қарамастан, бұл аймақта температура градиенті бар, ол аймақ басталғанға дейін шамамен 400°С басталады және 2 аймақ басталған нүктеге дейін 1070°С межесіне қол жеткізеді. Дәл осылай, конвейерлік пештің соңғы ыстық аймағы да 20% -25% шамасындағы нүктеден салқындату градиентіне ие болады.

Пеште дәнекерлеу бұл аймақтың *шығу басынан* біршама ерекшеленеді. Балқыған мыстың капиллярлық ағынының орташа жылдамдығының шамамен секундына 20 мм екендігін көрсету оншалықты қиын емес. Осылайша, тіпті, отырғызылатын материал балқыған-нан кейінгі қо-

сылыстың ұзындығы 50 мм болғанның өзінде, бұл небәры 2,5 секундқа жуық уақытты алады, бұл аралықта материал екінші материалға бірігетін нүктеге дейін ағады. Көрсетілген уақыт аралығында және лентаның ұзындығы 250 мм/мин болғанда, бөлшек шамамен 10,4 мм орын ауыстырады.

Бұл жерден бөлшектің барлық құрамдас бөліктерінің бірнеше секунд межесінде ғана дәнекерлеу температураға жетуінің қажеттігі түсінікті бола түспек, яғни бұл уақыт аралығы олардың пештің ыстық аймағынан өту кезеңін қамтиды, былайша айтқанда, олар бұл аймаққа кірер алдында, салқындатушы градиент басталған аймақтағы нүктеге қалай қол жеткізгендіктері көрініс табады!

7.5 Вакуумдық пісіру

7.5.1 Кіріспе

Пеште дәнекерленетін затты талқылаудың көрсетілген нүктесіне қол жеткізе отырып, кітапта туындайтын мәселе бұл жерде де орын алады, ол қатты дәнекердің көмегімен дәнекерлеу процесінің негізін енгізу мәселесіне қатысты, былайша айтқанда «Аталған мәселені оқып-үйренуге біз қаншалықты көңіл бөлуіміз қажет?» деген сауалға жауап іздестіріледі. Бұл сұрақтың туындауы қатты дәнекер арқылы вакуумдық пісірудің бірқатар мамандандырылған қосылыс технологияларына арналған және кең ауқымда қолданылатын процесс екендігін көрсетеді, оның негізгі қағидалары мен технологиялары процестің практикалық тәжірибесіне терең бойлауға негізделген және ол дәнекерлеу кезінде жаңа бастап келе жатқан адамдарға тән үрей пайда болатындығын көрсетеді, және дәнекерлеу кезінде жаңа үйреніп жатқан тұлғаның өзі осы деңгейге ұмтылар болса, олар өздерін жоғары білікті мамандар деп есептейді, алайда оның негізін біле бермеуі мүмкін. Автор бұл әлеуетті проблемамен өз әріптестерінің бірқатар санымен реттеледі, бұл ретте дәнекерлеу туралы ілімді бірнеше жылдар қатарынан алып келе жатқан білімдерін пайдалану туралы сөз қозғалады. Бұл әңгімелердің нәтижесі келесі бөлімнің негізін қалап берді. Оқырмандардың бөлшектену деңгейінің олар үшін жеткілікті екендігі пән мұғаліміне түсіндірілді. Бұл қызықты бір тақырыпқа байланысты өлең, не мәтінді қызықты тақырып та айтылмай қаласың.

7.5.2 Процеске және пайдаланылатын қоспа материалдарға ескертпелер

Қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу, шын мәнінде, дәнекерлеу кезінде пайдаланылатын барлық қыздыру әдістерінің ішіндегі техникалық тұрғыда ең күрделісі болып табылады. Бұл көзге көрініп тұрған кемшілік дәнекерлеудің бұл түрінің қатты дәнекердің көмегімен, *флюс не болмаса қалпына келтіру атмосферасынсыз* тот баспайтын болат және өзге де осы секілді материалдарды біріктірудің тиімді тәсілі болып табылатын жоғары температралы процесі болып табылатындығымен түсіндіріледі. Оның негізгі басымдықтарының бірі вакуум-дәнекерлеу элементтері пештен алынғаннан кейін тазалауды қажет етпейді, бұған қоса, ол бір мезгілде бірнеше дайындамада бірігулердің үлкен көлемін жүзеге асыра алады немесе оған балама ретінде пешті тиеуді жүргізуге болады, ол қажет болған жағдайда бір немесе бірнеше бірігулер арқылы жүзеге асады, бұл ретте ұсақ элементтердің үлкен мөлшерінің әрқайсысы пештің бір циклінде дайын болуы тиістігіне сүйенеді.

Вакуумды пештер он тоғызыншы ғасырдың соңында әзірленген және жобаланған. Осыған қарамастан, бұл жүйелер негізінен зерттеу жұмыстары мен әзірлемелер үшін жобаланған еді және олар коммерциялық мақсатта пайдалануға арналмады. Алғашқы коммерциялық пештер өнеркәсіпте 1920 жылдардың соңында пайдаланыла бастады. Алғашқы вакуумды жүйелер ыстық қабырғалары бар реторталар болған еді, мұнда вакуум тек жылуға төзімді металл ретортаның ішінде ғана генерацияланатын. Пеш компоненттермен толықтырылғаннан кейін ретортаның ішіндегі ауаны сорып алатын және егер кейінгі қатты дәнекердің көмегімен дәнекерлеу қажет болатын кейінгі процесте жоғары температураны пайдалану қажеттігі туындаған болса, реторталар ішінара инертті газбен толтырылды және мықты етіп жабылып, пешке орналастырылды. Инертті газ ретортаның өздеріне қатысты температуралардың комбинациясы есебінен болатын коллапсты болдырмау, сонымен қатар дәнекерленген реторталар технологиялық циклдің барлық кезеңінде ұшырасатын атмосфералық қысымды теңестіру үшін пайдаланылды. Ретортаны қыздыру циклінің соңында оларды пештен алатын, және салқындату үшін бір жағына орнатылатын. Жалпы алғанда, бұл - өте қарапайым және әлеуетті «қиындықтары да жоқ емес» рәсім, менің ойымша және менің бұл пікіріммен сіздер келіседі деп ойлаймын.

Заманауи жоғары температуралы дәнекерлеуге арналған вакуумды пештер жеңіл бөлшектерді, көбінесе, жаңа әзірленген әскери ұшақтардың реактивті қозғалтқыштарындағы жоғары температура жағдайында пай-

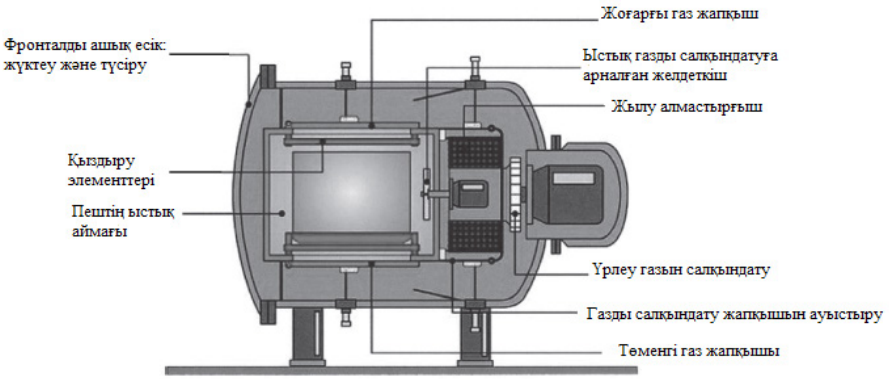
далануға арналған өте күрделі конструкцияларда пайдалану үшін Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде әзірленген болатын. Мұндай құрылғылар қазіргі уақытта бірнеше түрлі түрлерге байланысты қолжетімді, ал вакуумды пештің негізгі фронталды жүктемесі 7.8-суретте көрсетілген.

7.5.3 Бір камералы вакуумдық пеш пішіндері

Бір камералы вакуумдық пештерді үш түрлі формаға бөлуге болады:

1. Камералық пеш жүйелері (көлденең жүйелер, алдыңғы жағынан жүктеледі)
2. Төменгі жүктемесі бар жүйелер (вертикалды жүйелер, төменгі жағынан жүктеледі)
3. Шахталық пеш жүйелері (Вертикалды жүйелер, жоғарғы жағынан жүктеледі)

Вакуумды камерасы бар пеш жүйелері көлденеңінен алдыңғы жақтан жүктеледі және олар әлемде өте жиі қолданылады (7.8-сурет). Пештердің бұл секілді жинақы түрлері шеберхана төбесінің биіктігіне, іргетасына және басқа да пеш конструкцияларының қолда бар типтерінде кездесетін кранды жүктеу жүйелеріне байланысты орнатылатын орнына қандай да бір жоғары талаптар қоймайды.



7.8-сурет. Стандартты жерге қойылатын фронталды жүктемесі бар дәнекерлеуге арналған вакуумды пеш. Бұл үлгі газды салқындатуға арналған арнайы салынған жүйеден тұрады. (Иллюстрация SchmetzGmbH, D-58708, Menden, Германия тарапынан ұсынылды.)

Төменгі жағынан жүктелетін вакуумды пештерді (7.9-сурет) көбінесе үлкен, осьтері симметриялы компоненттерді жылу мен өңдеу үшін пайдаланады. Мұндай жүйелер, негізінен, әуе ғарыш өнеркәсібі үшін қозғалтқыш бөліктерін өндірушілер тарапынан жиі қолданылады. Жоғары инвестициялық шығындармен қоса, бұл жүйелер цехтің биік болуын және тиеуге арналған крандардың да белгілі бір биіктік шегінде болуын қажет етеді.
Шахта жүйесінің вакуумды пештері (7.10-сурет) жоғарғы жағынан жүктеледі, олар термоөңдеу операцияларында сирек кездеседі. Бұған қоса, олар диаметрінің ұзындығына қатынасы өте жоғары, мысалы, экструдерлердің сырмалары мен шнектеріндегі, компоненттерді термоөңдеу барысында жиі қолданылады. Мұндай жүйені орнату көбінесе шеберхана еденіне жасалған арнайы шұңқырларда жүзеге асырады.

7.9-сурет. Төменгі жүктемесі бар вакуумды пештің тамаша мысалы. (Иллюстрация SchmetzGmbH, D-58708, Menden, Германиятарапынанұсынылды.)

Алайда, аэроғарыш саласы, өнеркәсіп жұмысының қарқынды түрде белең алуына байланысты, жоғары беріктікке және тотықтануға төзімді қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу аз талап етіле бастады, мәселен, әр түрлі материалдар арқылы біріктіру жұмыстары. Бастапқыда бір немесе бірнеше платиналы металдар тобын құрайтын материалдардан тұратын дәнекерлер қолданыла бастады, себебі конструкцияға қатысты барлық талаптарды қанағаттандыра алды, сөйтіп олар

Дәнекерленген бөлшектердің ыстық газға қатысты қажетті мөлшердегі беріктігін, созылмалылығымен коррозиялық тұрақтылығын қамтамасыз ететін болады. Алайда, біртін келе олардың қасиеті, бағасын айтпағанның өзінде, әскери мақсатта қажет болып табылатын дәнекерлеу қосылыстарымен жүргізілетін барлық жұмыс түрлері үшін жарамды болмай шықты.

Сол себепті, қатты дәнекерлеуге арналған вакуумды пештердің даму және пайдалану мүмкіндіктеріне орай, олардың көлемі және қажетті отырғызу материалдарын әзірлеумен айналысатын жалдамалы американдық дәнекерлеу материалдары әзірлеушілірінің саны арта түсті. Бұл зерттеу салыстырмалы түрде қымбат емес отырғызу материалдарының әзірленуі мен аяқталды, қазіргі кезде олар никельнегізіндегі жоғары температуралы

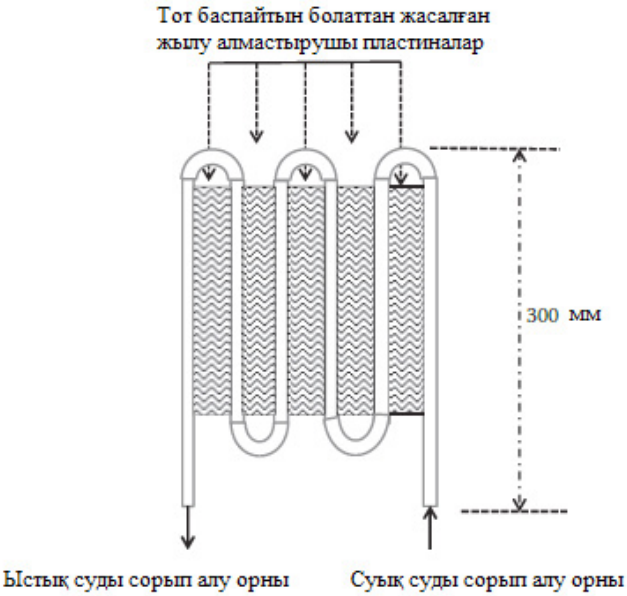
7.10-сурет. Жоғарғы жүктемесі бар вакуумды пештердің стандарты мысалы. (Иллюстрация SchmetzGmbH, D-58708, Menden, Германия, тарапынан ұсынылды).

балқымалар ретінде сипатталып жүр (4-тарауды қараңыз).
Жоғары темпера туралы вакуумды дәнекерлеу үлкен мөлшерлі жүк түсетін конструкцияларды дәнекерлеу кезінде тиімді екендігін көрсетті және олар кең ауқымды материалдар межесінде келесі салаларда табысты қолданылуда:

• Аэроғарыш өнеркәсібі
• Жылу алмастырғыштар өндірісі
• Тамақ өнеркәсібі
• Хирургиялық құралдар өндіру
• Гидравликалық және пневматикалық құрылғылар.

Пештегі біркелкі қыздыру мүмкіндігі жылу кернеуі ең төмен деңгейде ұстайды және өңделетін бөлшектердің деформациялануын да бірқалыпты ұстап тұрады. Материалдың негізгі қасиеттерінің қайта жандануы алдын-ала және кейінгі термиялық өңдеу кезінде де жүзеге асырылуы мүмкін (күйдіру кернеуінсіз немесе ол болмаған жағдайда).
Қатты дәнекер арқылы жоғары температуралы вакуумды дәнекерлеудің басымдығы қосылыстардағы тотығу процесінің вакуумның қатысуымен төмендеуі мүмкін екендігіне, ал инертті газдың дәнекерлеуден кейінгі салқындату үшін пайдаланылатындығына негізделеді. Бұл қатты дәнекер арқылы дәнекерлеудің ең тар саңылауын пайдалануға мүмкіндік береді, ол өз кезегінде қосылыстарда аса жоғары беріктікке қол жеткізу үшін қажет. Бұл пайдалану кезінде айтарлықтай жүктемеге ие болатын бөлшектерді дайындау кезіндегі маңызды фактор болып табылады.
Дәнекерлер әр түрлі ауқымдағы формалар түрінде алынуы мүмкін, мәселен жабынды, ұнтақ, паста немесе ұнтақтан жасалған сығымдалған бөлшек ретінде. Вакуумды пештегі өздігінен тазалану әсеріне қарамастан, қосылған дәнекер жалғамалары пешке орналастырылар алдында кір мен ластан, бөгде заттардан тазалануы тиіс.
Қатты дәнекер арқылы дәнекерлеудің вакуумдық пештегі өздігінен тазалану әсері беткі жазық пен олар орналасқан негізгі материалдардың оксидтері арасындағы жылуды кеңейту коэффициенттерінің айырмашылығына байланысты туындайды. Кеңеюдің әр түрлі жылдамдығында туындайтын кернеу тотықты жабындының бүлінуіне әкеліп соғады. Оксидті жабындыдағы беткі сызаттар балқытылған отырғызу материалының бастапқы материалдың бетінде жол салуына әкеліп соғады, осылайша, ол оны ылғалдандырады және бастапқы материалдың үстімен ағады, *бірақ оның ағуы оксидті жабындының астында жүзеге асырылады.* Бұл әсер аталған жабындыны тез кетіреді, себебі ол балқы-

тылған отырғызу материалының үстіңгі бөлігінде жүргізіледі.
Қарапайым дәнекерлеу операцияларында сұйық отырғызу материалын суытуға мүмкіндік беріледі, сондықтан балқытылған отырғызу материалының қатаюы орын алуы мүмкін. Қарапайым дәнекерлеуден айырмашылығы, дәнекерлеудің вакуумды температурада жүзеге асырылуы бірқатар уақыт межесінде жүзеге асырылады, сөйтіп ол ылғалдандыру әсерін түзеді, бұл, өз кезегінде, отырғызылатын материал мен негізгі металл арасында диффузияның пайда болуына әкеліп соғады, және соның салдарынан берік қосылыс түзіледі.
Бұл жағдайдың негізгі басымдығы қосылыстағы отырғызу материалының қайта балқу температурасының бастапқы отырғызу материалының ликвидусының температурасынан жоғары болатындығына байланысты түсіндіріледі. Бұл дегеніңіз, қосылыстың қатты дәнекер арқылы дәнекерлеудің бастапқы температурасынан жоғары температура жағдайында қауіпсіз екендігін білдіреді.



7.11-сурет. Тот баспайтын болаттан жасалған стандарты жылу алмастырғыш. Оны пайдаланған кезде су тот баспайтын болаттан құбырлар арқылы өтеді және құбырдың сумен жанасатын сыртқы жағына бұған дейін дәнекерленген, тот баспайтын болаттан жасалған пластиналардан жылу өткізгіштік есебінен қыздырылады.

Дәнекерленуі тиіс бөлшекті вакуумды дәнекерлеу процесінде олар жиналады және пешке орналастырылады, бұл жұмыс түрінің жақсы мысалы ретінде тот баспайтын болаттан жасалған жылу алмастырғыштар өндірісін қарастыруға болады (7.11-сурет). Берілген жағдайда аусистентті Cr-Ni болаттың негізгі материалы дәнекерлеу материалы ретінде мысты пайдалана отырып біріктіріледі. Мұндай процестің типтік нұсқасы төмендегіше жүзеге асырылады:

1. Пештің вакуумды камерасынан ауаны сорып алу
2. Қыздыру температурасына дейін жылыту (отырғызу материалы солидусы температурысынан, шамамен 30°С төмен)
3. Тиелген материалдың температурасымен теңестіру үшін ұстау уақыты
4. Қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу температурасына дейін жылыту, 1120°С (мыстың 1083°С температурада балқитынына назар аударған жөн)
5. Тиелген материалдың барлық аймақтарында қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу температурасына қол жеткізуге арналған қыздыру уақыты – қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу жүзеге асырылады
6. Вакуумда мыс солидусының нүктесінен төмен температураға дейін суыту. Қорыту газының артық қысымын немесе құрғақ азот пен аргон түзілу үшін қажетті қысымды пайдалана отырып, пештен алу температурасына дейін жылдам салқындату.

7.12a-суретте тот баспайтын болаттан жасалған дәнекерлеу жылу алмастырғыштарына арналған пеш бағдарламасының форматы көрсетілген, ал қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу операциясы кезіндегі жағдайлар 7.12b-суретте көрсетілген.

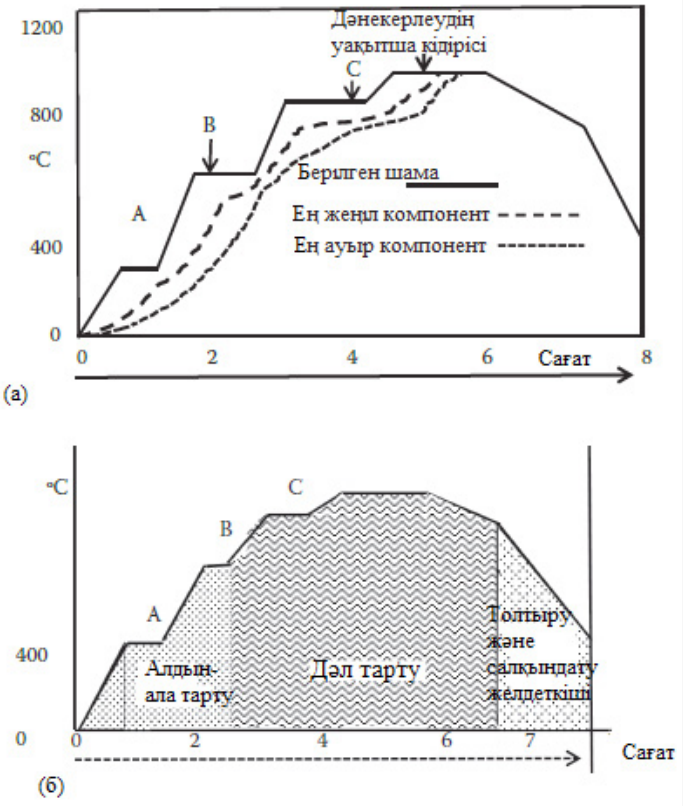
7.6 Вакуумдық дәнекерлеу процесінің параметрлері

7.6.1 Пештің вакуумдық камерасынан ауаны тартып шығару

Кез келген үздік дәнекерлеу процесін жүргізу кезіндегідей, дәнекерлеу жағдайында таза және ылғалдандырылған беткі қабаттың болуы маңызды, оған сәйкес қосылыстарды біріктіру температурасы қатты дәнекердің көмегімен дәнекерлеу температурасына жетуі тиіс. Осыған дейін аталып өтілгендей, қатты дәнекердің көмегімен дәнекерлеу процесі негізгі материал (материалдар), сонымен қатар тиісті оксид жабындылары арасында болатын дифференциалды жылу кеңейту механизмі есебінен

беткі қабаттың тиісті сапасын қамтамасыз ететін болады. Негізгі материал және отырғызылатын металл материалдар дәнекерлеу операциясының табыстылығын қамтамасыз ету үшін қажетті вакуум деңгейін анықтайды.

7.11-суретте көрсетілген жылу алмастырғыштарды дәнекерлеу процесі жұқа вакуумды атмосферада өтеді. Алдымен ротор сорғысы төмен вакуумды генерациялау үшін пайдаланылады (1000 бастап 1 мбар дейін), одан соң вакуумды сорғы қажетті жоғарғы вакуумды генерациялау үшін қолданылады (1 бастап 10^{-3}мбар дейін). Қатты дәнекермен дәнекерлеуді



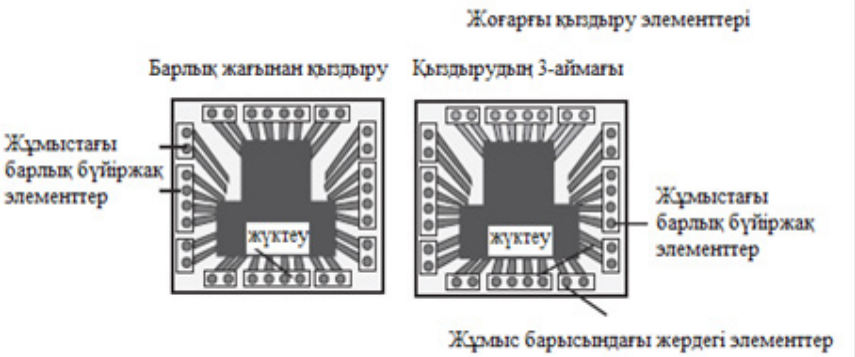
7.12-сурет. (а) Бірнеше әзірлемедегі тиеу кезінде вакуумды пештің стандарты циклі және (б) технологиялық цикл барысында пешіндегі вакуумның таралу жағдайы. A: Газдардың бөлінуі, мысалы, біріктіргіш заттарды салған кезде; B: Бу ағынды сорғының жұмысының басталуы, мәселен, 600°C температура жағдайында; C: Компоненттердің температураларын теңестіруді қамтамасыз ету үшін саб-солидусты тежеу.

өңдеу үшін (мысалы, никель негізіндегі дәнекермен), жоғарғы вакуум көбінесе қажет болуы мүмкін (10^{-3} бастап 10^{-6}мбар дейін). Мұнда диффузиялық май сорғылары пайдаланылады.

7.6.2 Материалды теңестіру температурасына дейін қыздыру

Барлық тиелген материал сәуле арқылы қыздырылады. Барлық элементтердің жинақы тиелгеніне байланысты, пеш элементтерінен бөлінетін жылу сәулесі барлық жағынан тиісті қыздыру деңгейіне дейін жетуі қажет (7.13-суретті қараңыз).

Әрине, радиациялық қыздыру әрқашан тиелген материалдың сыртқы жағынан басталады және пеш тиемесінің құрамындағы компоненттерден оның беткі жағына қарай бағытталады. Соған қарамастан, суретте көрсетілген жағдайда, пеш оның жоғарғы жақ бөлігінде орналасқан қыздыру элементтерін сөндіру негізіндегі қарапайым тәсіл арқылы үш немесе төрт бағытта жүргізілетін құрылғыға ие болып табылады.
Стратегиялық тұрғыда орналастырылған термобу абсолюттік орындалу және процестің сенімділігін қамтамасыз ету үшін қолданылады. Компьютерді басқаратын оператор температура көтеріліп кеткен жағдайда пештегі температураның профилін тексеруге арналған термобу қатарының көмегімен процесті реттеп отырады. Тұрақтандырылған қыздыру термобулары қыздырғыш элементтерге жақын орналастырылған, ал



7.13-сурет. Жақсы жобаланған вакуумды пештегі қыздыру элементтерінің орналасуы қажет болған жағдайда пешке тиелген материалды қыздыру деңгейінің икемділігін қамтамасыз етеді (Иллюстрация Schmetz GmbH, D-58708, Menden, Германия, тарапынан ұсынылды).

әзірлемелерде орналастырылғандары тиеудің кез келген ыңғайлы нүктесіне ауыстырылуы мүмкін. Соған қарамастан, олардың орналасуы көлденеңінен және осы кезең көлемі аясында жоғарылай беретін термограмманы оңай көруге болатындай етіп жүзеге асырылуы тиіс.

7.6.3 Дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру

Материалдың ортасындағы термобу оның қыздыру температурасына жеткендігін көрсететін болса, бұл барлық материалдың отырғызылатын материал солидусының температурасынан біршама төмен температура жағдайында екендігін білдіреді, және компьютерлік бағдарлама қатты дәнекер арқылы дәнекерлеуге арналған температураның автоматты түрде қыздырылуын қамтамасыз ететін болады.
Қыздыру температурасы мен қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасының арасындағы жойылуы тиіс айырмашылықтың салыстырмалы түрде көп емес екендігіне қарамастан, материалдың сыртқы аймақтарының орталық аймақтардағы дәнекерлеу температурасына жеткізілуіне ұмтылу қажет. Әзірлеменің термобулары барлық тиелген материалға қатысты температураның толық бейінін көрсетеді. Тиімді ұстау уақыты қысқа мерзіммен шектелуі тиіс. Бұл негізгі материалдың микроқұрылымында қандай да бір күрделі өзгерістердің туындауына жол бермейді, сонымен қатар процестің жалпы ұзақтығының анағұрлым тиімді болуын қамтамасыз етеді.

7.6.4 Вакуумды салқындау

Мыстан жасалған отырғызу материалы 1083°C температура жағдайында еріп болғаннан кейін қатты дәнекер арқылы дәнекерлеудің барлық фазасы көлемінде сұйық қалпында сақталады. Отырғызылатын материал ағып болғаннан кейін және қосылыстар құрылғаннан кейін, қыздыру элементіне берілетін электр энергиясы сөнеді. Тиелген материал отырғызылатын материал солидусының температурасынан сәл төмендеу деңгейге дейін суытылады. Материалдағы жылу екі қабатты қабырғалары бар пештің ішкі салқын бөлігінде өте баяу бөлінеді. Отырғызылатын сұйық материалдың қажетсіз қозғалыстары мен компоненттердің деформациялануына жол бермеуге болады, ол үшін алдын-ала жоспарланған *салқындатудың баяу жылдамдығы* тәсілін пайдалануға болады.

7.6.5 Тез салқындау

Термобулар тиелген материалдың отырғызылатын материал солидусының нүктесінен төмен таңдалған температурадан біршама бұрын салқындағандығын көрсететін болса және осылайша оның жылу алмастырғыштың барлық қосылыстарында қатаюы жүзеге асырылатын болса, тез салқындау тарту газының артық қысымымен автоматы түрде пайда болуы мүмкін. Бұл мақсатқа қол жеткізу үшін пешті азотпен жағады, әдетте, 1,5 бар (абсолюттік) қысымға дейін. Желдеткіш салқындату блогы салқындаған газағынын туғызады, ол жылу энергиясын материалдардан ашық бүйіржақ қыздырғыш қақпақшалар арқылы газ-су-жылу-алмастырғыштың ішкі блогына қарай кері бағытта жібереді. Бұл кезде, пеш ішіндегі газдың циркуляциясы тоқтатылады және пештің есігін ашуға болады.

7.7 Вакуумда дәнекерлеу туралы қосымша жалпы мәліметтер

Бастапқы кезден-ақ, вакуумды дәнекерлеу - 1000°С деңгейінде немесе көбінесе, одан жоғары деңгейде болатын температураларды пайдалануға арналған мамандандырылған пештерді қажететін процесс екендігін естен шығармаған жөн. Оқырмандар пештің бұл түрін құрал-жабдықтарға арналған болатты термиялық өңдеуден өткізетін вакуумды пештермен шатастырып алмауы қажет. Бұл секілді жағдай жұмыстың осы түріне арналған пештердің, әдетте, тот баспайтын болатты дәнекерлеуді табысты жүргізуі үшін қажетті қорғанышты қамтамасыз ете алмайтынды ғына байланысты. Өте сирек кездесетін жағдайларды қоспағанда, қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу топтық процесс ретінде қарастырылады, онда барлық отырғызылатын материал жинаққа біріктіріледі, одан соң жүктеушіге бөлшекті орналастырады, ол бөлшектің пешке жылдам енуін қамтамасыз ету мақсатында жүргізіледі. Осыдан кейін пештің есіктері жабылады, пеш іске қосылады, және толық автоматтандырылған және компьютермен басқарылатын процесс активацияланады. Осыған дейін көргеніміздей, пештің стандарты циклінің жалпы форматы.12а және Ь суреттерде берілген, және бұл жерде ауаның қалыпты қысымымен салыстырғанда, вакуумға анағұрдым жақын, қысыммен байланысты қандай да бір нәрсені жасау үшін пеш шегінде сорғыларды пайдалану жүзеге асырылады, олар конструкцияның және пеш конструкциясының маңызды ерекшеліктері ретінде іске қосылады.

7.11 және 7.12 а және б-суреттерде көрсетілген жылу алмастырғыштарды дәнекерлеуге байланысты күрделі рәсім пештің ішінде орын алған жағдай-

да, вакуумның және осы процестің өзге де параметрлері қарастырылып отыр. Соған қарамастан, бірқатар жағдайларда осындай жұмыс түрлеріне арналған пеш отынның, қыздырудың ерте кезеңдеріндегі таза аргонның ішкі айналымын ұйымдастыру үшін жұмыс жүктемесіндегі электрлік жолмен қыздырылған элементтердің жылу берілу деңгейінің төмендігін жоюға бағытталады. Әрине, компоненттер газ температурасына дейін қыздырылғаннан кейін ол сығымдаушы сорғының көмегімен пеш камерасынан алынып тасталуы тиіс.
Әдетте вакуумды пештерде сорғының екі түрін орнатады:

1. Тиелген пештің есігі толық жабылғанға дейін пеште қалған ауаның 90% -95% жоятын бастапқы сорғылар. Сорғының осындай ротациялық поршеньді түрі ауа үрлеу мен сәйкестендіріле отырып жұмыс істейді.
2. Дұрыс жұмыс істейтін сорғы құрылғысы қатты дәнекерлеу арқылы дәнекерлеу кезеңі бойындағы қысымды сақтайды. Бұл жүйе жеке форвакуумды сорғысы бар диффузиялық сорғыдан тұрады және пештегі қысымды кем дегенде 30×10^{-3}ммс.б. және одан төмен мөлшерде ұстайды, алайда үздік сапа нәтижелеріне қол жеткізу үшін бұл көрсеткіш шамамен 1×10^{-3}ммс.б. немесе одан артық мөлшерде болуы тиіс!
Заманауи вакуумды пештер тарту арқылы секундына 1000 литрге дейін газды сорып ала алатындығына көз жеткізуден артық керемет жоқ. Бұл көрсеткіш қазіргі кезде қолданылатын басқа да кез келген үрлеу тәсілі арқылы қалдықтарды алу жылдамдығынан анағұрлым арттыра түсетін болады.
Оқырмандар мынаны түсінуі қажет, мәселен, 600°С шамасындағы жылы газдар сығымдау сорғысы арқылы алынып тасталатын болса, онда диффузиялық сорғылар ыстық газдың айтарлықтай көлемді мөлшерін өңдеу қажет болған кезде айтарлықтай шығын келтіреді. Шын мәнінде, олар қандай да бір газ сөндірмелерімен жұмыс істеуге бағдарланған, олар, өз кезегінде, пеш ішіндегі изоляциядан да туындауы мүмкін, ал жұтылу кезеңі уақытында ол өндірістік циклдер аралығын да ауа үшін ашылады және бұл ауа пешке кез келген кішкентай саңылау арқылы да сорылуын қамтамасыз етеді, ал оның ішкі қысымы қалыпты атмосфералық қысым жағдайындағы шағын ғана бөлшек болып табылады.
Вакуумды дәнекерлеудің жаңа циклін әзірлеу кезінде, пешке жүктеме түсіретін, өңделетін бөлшектердің отырғызылатын материал балқыған және аққан кезге дейінгі температураға жақындаған кезде жеткілікті мөлшерде бір мезгілде қыздырылғандығын қамтамасыз еткен жөн. Бұл бізді «Шығару жылдамдығы» деп аталатын жиі пайдаланылатын терминнің нақты мәнін түсіндіру үшін қажет.
Ең алдымен, берілген жұмыс жүктемесіне арналған шығару жылдамдығын

анықтау үшін, ең адымен, қыздыру процесінің соңғы кезеңінде қажет болатын температураның жоғарылауын өлшеу тәсілімен жүзеге асырылады, бұл пештегі барлық компоненттер ғана емес, басқаларыныңда процесі аяқтаған кезде тиімді дәнекерленгендігін көрсетеді, себебі ол процестің толық циклі көлемінде пайдаланылған пеш ішіндегі температуралық профильде автоматы түрде өзгертілген жүктеменің мөлшері дұрыс екендігін көрсетеді.
«Шығару жылдамдығы» деп аталатын бұл өмірлік маңызы бар параметрдің Цельсий градусымен солидке жылдам немесе бір мезгілде (б) жететін отырғызылатын материал (барлық бөліктерге орналастырылған) біріктіруге арналған температураға қол жеткізілгеннен кейін (а) аралығындағы қыздыру температурасы ретінде анықталады.
Әрине, қандай да бір бөлшекті шығару жылдамдығы жинақталуы пештің жылыну көзіне жақын жерде жүзеге асырылатындықтан, қашықтыққа байланысты ауытқып отыратын болады. Табысқа қолжеткізудің құпиясы жылудың барлық бөлшектерге немесе үлкен бөлшектің кең таралымда орналастырылған заттарына қол жеткізе отырып, бірінен соң бірі бірнеше күн көлемінде дәнекерлеу температурасына қол жеткізуі мен байланысты болып табылады! Шын мәнінде, бұл қарапайым тәжірибе, оған сәйкес, екі термоэлементті орналастырудың қарапайым тәсілі арқылы жұмыс нүктесіндегі термоэлементті орналастыруға негізделген экрандау мүмкіндігі жүзеге асырылады, олар материалдың ең күтілетін ыстық жеріне жақын тұр, ал екіншісі – ең салқын жерге қарай орналастырылған.
Көрсетіліп отырған фактор маңызды болып есептеледі, себебі ол дәнекерлеу операциясының жүргізілуіне жауапты инженерге температура көрсеткіші дәнекерлеу температурасынан жоғары болған кезде қыздырғыш элементтердің шығу қуатының автоматы түрде қатты дәнекерге бір мезгіл де азды-көпті ұсынылуы үшін құрастырылады.
Оқырмандардың қайта реттеу әдісінің отырғызу материалдарының бірқатар түрлеріне байланысты тиімді қолданылуы мүмкін екендігі жөнінде ескертілгендері жөн. Соған қарамастан, қайта реттеуге, әдетте, аэроғарыш тәжірибесінде рұқсат етілмейді. Бұл көп жағдайда оның қосалқы бөлшектердің жекелеген бөліктерінің кез келген кейінгі термиялық өңделуі кезінде қиындық тудыруы мүмкін екендігімен байланысты болуы мүмкін.
Шығару жылдамдығы әсіресе никель негізіндегі жоғары температуралы балқымаларды таңдау кезінде жұмыс үшін қолданылатын отырғызу материалына анағұрлым жарамдылығымен маңызды болып табылады. Бұл берілген материалды балқыту үшін және оның ағуына мүмкіндік беретін температура деңгейінде қашанда негізгі материалмен реакцияға түсетін және осылайша оның құрамымен ағу сипаттамасын өзгертетін

мүмкіндігінің болуымен байланыстырылады, себебі ол өзі ағатын негізгі материалдың бір бөлігін балқытып жібереді. Егер осындай жағдайдың туындау мүмкіндігі орын алатын болса, таңдалып алынған отырғызылатын материалдың құрамында бор болуы тиіс. Егер бұл шешімі беткі қабаттар арасында отырғызылатын материалды орналастыру арқылы пайдалануға негізделетін жағдай болса, онда шешім бұл материалдардың өзара біріктірілуіне негізделетін болады (яғни, сэндвич-қосылыс пайдаланылады). Мұндай жағдайдың орыналуы нәтижесінде белгілі бір қашықтықта балқыманың ағу қажеттілігі жойылады және соның салдарынан, оны тиісті миллиметр немесе соған жуық мәннен аспайтын мөлшерде ағу мүмкіндігін беретін балқыманың көмегімен орындау мүмкіндігі туындайды (10-тарауды қараңыз).

7.7.1 Оксидті жою тетігі

Осы кітаптың барлық тарауларында дерлік беткі жазықтарды дәнекерлеу процестінің табысты аяқталуын қамтамасыз етуге байланысты пікірлер берілген, өзара біріктірілуі тиіс қосылыстар басқа лас заттардың тотықтарынан тазартылған болуы тиіс, сонда ғана отырғызылатын материал балқиды және беткі жазықтықты бойлай ағатын болады. Кез келген басқа техниканы пайдаланған жағдайдағы секілді, вакуумда дәнекерлеу кезінде бұл негізгі ереже өзінің күшін жоймайды. Соған қарамастан, вакуумды дәнекерлеу процесін орындаған кезде, мына сауалға жауап беру кезінде қиындықтар туындайтындығы белгілі: «Оксидті жою механизмі деген не?» өкінішке орай, бұл жабындыларды буландыру немесе еріту мүмкін емес, себебі термодинамикадағы осыған дейін қалыптасқан заңдылықтар бұл жерде де көрініс табады. Әрине, бұл факт қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу комерциялық тұрғыда қол жетімді вакуумды пештерде жүзеге асырылуы мүмкін екендігімен байланысты, тіпті қол жеткізілетін вакуумдағы деңгей тотықтарды диссоциациялау үшін де қажет болуы мүмкін, ол кез келген алдын-ала орналастырылған отырғызылатын материал немесе компоненттің құрамында болады.
Оксидті жабындылардың негізгі металдармен еруі мүмкін екендігі туралы болжамдар жоқ емес, себебі егер мұндай механизм жұмыс істейтін болса, еріген оттегі жергілікті ортадағы отттегімен ауыстырыла алмайды, себебі ол жоқ. Бұл түсінік вакуумде сәтті дәнекерленуі мүмкін барлық негізгі материалдарға қатысты болып табылады, себебі олардың көпшілігі, белгілі болып отырғандай, оттегін тек шектеулі мөлшерде ғана ерітуге қабілетті болып келеді.
Берілген тараудан көріп отырғанымыздай, ең шынайы болып табы-

ларлық жалғыз пікір дің өзі нәтижеге қол жеткізетіндей жағдайларды дәлелдеп бере алмауы мүмкін, яғни балқытылған отырғызылатын материал оксидті жабынға өте кішкентай саңылаулар арқылы да өтіп кетеді, мұндай саңылаулардың пайда болуы оның металл бөлігі мен оксид қабатының арасының дифференциалды кеңеюіне байланысты түсіндірілуі мүмкін. Осыдан кейін, сұйық отырғызылатын материал секілді ол құрамында оксид жоқ дәнекермен байланысқа түседі, нәтижесінде бұл қабат бөлініп қалады!

Осыған дейін айтылып келгендердің бәрін гипотеза деп айтуға да болар еді, алайда егер біз дұрыс бағытта келе жатқан болсақ, пеш ішіндегі қалдық оксидтің деңгейі балқыма ағынының оксидті жабындының астына өту жылдамдығының тиімділігін арттыруда маңызды рөл атқарады, себебі оның жылдамдығы қажетті саңылаулар түзілетін жылдамдықты реттеп отыратын болады.

Сол себепті, қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу кезінде шектік қысым орнайды, ол жағдайда ылғалдандыру жүзеге асырылмайды, және бұл айнымалы, элементтермен байланысты мән отырғызылатын металдарға да, негізгі металдарға да қатысты болып келеді. Сол себепті, оқырмандар үшін кеңауқымда қолданылып жүрген инженерлік металдардың басым бөлігінің вакуумды жолмен дәнекерленгендігі қызығушылық тудыруы мүмкін, ол үшін пеш ішіндегі қысым 0,1 Н/м2 дейін төмендеуі тиіс.

7.7.2 Салқындатылмаған қаптамасы бар вакуумдық пеш

Көріп отырғанымыздай, вакуумды дәнекерлеудің ең ерте мысалдары жұмысты орындайтын металл реторталарды жай ғана пайдалану арқылы жүзеге асырылған. Олар бекітілген, ішіндегі атмосфера тартып алу арқылы шығарылған және ауаны шығарғаннан кейін, құрылғы бекітілген және толық дәнекерленген реторталар қарапайым пешке орналастырылған және қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылған.

Мұндай құрылғылар жайындағы ақпарат қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу туралы тарихи құжаттарда көп мөлшерде кездеседі және сол себепті біз аталған мәселені әрі қарай қазбаламайтын боламыз, себебі, барлық мүдделер мен мақсаттар үшін олар қазіргі кезде ескіріп қалды.

7.7.3 Суда салқындатылған қаптамасы бар вакуумдық пеш

Мұндай пеш типтерінде қыздырғыш элементтер, пластиналардың рефлекторы және жұмыстың өзі суда салқындатылатын вакуумды камераға негізделіп жүргізіледі. Жылжымалы қоршаулары бар, ішкі жылу алмастырғыштармен және циркуляцияны газбен реттеу жылдамдығы өте жоғары күрделі конструкциялар типінде де ол вакуумды камераның ішіне орналастырылады.

Рефлекторлық пластиналар пеш ортасында орналасқан пеш элементтері тарапынан шығарылатын жылуды көрсетуге арналған, және бірнеше молибден қабатынан тұрады. олардың жұмысының тиімділігі қолданыс кезінде орын алуы мүмкін күңгірттену деңгейімен байланысты: егер күңгірттену деңгейі қалың болса, онда пештің жалпы тиімділігі күрт төмендейді, сол себепті күңгірттенудің қандай да бір белгілері алғашқы мүмкін болған кезден-ақ алынып тасталуы тиіс. Шамалы күңгірттену деңгейі пештен ауаны ең төмен номиналды деңгейге дейін үрлеу арқылы кетірілуі мүмкін, және онымен жүргізілетін жұмыс ең жоғары ұсынылатын температура жағдайында орын алады. Кейбір жағдайларда, тазалау, пешке өте таза сутегін енгізу, парциалды қысыммен тазарту операцияларының да тиімділігі болады, олар кетуі қиын оксидтердің әсерін диссоциациялы-еріту тәсілі арқылы қысқартады.

Егер жоспарланып отырған жұмыс температурасы 1400°С жоғары болса, радиациялық-қалқанды пештерді пайдалану қажет болады. 1400°С төмен температурада бұл процесс қалыпты жағдайда оқшауландырылған пештерде жүзеге асырылады, мұнда жылудың оқшауланууы молибден құрамдас отқа төзімді қабаттың жиі пайдаланылуымен қол жеткізіледі. Бұдан басқа, пештің мұндай типі қатты дәнекер арқылы қарапайым вакуумды дәнекерлеу үшін тиімді болып есептеледі, себебі мұндай жұмыстар үшін көп жағдайда 1250°С айтарлықтай жоғары температура жағдайында пеш жұмысының қажеттілігі туындайды. Осыған орай, сәуледен қорғайтын пештің түрі, ережеге сәйкес, молибден-ванадийден жасалған балқыма, температура жағдайында оны отырғызылатын материал ретінде пайдалана отырып, жүргізу қажет болып табылады.

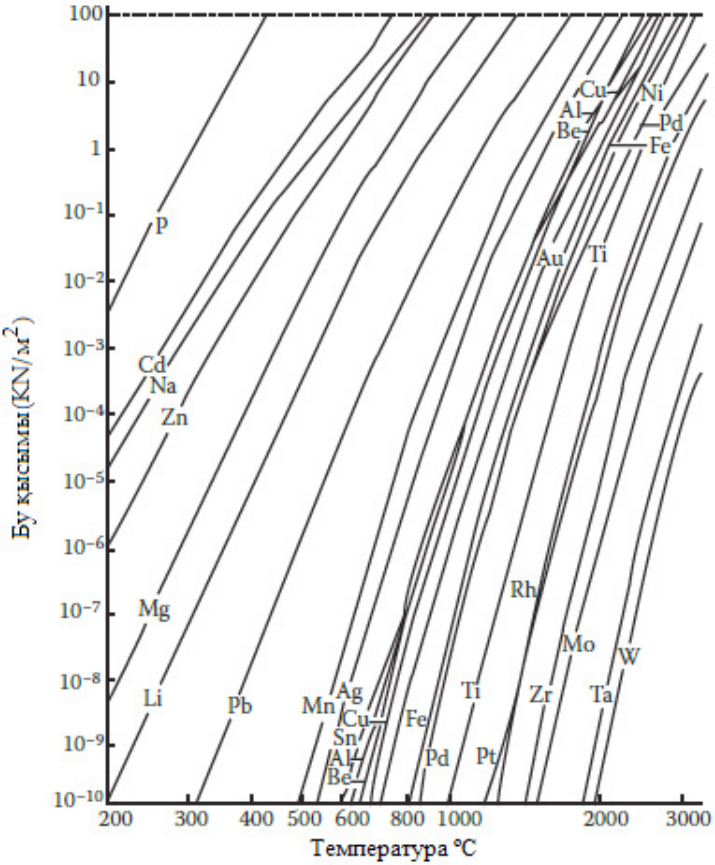
Жоғарыда келтірілген тармақтан белгілі болғандай, вакуумдық пештің ішіндегі ластану оның тиімділігінің айтарлықтай төмендеуіне әкеліп соғатындығы белгілі болып отыр. Осыған орай, ластануды ең төменгі деңгейге жеткізуді қамтамасыз етуге басты назар аудару қажеттігі анық. Мысалы, егер жақпа материалдар секілді бөгде заттар, оның ішінде си-

ликонды майлары немесе жеңіл металдар, мәселен, латунь құрамында болатын немесе қарапайым өнеркәсіптік қолғаптарда болатын мырыш секілді жеңіл металдар өндірістік цикл барысында пештің ішінде қалып қойған жағдайлар кездеседі, нәтижесінде радициялық қалқан жаппай зақымдалды және қымбат тұратын жөндеу жұмыстары және өзге де ақаулықтарды жоюға байланысты көп қаражат шығынына әкеліп соқты!
Жоғарыда айтылып өтілгендей, вакуумды дәнекерлеу пештерінің басым көпшілігінде, қыздыру әрқашан электрлі жолмен қыздырылған элементтерден бөлінетін радиациялық сәулелелер арқылы ғана жүзеге асырылады. Күнделікті қолданыс үшін материалдың негізгі төрт түрі таңдалынып алынды және олардың қайсысы айтарлықтай басым мөлшерде алынатындығы біз сөз етіп отырған пештің жұмыс температурасына байланысты таңдалынып алынатын болады. Мысалы, молибден 1500°С дейінгі температурада, графит 1900°С дейінгі, ал тантал немесе вольфрам 2400°С дейінгі температурада пайдаланылуы тиіс. Соған қарамастан, соңғы екі металдың бағасының қымбат болуына орай, мұндай элементтерді тек арнайы пештерде ғана пайдаланады.
Анағұрлым стандартты құрылғыларда, және қатты дәнекер арқылы дәнекерлеу температурасында ол 1400°С жоғары болуы тиіс, бұл жағдайда графит емес, молибден, материалға сәйкес элемент ретінде қарастырылады, бұл ретте оның бағасының жоғары екендігі де ескерілмейді. Оның жүзеге асырылуы графитпен салыстырғанда, молибденнен алынған элементтердің анағұрлым сенімді болуына байланысты және осының салдарынан олар зақымдалу және ол тек тасымалдау немесе компонентті түсіру кезінде кездейсоқ соғып алу жағдайлары болмаса деформацияға да сирек ұшырайды.
Соңында осы пештерде қолданылатын термобуларды дайындау үшін пайдаланылатын материалдарды таңдау туралы бір-екі ауыз сөз айта кетер болсақ. Мұнда тағы да процестің температурасы қай материалдардың пайдаланылатындығын анықтайды. 800°С дейінгі температурада, әдетте, хромель-алюмель; платина (13% родий-платина, 800°С-1500°С диапазонындағы температура жағдайында) және рений (23% рени-вольфрам, 1500°С жоғары температура жағдайында) пайдаланылады.

7.8 Булардың қысымы

Қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу жұмыстарын сәтті орындау үшін пеш камерасының процесс циклі бойы 0,1 Н/м2 аспайтын қысымда болатындығына көз жеткізіп алған дұрыс. Өкінішке орай, барлық металл элементтер қыздыру кезінде буланып кетіп жатады. Элемент бу-

лана бастайтын нүкте осы элемент қыздырылатын аймақтың температурасы және қысымымен анықталады. Нәтижесінде, булардың қысымы пайда болады, ол берілген элементтің буы оның өзінің жеке буымен тепе-тең жағдайда болған кезде жүзеге асырылады. 7.14-суретте бірқатар таза металл элементтердің температурасына байланысты туындайтын бу қысымы көрсетілген. Бұл суреттен, мәселен, егер таза алтынды 1,3 × 10-3 Н/м2 қосымша қысым жағдайында 1100°С дейін қыздыратын болса, алтынның булана бастайтындығы көрсетілген. Егер температура жоғарылатылған немесе пеш ішіндегі қосымша қысым азайтылған



7.14-сурет. Қатты дәнекер арқылы жүргізілетін дәнекерлеу процесінде кездесетін бірқатар элементтердің бу қысымы және температурасы арасындағы тәуелділік.

болса, алтынның айтарлықтай мөлшері буланып кеткен болар еді және бұл булану, әдетте, пештің анағұрлым салқын аймақтарында орын алуы да мүмкін еді. Сол себепті, қатты дәнекер арқылы вакуумды дәнекерлеу операциясын қарастырған кезде бу қысымы құбылысына баса назар аударған жөн. Осыған орай, егер таңдалынып алынған температура және ұсынылып отырған операцияның қысымы жеткілікті мөлшерде буланuға әкеліп соғатындай болса, онда ультра-таза және құрғақ газдың пешке берілуін қамтамасыз ететіндей парциалды қысымды енгізуге байланысты шаралар қолға алынған болар еді, ондағы мақсат бұл әсерді болдырмау қажеттігін технологиялық цикл барысында мүмкіндігінше ерте анықтау болып табылады.

Көріп отырғанымыздай, жұмысты жылдам салқындату үшін болсын, буланып кету мәселесін жою мақсатында болсын, ішінара қысымды қамтамасыз ету үшін қажетті газдың құрамында оттегінің немесе су буының пайда болуына жол бермеген дұрыс. Бұл күрделі нұсқаулықты, тиісінше қабылдамау, пайдасыз жұмыстарға, сонымен қатар пайдаланылатын болған жағдайда радиациялы экрандардың нашар тотығуына әсер етуі мүмкін, ол нашар тотықсызданады, вакуум пешіндегі материалдарды өңдеу басымдығына байланысты кедергілер кездеседі, сонымен қатар ол вакуумды пеште материалдар өңдеу басымдығы секілді салдарға дұрыс білім беру қажет.

8. Алюминийді дәнекерлеу

8.1 Алюминийді дәнекерлеу технологиясына кіріспе

Соңғы 25 жылдың ішінде дәнекерлеуді құрастырудың өнеркәсіптік процесі ретіндегі қолдануында белгілі бір түбегейлі өзгерістер орын алған және сол өзгерістер ешбір жерде алюминийді құрастырудағы тәрізді ауқымды болған емес. Бұл тарауда неліктен дәнекерлеу ісі алюминийді жинақтау ісінде кеңінен қолданылатындығы талқыланады және осы жеңіл металлды дәнекерлеуге енді ғана кірісіп, дәнекерлеу ісіне әбден үйренбеген және шын мәнінде басқа да өндірісте кеңінен қолданылатын инженерлік металдарды дәнекерлеуден ешқандай айырмашылығы жоқ деп ойлайтын адамға кездесетін қиындықтар туралы айтылады. Өкінішке орай және бұл тарауда айтылатындай алюминий басқа материлдарға ұқсамайды және сәйкесінше оны дәнекерлеу барысында өзге металлдардағыдай емес, өзге тәсілмен өңдеу керек. Алайда, бұл кітапта біз кітаптың барлық тарауларында қарастырылатын дәнекерлеу ісінің басты және іргелі аспектілеріне арнайтындығымызды көрсетуге тырысамыз. Ол әрине алюмийді дәнекерлеу ісінің негіздерін егжей-тегжейлі талқылай алатындығымызды білдіреді және де біз бұл кітапта бұл ойымызды іске асырамыз. Оқырмандарымыздан бұл тараудан көретіндей алюмийді дәнекерлеу ісі прцестің жалпы негіздерінің бірі болып табылатын негізгі анықтамаға жатпайтын бірқатар техникалық ерекшеліктеріне байланысты күрделене түсетін мәселе екендігін көреді және бұл жөнінде мәтінде қысқа ғана қозғалады.

Мәтіннің келесі тармақтары алюминийді және оның қорытпаларын дәнекерлеуге енді ғана кіріскен адамға кездесетін жағдайдың техникалық нақтылығының қысқа сипаттамасын құрайды:

• Жібіту кезінде бастапқы затты қоспа материалымен араластыру шамасы әлеуетті түрде өте жоғары.

• Қоспа материал мен дәнекерлеу үшін қолданылатын алғашқы заттың

құрамдары өте ұқсас.
• Толтырманың ыстық қорытпасының сұйықтай аққыштығы едәуір қысқартылады, себебі ол бастапқы зат арқылы өтеді де құйылатын материалдың бір жартысын ерітіп жібереді.
• Ликвидусты толтырушы температурасы арта түседі, себебі ол өзі ағатын субстраттан алюминийді ерітіп шығарады.
• Қосындыдағы қорытпа уақытынан бұрын қатаюы жиі кездеседі.
• Дәнекерлеу барысында қорытпаны қолданған кезде қоспа біртіндеп қысқаратындыққа байланысты дәнекерлеуге арналған флюстар тар ұзын қосындылардың ішінен қатты дәнекерлеуге арналған ыстық қорытынды ретінде әзірленген жылжымалы ерітілген затпен жеңіл шайылып кете алмайды; оларды қоспанын ішінде ұстап қалуға тырысады.
Осылайша, тек жартылай ғана толықтырылған қоспалар әдеттегі нәтиже беруі мүмкін.
• Қоспаның түріне және дәнекерлеу циклында әзірленген термограммаға байланысты жалғастырғыштың тек біраз жері ғана толтырылған болса да біріктіру жалғастырғышының екі жақ шетінен де жапсардың көрініп қалуы ықтимал.
• Технологиялық саңылау өте тар болады. Ол дәнекерлеу температу расына нақты бақылаудың орнатылуы жалпы процестің сәтті аяқталуы үшін маңызы зор болатындығын білдіреді.
• Технологиялық саңылаудың өте тар болғандығына байланысты қосымша аққыштықты қамтамасыз ету үшін дәнекерлеу барысында қосылатын материалда өте мықты жылытқышты қолдану мүмкін емес.
• Осындайда тек бір ең жақсы әдіс бар, - ол жұмырлау мен асата тігу арасындағы ымыра тәсілді қолдану.
• Арқау жабуының ұзындығы бойынша қосынды үш-төрт реттен дәнекерлеу барысында қолданылатын әдеттегі ережелерге, нәтижесінде пайда болған құрылымдағы ең қалың элементтің қалыңдығына сәйкес келмейді.
• Қатты дәнекердің шоғырлануы бастапқа сұйық заттағы шоғырлануға қарағанда әдетте жоғарырақ болады.
Жоғарыда аталған ерекшеліктер технология ісінің инженерлерінің жұмысында кездесетін, атап айтқанда алюминийді отпен қыздырып дәнекер леген кезде қиындықтардың басым бөлігін құрайды. Алюминийді қолдану барысында өндірістік қиындықтар кездескен кезде сол қиындықтарды шешу құралдарын анықтау кей кездері қиынға соғатындығы байқалады. Ол өте маңызды мәселе болып табылады, әсіресе егер дәнекер жүргізілетін цехта осыған дейін тек қызыл мыс, мыс, қола немесе болат сынды металдар ғана дәнекерленген болса.

Осындай жағдайларда технолог-инженерлер осы материалдарды дәнекерлеу үшін қолданылатын технологиялық факторлар алюминийге қатысты да қолнанылады деп болжамдайды. Кітаптың осы тарауында сипатталатын жағдайлар бұл жағдайға ұқсас емес екендігін көресіздер. Неғұрлым толығырақ техникалық ақпарат алғысы келетін оқырмандарға олардың қажеттіліктері толықтай қанағаттануы үшін сіздер осы сәтте оқып отырған кітаптың дерек көзінде қол жетімді Өнеркәсіптік дәнекерлеу тәжірибесі (CRCPress, 2013), екінші басылым, «Алюминийді дәнекерлеу» деп аталатын 9 Тарауда ұсынылатын толық ақпаратардың кең таңдауын пайдалануға ұсыныс береміз.
Енді біз алюминийді дәнекерлеудің негізгі қағидаттарына назар аудара аламыз.

8.1.1 Процестің пайда болуы

Шамамен 1980 жылға дейін алюминий мен оның қорытпаларын дәнекерлеудің жаппай өндірісі мүлде жүзеге асырылмаған еді. Себебі алюминийді дәнекерлеу үшін қолдану барысында технологиялық саңылау (2.9 суретті қараңыз) әдетте 40° С-дан көп емес болғандықтан көптеген қиындықтар кездесіп тұрады. Әрине, бұл дерек дәнекерлеу температурасына нақты бақылаудың жүргізілуі іргелі қажеттілік болуын талап етеді.
1980-шы жылдардың басында қажетті бақылаудың тығыз деңгейі тек қана пештегі дәнекерлеу барысында және ерітілген тұзға батырумен дәнекерлеу барысында және әртүрлі себептер бойынша алюминийді дәнекерлеуге арналған кез келген көлемдегі ерітілген тұзға батыру мен дәнекерлеу үшін ғана қолжетімді болды.
Алайда, операторлардың денсаулығы мен қауіпсіздігіне қатысты мәселелерге байланысты ешқандай да рәсім танымал процесс болып саналмаған. Оның үстіне ерітілген тұзға салып дәнекерлеу барысында кездесіп тұратын қиындықтар әдетте дәнекерлеуден кейін тұздан алу процесімен байланысты деген пікірлер айтылатын, әсіресе дәнекерленген құрастырудың ішінде флюстардың үнемі іркіліп қалуларына әкеп соқтырған күрделі нысандар қолданылған кезде. Бұл мәселе дәнекерлеудің нақты осы түрін тек шектеулі түрде ғана пайдаланудың бастапқы себебі болған еді.
1990-шы жылдары алюминийді өнеркәсіпте кеңінен қолдану аясы күн сайын күрт өсіп кетті. Әсіресе алюмийді қолданудың күрт өсіп кеткен сала – автомобильдердің климатты бақылау жүйелері. Өз бағдарламасының бастапқы кезеңдерінде автомобильдерді өндірушілер алюминийді

тек беделді автомобильдер диапазондарының жоғарғы тұстарындағы қосымша жиынтықталулары ретінде ғана қолдануды ұсынған болатын. Бұл нұсқа 1960-шы жылдарда орын алған жағдайды қайталады, себебі сол кезде отбасылық автомобильдердің ішкі жылыту жүйелері үшін ұқсас жүйелер қолданылған болатын. Бұл тарауда жазу кезінде ешкім де жылыту жүйесі жоқ автомобильді сатып алғысы келмейтін және бүгінгі күні ең арзан бағалы автомобильдердің ішінде де климатты бақылаудың тиімді жүйесі орнатылған және ол қазіргі кезде қалыпты сипаттамалар қатарында.

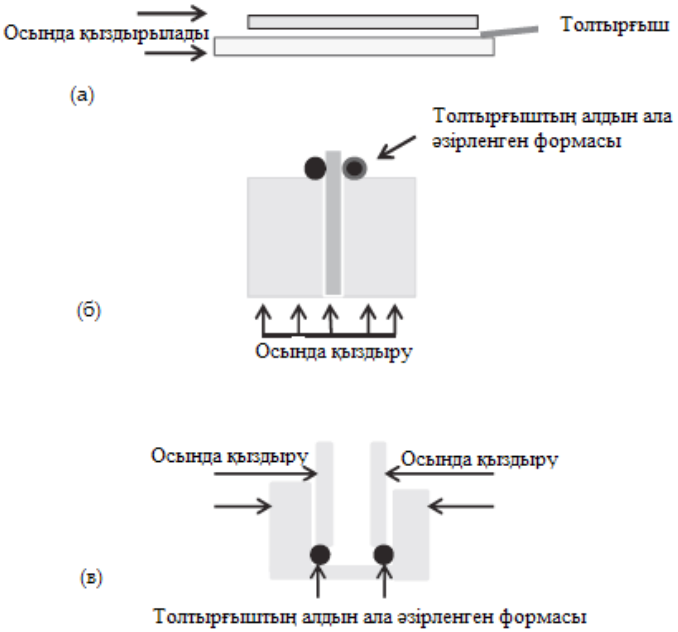
Автомобильдердің климатты бақылаудың ішкі жүйелеріне ерекше сұраныспен қатар автомобильді сатып алу кезінде отынды үнемді пайдалануы да қолданыстағы талаптардың біріне айналды. Осындайда оңтайлы шешімдердің бірі – автомобильдің салмағын азайту еді және автомобильдің салмағын тек ауыр қызыл мыстан және мыстан жасалған радиаторларды салмағы едәуір жеңіл бөлшектерге ауыстырған кезде азайтуға болатындығы бәріне мәлім еді. Ол аталған тетіктер толықтай алюминийдің қоспаларынан әзірленген жүйелер қолданылған кезде ғана мүмкін болатын еді. Осындай талаптардың сұраныста болғандығы өнеркәсіп саласын алюминий мен оның қорытпаларын конструкциялық материал ретінде қолданудың барлық аспектілерін қолданудың барлық аспектілерін қарастыруға ынталандырды — осындайда тиімді және салыстырмалы түрде қымбат бағалы емес болып табылатын аллюмийден әзірленген тетіктерді дәл осындай алюминийден әзірленген тетіктерге және басқа металдарға да қосып дәнекерлеу ісін егжей-тегжейлі қарастырып, жетілдіру мәселесінің шешілуі талап етілген еді.

Көп ұзамай ол өте қиын екені және бұл әдіске балама әдісті ойластырған жеңілірек болатындығы анықталған. Себебі көптеген технолог-инженерлер мен өндірістік инженерлер қызыл мысты және мысты, сондай-ақ, болатты дәнекерлеген кезде дәнекерлеу ісі сәтті өткендіктен алюминийді дәнекерлеу ісінде қолдану кезінде де еш қиындық болмайды деп ойлаған кезде өте қателескен еді, оған қоса осыған дейін сәтті өткізілген дәнекерлеу ісі толықтай алюминийден жасалған қосалқы бөлшектердің өндірілуіне ықпал еткен еді.

Бірақ олар қатты қателескен еді! Шын мәнінде алюминий қызыл мысты, мысты және болатты дәнекерлеу ісінен айтарлықтай ерекшеленетін. Айтылған ерекшеліктердің ішіндегі ең маңыздысы – ол алюминийдің дәнекерлеу ісіне қалай әсер ететіндігінде және дәнекерлеу ісінде кездесетін қиындықтардың шешімін дұрыс таба білуде, олар осы тарауда қарастырылады.

8.1.2 Процестің параметрлері

Халықаралық деңгейде, дәнекерлеу ісі 450^{o} С астам, бірақ қосылатын металдарды балқыту температурасынан төмен температурада жүзеге асырылатын жапсырудың капиллярлы процесі ретінде түсінікті болады. Ағымдағы пікірталас аясында мыс пен болат 870^{0}С-тан жоғары температурада балқытылатындығын дұрыс бағалау өте маңызды болып табылады, ал таза алюминий 660^{0}С температурада балқытылады.
Біз осы кітапта осыған дейін байқағанымыздай (8.1 суретте көрсетіл ген), ол капиллярлы дәнекерленген қосынды саңылауының кең балағымен жанасатын қосылу ыстық металының қасиеті және қосындыдан кесе көлденең жеріндегі температурасының тиімді градиенті болған кезде үстірті кернеу ыстық қосылатын материал сол саңылау арқылы да, сол саңылаудың ішіне де кіретін болады. Бұл құбылыстың үш кеңінен қолданылатын баламалы үлгілері 8.1.a,b және с суреттерінде көрсетілген



8.1. СУРЕТ Толтырғыштың ерітілген материалы түйдегінің үш негізгі бағыты және әрбір нәтижеге қол жеткізу үшін қажетті жылыту үлгілері. Қорытпаның ағындары: (а) - көлденең (б) – жоғарыдан төменге қарай тік және (в) – төменнен жоғарыға қарай тік.

Әрбір көрсетілген үш жағдай бойынша әзірленген термограмма бойынша көруге болатындай ыстық толтырғыш металл оны қолдану нүктесінен жалғаспаның ең ыстық бөлігіне дейін ағатындай етіп бағытталған. Осы кітаптың басқа бөлігінде осыған дейін айтылғандай кейбір жағдайлар бойынша бұл фактор дәнекерлеудің іргелі ережесі болып табылады, атап айтқанда *капиллярлы тартылыс дәнекерлеудің температурасына қол жеткізу үшін қосылатын жердің тиімді толтыруын қамтамасыз ететін пәрменді күшіне айналған кезде қосылатын материал үнемі дәнекерленген жинақтаудың соңғы бөлігі болып табылатын қосылатын жерде қолданылуы тиіс.* Бұл ереже қосылу үшін қолданылатын жылыту көздерге байланыссыз барлық жағдайларда да қолданылады.

Тағы да бір ерекше маңызды ерекшелікті атап өтейік: біріктірілетін жер толтырғыштың белгілі бір материалды қолданып дайындалған кезде 8.1.с Суреттегідей ыстық қорытпаға қатысты қолданылатын капиллярлы күш тартылыс күшіне қарсы болса да ақтыратындығы байқалады.

Ыстық қосылатын материалдың ағынына қатысты келесі және негізгі фактор – ол металды ағызғанға дейін міндетті түрде ыстық зат ағатын материалды алдын ала суландыру қажет. Суландыру процесінің физикалық қасиеттері де өте күрделі болып табылады. Демек, және ол осыған дейін 1 Тарауында көрсетілгендей бұл феномен ыстық қосылатын материал аққан кезде жанасатын бастапқы заттың біраз бөлігін еріте бастайтындығын назарға алатын болсақ қосылатын материал бастапқы затты суландырады. Сөйтіп, қосылатын материал ерітіліп, бастапқы материалмен жанасқан кезде де сол материалдың біраз бөлігін еріте береді. Еріту процесінің тікелей нәтижесі ретінде қосылатын материалдың құрамы, сондай-ақ оның физикалық қасиеттері ол толық қатып қалғанға дейін үнемі өзгеріп тұрады. Бұл жағдайдың салдарлары бірнеше себептерге байланысты болып табылады, атап айтқанда толтырғыш ерітілетін уақытқа, суланған кездегі температураға және әсіресе қос материалдардың да: баспатқы материалдың да температурасына және толықтырғыш материалдың температурасына да байланысты болады.

Алюминий мен оның қорытпалары отпен ерітілген кезде ол ISO 17672:2010-да (8.1 кестені қараңыз) аталған құрамында алюминийі бар қосылатын үш материалдардың бірін таңдап алынатын қорытпалар болып табылатын жағдайлардың бірі.

Ол қос материал да (бастапқы материалдың да, қосылатын материалдың да) құрамында алюминийдің шоғырлану мөлшері өте көп болатын жиі кездесетін жағдайлардың бірі. Демек, толтырғыш қорытпасымен ерітілетін материал суландырылатындыққа және өзі де ағатындыққа байланысты сол екі материалдың да құрамын біріктірілетін жерде біраз

өзгертеді. Нәтижесінде ол суландыру кезінде қосылатын материалдағы алюминийдің құрамы көбейетіндігін, ал оның құрамындағы силиконның құрамы онымен қатар азаятындығын білдіреді. Аталған болмашы өзгерістер дің қосылатын материалдың құрамына қатысты ықпалы 8.2. Суретте көрсетілген, оларды өздеріңіз де оны байқап көре аласыздар – болмашы өзгерістер деп айтуға болмайды. Осы сурет растайтын ережелерді түсіндіруге ықпал ететін бірнеше сөздерді қосып айту да пайдалы болар.

Алюминий-силиконды жүйесінің эвтетикалық құрамдағы қорытпа құрамында алюминийдің мөлшері өте көп бастапқы материалды дәнекерлеу үшін қолданылған кезде толтырғыш заттағы силиконның кмөлшері біртіндеп азая бастайды, себебі ол өзі аққан кезде жанасатын құрамында алюминийі бар бастапқы материалдың бір бөлігін ерітеді. Нәтижесінде толтырғыш материал мерзімінен бұрын қатып қалады да соның нәтижесінде қосылатын жер тек жартылай ғана толтырылады. 8.2. суретте көрсетілген жағдайдағыдай - қосылатын материал қатып қалған кезде - оның құрамында шамамен 8% силикон-алюминий болады, осындайда балқыту температурасының мөлшері 575%-630% болады.

Осындай мәселеге тап болған кезде дәнекерлеудің басқа да бір іргелі ережесін де қолдануға болады, ол ережеге сәйкес: егер де ыстық қосылатын материал мен бастапқы материал (дар) арасындағы шамадан тыс интер- қоспаны дәнекерлеудің уақыты мен температурасын қатаң өлшеу арқылы бақылап тұру мүмкін болмаған кезде оның зиянды әсерін қатырыла бастаған кезде біріктірілетін жердегі саңылаудың көлемін ұлғайту арқылы және бастапқы материал шамадан тыс интер балқыталытан кезде оны қысқарту арқылы азайтуға болады.

8.1 КЕСТЕ

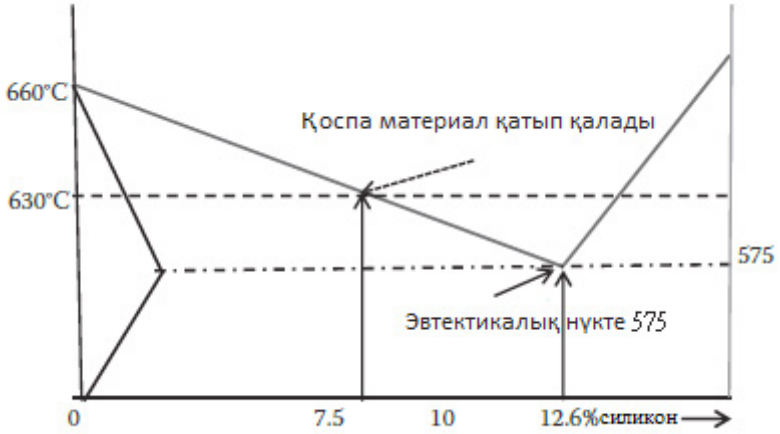
Бастапқы материалды құрайтын алюминйді дәнекерлеу үшін кеңінен қолданылатын үш қоспа материал

ISO 17672:2010 типі	**Атаулы құрам**	Балқыту температурасы **°C**
Al 107	7% силикон-алюминий	575–615
Al 110	10% силикон-алюминий	575–590
Al 112	12% силикон-алюминий	575–585

Температура неғұрлым жоғары болған кезде интер-балқытудың мөлшері де көп болатындығын көрсету оңай. Демек, балқыту процесінің температурасын қатаң бақылап тұру нәтиженің сәтті өтуінің басты алғышарттарының бірі болып табылады, әсіресе алюминийді қорытқан кезде осылай болады. Бұл ереже біз осыған дейін 2-тарауда байқаған дәнекерлеу процесіндегі технологиялық саңылау терминінің орынды екендігін көрсетеді, ал 2-тараудағы 2.9-сурет бойынша біз сол терминнің іс жүзінде нені білдіретіндігін байқадық.

Алайда алюминийдің қорытпалары мысалы 8.1-кестесінде көрсетілген қосылатын материалдың кез келгенімен қосылып бір-бірлеріне дәнекерленген кезде технологиялық саңылау шамамен 40^0C аспайтындығын және кейбір жағдайларда тек 20^0C ғана жететіндігін де атап өту керек. Әлбетте ол дәнекерлеу процесінің дәнекерлеу үшін қолданылатын затты жылыту кезеңінде температураны бақылауға көз жазбай назар салу керектігін маңызының зор болатындығын түсіндіреді.

Ол алюминийді дәнекерлеу процесінің оны барлық кеңінен қолданылатын барлық басқа конструкциялық материалдарды дәнекерлеу ісінен өзгешелендіретін ерекшелігі және әрине 1980-шы жылы автомобильді радиаторларды әзірлеген кезде бастапқы металды мыстан алюминийге өзгерту процесінде неліктен көзделгендей оңай аяқталмай, едәуір қиыншылықтар туындағандығын да түсіндіреді.



8.2. СУРЕТ. 12%-пайызды силикон-алюминиідің (балқыту температура сының деңгейі 575^0C – 585^0C) қорытпасы құрамында алюминийдің мөлшері өте көп бастапқы материалды дәнекерлеу үшін қолданылатын 630^0C температурадағы дәнекерлеу процесіне ықпал ету.

Осыны қарастырған кезде дәнекерлеу процесі компоненттерге әсер ететін температура градиентінің бақылауын қамтамасыз етілуіне міндетті түрде әкеп соқтырады және осындайда алюминий немесе оның қорытпалары дәнекерлеу арқылы біріктірілгені жақсы болар еді. Бұл фактор неліктен алюминий мен оның қорытпаларын біріктіру үшін отты қыздырып жүзеге асырылатын күрделілігі әр алуан болып табылатын дәнекерлеудің механикаландырылған жүйелері кеңінен қолданылатындығын түсіндіреді.

Дәнекерленетін жанасу жерлерін қолмен немесе автоматты түрде дайындауға қатысты іргелі қажеттілігі орын алады және бұл процесті жүзеге асыру кезінде қандай да бір қиыншылықтар туындамайды.

Дәнекерлеу үшін қорытпаны жылытудың екінші алтын ереженің мәні келесідей: осындай процесс кезінде қолданылатын жылыту әдісін таңдаған кезде ең қарқынды жылыту көзін қолданған жөн.

8.2-КЕСТЕ

Қақталған алюминий балқытпалары топтастары және олардың сәйкес АА белгілері

Қорытпа сериясы	Дәнекерленуі	Типтік үлгілері	Қорытпаның негізгі құрамдастары
1XXX	Жақсы	AA1070 AA1145	99.0% алюминий (минимум)
2XXX	Ұсынылмайды	–	Мыс
3XXX	Жақсы	AA3003 AA3102	Марганец
4XXX	Пайдаланылмайды	AA4343 AA4047	Силикон (Бұлалюминийдәнекерлеугеарналғанқоспаматериалы materials арналған қоспа материалдар)
5XXX	Шектеулі!	–	Магний
6XXX	жақсы, алайда таңадау алдында дәнекерлеу қажет болатын қорытпаның қатты күйге өту температурасымен Mg мөлшерін тексеру де маңызды	AA6061 AA6063	Магний және силикон
7XXX	Ұсынылмайды	–	Мырыш

8XXX	Ақпарат жоқ	–	Басқа элементтер
9XXX	Пайдаланылмайды	–	Босатылған қорытпалар сериясы

8.1.3. Негізгі материалдарды қарастыру

Алюминийдің қорытпалары құрамында бар қорытпалардың компоненттері бойынша топтастырылады. Алюминийді өндірушілер қауымдастығы (АА).
Белгілеулер 8.2-кестесінде көрсетілген.

8.1.4. Қосылу құрылымының өлшемшарттары

Осы кітап мәтінінің көптеген жерлерінде осыған дейін бірнеше мәрте айтылып өткендей дәнекерлеу дегеніміз негізінен қосылатын метал негізінен бір-бірлеріне параллельді орналасқан жақын орналасқан беттер арасында саңылауға капиллярлы тартылыс ретінде суреттелген процесс.
Дәнекерлеу тәжірибесінде қоспалар негізінен бірінің үстіне бірі құйылып пайдаланылады, себебі жағдайлар қолайлы және ойдағыдай болған кезде аяқталған бірігу созып тастайтын кернеуге емес, жанасқан кернеуге ұшыратылады. Осыған байланысты, дәнекерлеу біріктіруді әдістерінің ішінен ең тиімді әдіс ретінде таңдалған кезде 8.3-суретте көрсетілгендей біріктіру нысанын таңдау дұрыс әрі қалыпты жағдай болады.

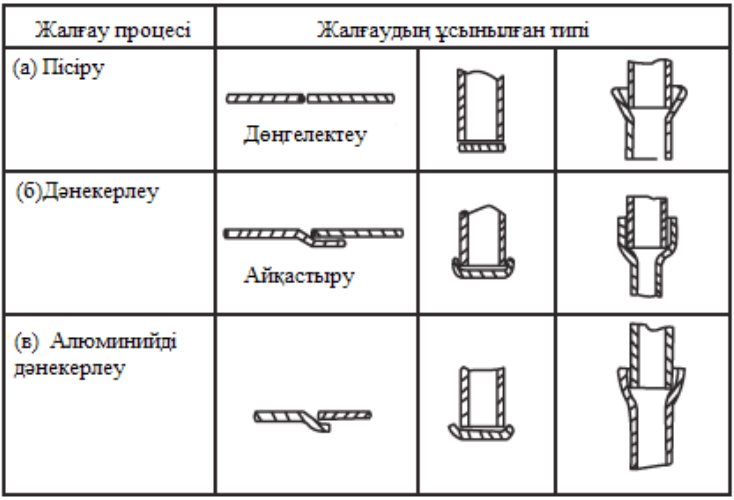
8.3. Суретте көрсетілген суреттемеде дәнекерлеу үшін тиімді әдіс ретінде ұсынылған (8.3.а Сурет) кейбір қосындылардың үлгілері 8.3. б Суретінде көрсетілген алюминий мен оның қорытпаларын дәнекерлеу үшін қолайлы деп көрсетілген қосындылар үлгілерімен салыстырылады. Соңғы жағдайларда қосындылардың беріктігі және сенімділігі көптеген жағдайларда ыстық қосылатын материалдың капиллярлы саңылау ларға еніп кетуіне тікелей байланысты және біраз мөлшерде ғана дәнекерлен ген жерлерге тән болып табылатын ірі сыртқы жұмырлау лардың беріктігіне де байланысты болады. Тек алюминийді дәнекерлеген кезде ғана осы бір жалпы ережеден ауытқитын ерекшелік орын алады және дәнекерлеу мен капиллярлы пісіру үшін қолданылған үлгілер арасындағы ымыра нысаны қалыпты болып табылады (8.3с суретті қараңыз).

Бұл тарауда осыған дейін қысқаша атап өтілгендей алюминийді пісірген кезде қатты құрамы қорытпаларға ұқсас және бастапқы материалдар ретінде қолданылатын қорытпалар тектес болып табылатын қосылатын материалды пайдаланатын жағдайлар да сирек кездесіп тұрады, нәтижесінде олардың балқыту жерлері қосылатын бастапқы материалдарды балқыту жерлеріне өте жақын орналасқан. Осыған дейін осы тарауда атап өтілгендей, бұл жағдайда бастапқы зат көп мөлшердегі бастыру металымен араластырылады; нәтижесінде соңғысы азаяды және еркін ағыштық та орын алады. Бұл процестің тағы да бір жағымсыз нәтижесі – бастыратын материалдың өз ағыштығының жоғалтып алуы, нәтижесінде ұласпалы реакция ретінде ерітілген флюсты біріктіру жерінен ысыруғы қабілетсіздік пайда болады.

Атап айтқанда нәтижесінде құрамдас бөліктердің конструкциясы бірінің үстіне екінші қоспа құйыла алатын жағдай туындайды.

Осындай техникалық ерекшеліктер неліктен аққыш қосылатын пісірілген қоспаларды пісіру кезінде пайдаланылатын ішкі жұмырлануы бар нысан мен әдетте пайдалану үшін ұсынылған пісірудің көптеген түрлерінде қарағанда кең саңылауларды қолдану әдісіне қосымша әдіс ретінде қолданылатын бір қоспаның үстіне екінші қоспа құйылып пісірілетін үлгі арасындағы ымыра үлгі болып табылады.

8.3с суреті алюминий мен оның қорытпаларын пісіру үшін ең қолайлы



8.3-сурет Жалғастыру процестерінің өзгешелігі үшін жарамды жалғау типтерін таңдау

бірнеше жартылай шұңғыма жұмырланған қоспалардың бірнеше түрлері келтірілген.
Осындай ымыра құрылымды пайдалану кезіндегі бір оң нәтиже – алюминийдегі пісірілген біріктірулердің беріктігі қосылған материалға салыстырғанда басқа металдарды пісірген кездегідей төмен болмайтындығы.
Алюминийді пісірудің қосу материалдарының жиынтығы дәнеркерлеу процесі жүргізілетін бастапқы материалдарымен салыстырғанда беріктігі соншалықты – іс жүзінде ұзындығы мен қалыңдығы бойынша қосылатын материалға тең келетін қосынды бастапқы материалаға қарағанда беріктігі жоғары болып шығады!
Кернеудің осындай фактілеріндегі ішкі қауіп, біріктіру жеріндегі шоғырландырылуы алюминийдің төмен модульды икемділігімен азайтылады, ол әдетте біріктіруді әзірлеу үшін қолданылатын қосылатын материалдың имкемділігінен көп емес болады.
Сөйтіп, отпен қыздырып жүзеге асырылатын алюминийді пісіру процесі қиын емес екендігі анықтадық, бірақ ол басқа металдарды пісіру процесіне мүлде ұқсамайды, сондықтан да жағдайдың жарамдылық сипаттамасы осы тараудың бірінші бетінде айқындалған болатын!
Бұл егер де осыған дейінгі тәжірибе негізінен тек қызыл мысты, мысты, қоланы және болатты пісіруден ғана құралған кезде ерекше өзекті мәселе болып табылады. Осындай жағдайда алюминийді пісіру мыс немесе болат үшін қолданылатын осыған дейін қолданылатын сұлба бойынша жүзеге асырылады және осыған дейін қолданылған технологиялық амалдар алюминийге де қатысты қолданылады деп болжамдалады; бірақ осыған дейін айтылғанның бәрінен кейін алюминий мүлде басқа метал екендігі туралы тұжырым жасауға әбден болады.
Оқырман бұл тарауда автор барлық егжей-тегжейіне жетік қарағандығын көреді және алюминий әзірше «жай басқа металл» болғандығына байланысты қосындыларды сәтті пісіру мақсатта өндірісті қамтамасыз ету үшін қолданылатын амалдар мыс, қызыл мыс пен болат сынды материал дарды қолданып әзірлеген қоспалар дан түбегейлі ерекшелетіндігін байқайды!
Мүмкін, бұл осындай жағдайда орын алуы ықтимал ең қолайлы жағдай – ол пісіру процесінің ерекшелігі пісіру ісін жетік меңгеру негізінде әзірленуі, ал осындай білімдер тек мысты немесе болатты пісіру тәжірибесі мол және енді алюминийді пісіру қажеттілігіне тап болған компанияда ғана болуы ықтимал.
Осындайда пісірілген өнімдерді әзірлеумен айналысатын адамдар өздерінің жұмыс орындарындағы пісіру процесі туралы білімдер

жиынтығынан құралған спецификациядан ең алғашында алюминийді пісіріп, жаңа әдісті қолдана отырып, белгілі бір өнімді пісіруді көздеген кезде кәсіпорынның басты цехында кездесетін көптеген қиындықтардан құралған процестің ерекшеліктерін көздейтін жаңа спецификация туындағандығын бірден байқайды.

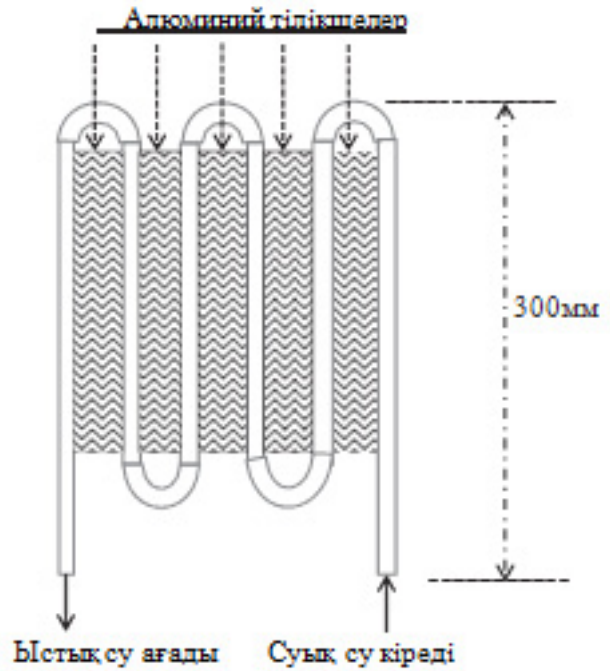
Бұл тарауда айтылған барлық қиыншылықтар орын алуы ықтимал әрине, бірақ бүкіл әлем бойынша күн сайын құрамында алюминийі бар материалдарды қолданып, ондаған миллиондай пісірілген қоспалар әзірленетіндігін естіген кезде қобалжуларымыз біраз басылып қалары сөзсіз.

Осындай жеңіл пісірілетін қоспаларды алғаш рет пісіретін айнымалы адамдар енді сол қоспаларды сәтті пісіре алатындығына сенімді бола алады. Пісіру процесінде жиі кездесіп тұратын барлық пісіру процестеріне ортақ мәселелер осыған дейін бұл тарауда аталған.

8.2 Алюминийді және оның қорытпаларын жалғауға дәнекерлеуді пайдалану

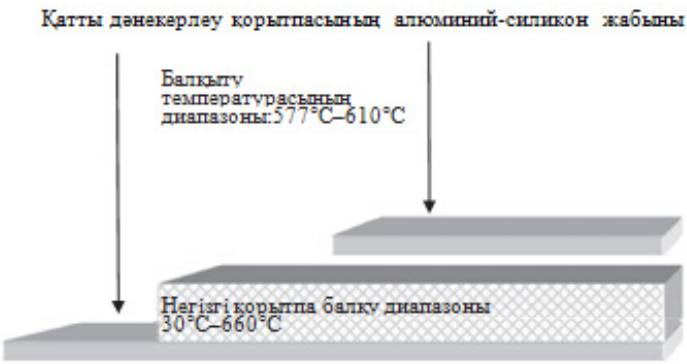
Бұл тараудың алғашқы беттерінде біз алюминийді пісіру неге көптеген техникалық металдарды пісіруден өзгешеленетіндігін бірден байқауға болатын көптеген техникалық жағдайларды мысалдарды қарастырған едік. Ал енді біз алюминий мен оның қорытпалары арасындағы қосындылар бүкіл әлем бойынша сағатына миллиондаған пісірулер әзірленетін пісіру процестерін қарастыруға көшейік, олардың басым бөлігі азотты атмосферада, өзгеше химиялық белсенді флюсымен өзара байланысты үздіксіз конвейерлі пештегі қызу ортасы реттелетін пештің ішіндегі пісіру арқылы өндірілген. Жақын арада бүкіл әлем бойынша осындай жұмысқа қатыстырылған пештердің санағы өткізілген; санақ әлемнің 52 елінде 660-дан астам құрылғылар қолданылғандығын көрсетті. Егер де белгілі бір пеш 8.4. суретте көрсетілгендей технологиялық процесі төмен құбырлы жылу алмастырғыштарды әзірлеу үшін берілген болса, оқырмандар осындай жағдайда барлық аллюминийден әзірленген тілімшелер тілімше арқылы өтетін құбырлардың әр біреуіне пісірілетіндігін көреді. Тіпті осында мысал ретінде біреуі сипатталғандай әдеттегі жағдайдың өзінде де біржолғы жылу алмастырғышты өндіру кезінде жасалынатын бір емес көптеген жүздікті құрайтын қосындылардың болатындығы және осындай өнімдерді бәлкім тәулік бойы да өндірудің орташа деңгейі 15-20 сағат болатындығы айқын байқалады.

Бәлкім, пісірілген материалдың жеке құрылымдар ретіндегі



8.4 СУРЕТ. Қарапайым алюминий жылу алмастырғыш. Пайдалануда су құбырлар арқылы өтетін болады және су келте құбырының сыртқы жағына дәнекерленген алюминий тілікшелер қатарынан жылу өткізгіштікпен қыздырылатын болады.

Масштабта емес



8.5.СУРЕТ. Қатты дәнекермен жабылған алюминий қорытпадан жасалған беттің қағидасы мен формасы

қосындыларға қатысты жиі қолданылмаса да конструкциялық материалдың өзінің ажырамас бөлігі ретінде жиі қолданылатындығы бөлшектердің алюминийден жасалған тетіктерін пісіруге қатысты аса маңызды факторлардың бірі болар. Ол қосылатын материал табақты әзірлеу кезінде (8.5. Суретті қараңыз) металлургиялық негізде алюминийден әзірленген түп төсемдермен байланысты болғандықтан. Әдетте қатты пісіру қоспасының қабаты алюминийден әзірленген қорытпадан жасалған табақтың тек бір жағынан ғана табылатындығына байланысты, бірақ тек бұл процесс осындай ғана жағдайлармен шектелмейді.

Пісірілген материалды нақты қосындыларға қатысты қолдану әдісі радиатордың алюминийден әзірленген соталарын өндіру барысында кеңінен қолданылады және/немесе конденсаторлар пештерде өндіріледі. Құрамдас бөліктер қапталатын бет қосылатын жерде пісірілген кезде қосылатын материалдың қабаты балқытылып, алюминийден әзірленген беттің үстінен аққан кезде оны суландырып, жалпақ алюминиймен тығыз жанасқан кезде қосындыны құрайтындай етіп жинақталады
Жабудың қалыңдығы материалдың жалпы қалыңдығынан шамамен 10%-ды құрайды. Қаптайтын материал қалыңдықтар ауқымында қолжетімді; әдеттегі жалпы көлем 0.12 до 1.6 мм. мөлшерлерде өзгеріп тұрады.
Пісірудің барлық операцияларында өңдеу кезінде бастапқы материалдардың балқытылмайтын болуы негізгі талап болатындықтан дәнекерленген қорытпалар өңдеу кезінде балқытылмайтын болуы міндетті талап болатындығы сөзсіз. Бастапқы материалдың (-дардың) қатты күйге ауысу кезіндегі температураға да ерекше назар аудару қажет, осындайда ол таңдап алынған қосылатын металдың жұмыс температурасына қарағанда жоғарырақ болады.

Алайда бұл кезеңде ескертпе жасап кеткен де орынды болар. Осындайда бастапқы материалдардың 6000 серияларының физикалық қасиеттері мен механикалық өңделіп шығарылатындығы алюминийден әзірленген қорытпалардан әзірленетін бөлшектердің өндірушілері үшін тартымды болып табылатыны әбден түсінікті; осындайда таңдалған бастапқы материал солидусының температурасы қосылатын материалдың жұмыс температурасының деңгейінде немесе қосылатын материалдың жұмыс температурасынан төмен болған кезде отпен қыздырып пісіру әрекеттері жасалған көптеген жағдайлар орын алғандығын да өткен орынды болар! Ол егер де қолданылатын бүкіл пісіру ісінде тиісті абайлағыштық танытылмаған кезде орын алатын және осындай жағдайдың болуы

әбден ықтимал қақпан. 3000 материалдар серияларының ішінен 1000-да солидус температурасы 630^0С-тан жоғары болатындығын және сондықтан да 8.1 Кестеде сипатталған қосылатын материалдар қауіпсіз негізде пайдаланыла алатындығын үнемі есте сақтаған жөн.

8.2.1 Кеңінен пайдаланылатын дәнекерлеу процесі

Жалғастыруға арналған құрамдастарды дәнекерлеу температурасына дейін қыздыратын кез келген қыздыру көзі алюминийді дәнекерлеу барысында қолданыла алады. Алайда, шын мәнінде жалынмен қыздыру арқылы дәнекерлеу мен пеште дәнекерлеу арасынан таңдау қажет болатын жағдайлар. Тұзды ваннаға батыру арқылы дәнекерлеу жағдайлары болатындықтан оны пайдалану шарт бойынша жалғасатындығын айту әділ болмақ. Индукциялық қыздыру бұл басқа әдіс, бұл процесті практикалық пайдаланумен байланысты қолдану техникалық себептермен және сондықтан да ол жалынмен қыздыру әдісі арқылы дәнекерлеуге қарағанда аз қызықтырады (6-тарауды қ-з). Осы себептерге байланысты алюминийді дәнекерлеу үшін екі басты процесті ғана талқылайтын боламыз.

8.2.2. NOCOLOK® пештегі дәнекерлеу процесі
8.2.2.1.Жалынмен қыздыра отырып дәнекерлеу

Алюминийді жалынмен қыздыра отырып, дәнекерлеудің ең бірегей ерекшелігі теххнологиялық терезенің тым жіңішкелігі және қолданыстағы алюминий-силикондыұсталмалы материалдар жалғастырылатын бастапқы материалдармен жоғары ұқсастықта болады. Сонымен қатар ең алғашқы материалдардың құрамына, жекелей алғанда құрамында магний бар әлеуетті металлургиялық қиыншылықтар бұдан әрі осы тарауда сипатталатын болады.

Сәйкесінше, алюминийді жалынмен қыздыру арқылы дәнекерлеу барысында дәнекерленуі тиіс жай ғана басқа материал емес, ол өзгеше, сондықтан тетіктеріне ерекше назар аударуды қажет етеді. Алайда, алюминийді жалынмен қыздырулы автоматтандырылған дәнекерлеу кеңінен қолданылады. 8.2-кесте алюминий қорытпаларының АА сериялы диапазонының дәнекерленушілігіне қатысты кейбір құнды деректерді ұсынады.

Алайда, 8.2-кестеде магнийдің үлкен мөлшері бар кейбір қорытпаларға ие. Кейінірек осы Тарауда талқыланатындай, әдетте NOCOLOK пешіндегі дәнекерлеу процесі арқылы дәнекерлеуге болмайды. Алайда, қы-

здыру деңгейі пештегі дәнекерлеу барысындағы қол жеткізетінге қарағанда көп жоғары, жалынмен қыздырулы дәнекерлеу процесіндегі материалдағы магний мөлшерінің зиянды әсері көбірек айқын көрініс береді және нәтиже ретінде жалғасатын болатын, материал екі қиығының *1.2*% магний мөлшері деңгейінде ықтимал болуы мүмкін. Алайда, магний бастапқы материалда болғандықтан мұқияттылық басты болуы қажет. Бұл себебі құрамында магний бар қорытпалар 616°C мөлшеріндегі солидус температурасына ие болады. Егер осыған ұқсас материалдарды қатты қыздыратын болса, олар түйіршік аралық балқымаға ұшырайтын болады, бастапқы материалдың сыртқы беттік қатаюының бар болуының сыртқы белгісі бизнесте «апельсин қабығы» әсері ретінде кеңінен танымал.

8.2.2.2. Дәнекерлеу флюстері

Флюстер алюминийді ауада дәнекерлеу үшін қажет. Оларды пайдалану беткі жалғасулардың ыстық қоспа металмен дымқылдануы болатындай етіп, оксидтерден бос болуын қамтамасыз етеді. Егер капиллярлық саңылау өте аз болатын болса, онда жұмыс барысында қатысатын оксидтік қабыршақтың еруіне арналған флюстер жеткілікті түрде болмайды. Әйтпегенде, оларды еріте отырып, флюстердің жеке өздеріне тән қасиеттері балқыту температурасының диапазоны, аққышқытығы және беттік созылуы ыстық қорытпа металдың қозғалмалы фронты бұдан әрі жалғаспа орнынан қаныққан флюс-оксиді ығыстыруға қабілетсіз болатындай өзгеріске ұшырауы мүмкін.
Бұдан әрі біз бастапқы материалдан қоспа материалға алюминийді қармау себебінен аққыштық жалғаспа орнынан ағып тұрған кезде біртіндеп нашаралй беретіндігін көреміз. Дәл осы себепті, флюсті қоспа материалдың әзірлемесімен бірлесе пайдалану қажет болған барлық жағдайларда жалғаспа саңылауының мөлшері анықталған кезде өте мұқият болу қажет.
Алюминийді дәнекерлеу үшін флюстің екі типі жиі қолданылады және әрқайсысы келесінен көп өзгеше болады (4.4-кестені қараңыз). Оған алюминий мен оның қорытпаларын дәнекерлеу барысындағы кеңінен қолданылатын флюстердің типтерін көрсетеді:

- FL10 типінің EN1045 лайықты короозиялық-белсенді флюс
- FL20 типінің EN1045 лайықты короозиялық-белсенді флюс

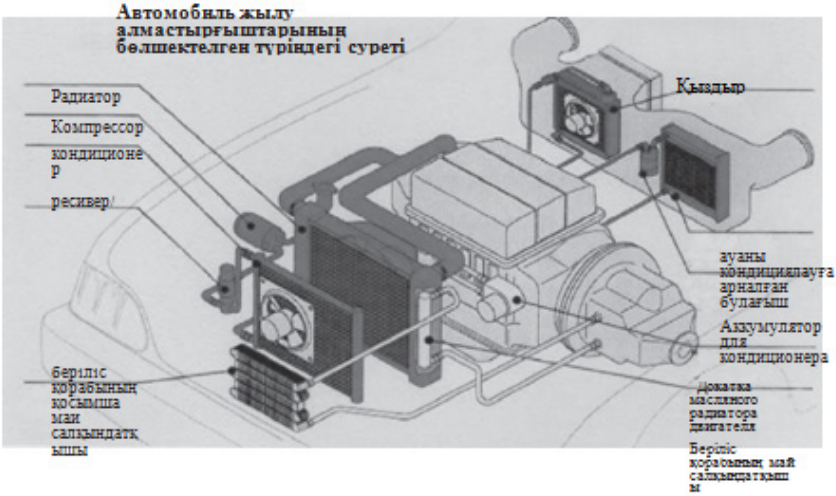
Жоғарыда көрсетілген мәтіннен және 8.3-суретте көрсетілген үздік

тәжірибедегі жалғаспа түрлерінен шын мәнінде алюминий басқа металдардан өзгеше болатындығы өте айқын, дәнекерлеу арқылы жалғастыру қажет болған кезде сәйкесінше өзгеше өңделуі тиіс.

8.2.3. Nocolok пешінде дәнекерлеу процесі

Біз көріп отырғандай 1980 жылдардың басында қорғаныстық атмосферадаға дәнекерлеу (CAB) автомобиль өндірісі үшін алюминий жылу алмастырғыштар өндірісіне арналған жетекші технология ретінде айналымға түсті. Оның басымдығы келесідей қалыптасқан болуы мүмкін:

• Бастапқы материалдың бетінде табылған алюминий оксидінің берік қабатының табысты жойылуы
• Атмосфералық қысым барысындағы жұмыс
• Коррозияға төзімді флюс пайдаланылады
• Флюс пен алюминий төсем арасында реакция жоқ
• Флюс қалдықтары нөлдік судағы ерігіштікке ие болады және осылайша гидролизденбейді.
• Құрастыруды дәнекерлегеннен кейін өңдеуді пайдаланудың қажеттілігі жоқ
• Флюспен байланысты коррозиялық мәселелер жоқ



8.6 СУРЕТ.Қазіргі заманғы автомобильдердің төменгі бөлігі бұл алюминиден жасалған әртүрлі жылу алмастырғыштар және буландырғыштар (Фото SolvayFluorGmbH, Ганновер, Германия компаниясынан ұсынылған).

• NOCOLOK бұл процестің шынайылығынан туынды акроним (яғни коррозияға төзімді бұғаттау).
Осы құжаттың бастапқы тармақтарында көрсетіп кеткендей NOCOLOK үшін флюсті дәнекерлеу процесіндегі алғышарт автомобиль өнеркәсібінен алюминийден өндірілген жылуаалмастырғыш өндірісіне құралдары үшін талабы болды. Автомобиль өнеркәсібіне арналған қызығушылық танытылатын әртүрлі құрамдастарды 8.6-суреттен көруге болады

8.2.3.1.CAB пешінде өңделетін алюминий жылу алмастырғыш түрлері

Мәні бойынша олар екі дискреттік санаттың біріне тап болады:

• Барлық дәнекер сыртқы болатын жылу алмастырғыштар
• Солайша бірнеше ішкі қосылыстардың ең шағын көлемі бойынша дәнекерлеу талап етілетін жылу алмастырғыштар

Алайда, бұл кезеңде біз барлығы 9-тарауда Өнеркәсіптік дәнекерлеу практикасында жасырын тұрған негізгі деректер саласынан нақты және толықтай мамандандырылған білім саласына ауысамыз. Сәйкесінше бұл осы кітап шеңберінен тыс жатқан дүние.
Жоғарыда аталған сілтеме алюминий жылу алмастырғыштардың жаппай өндірісінің келесі аспектілерін қозғайды:

1. Сулы және жылулы, майсыздандырушы әдістер
2. Флюстерді қосалқы бөлшектерге пайдаланудың алты қолжетімді тәсілдері
3. Екі кеңінен қолданылатын процесс жүйеліліктері
4. Пеш типтерінің белгілері
5. Қолданыстағы дәнекерлеу рәсімі
6. Магнийдың қатысу әсері

Бұл соңғы аспект сонымен бірге құрамында магний бар жалынды қыздырулы дәнекерлеуге кейбір тоғыспалы сілтемелерге ие, сондықтанда алюминийді дәнекерлеу негізіне қатысты деп саналады және сондықтанда екі тармақпен қаралушы екі мәселе осында толықтай ақтай алады.

8.2.3.2.Магнийдің әсері

Іс көптеген игі идеялардан құралып тұрғандықтан жылу алмастырғыштар өндірісіндегі аталған тәсілді пайдалану бойынша шектеулер бар болады. Шектеу негізгі қаптау материалының құрамына байланысты болады. Егер негізгі материалдың құрамында магний болатын болса, дәнекерлеу процесімен күрделі мәселе болуы әбден мүмкін. Бұл контекстте магнийдің жалпы мөлшерін ескеру қажеттілігін анықтау маңызды. Мысалы, егер бір бастапқы материал 0.2% магнийді құраса, ал келесісі 0.4% құраса, бетпе-бет келу әбден ықтимал күрделілік коэффициенті 0.6% құраммен байланысты болады: бұл екі бастапқы материалдардағы магнийдің неғұрлым жоғары мөлшерін ғана ескеру қажет болмайтын күрделілік коэффициенті.

Магний алюминийдің кейбір қорытпаларына тек қана олардың беріктілігін арттыру үшін ғана қосылмайды, сонымен бірге олардың өңдеушілігін жақсарту үшін де қосылады. Материалдардың 6000 сериясында анықталған 8.3-суретте көрсетілгендей қосылған мөлшер 1% құрай алады. Пештегі дәнекерлеуді пайдалану барысында жалынмен қыздыру арқылы дәнекерлеудің ерекшелігі салыстырмалы түрдеге баяу жылдамдық, құрамының аталған деңгейінде құрастырумен сыналатындар дәнекерленген қоспалардың сапасы мен тазалығына қатысы бар жеткілікті түрдегі күрделі мәселеге алып келуі мүмкін. 400°C жоғары температура барысында магний бастапқы материалдың бетіне орналасу беталысына ие болады, мұнда ол оксид (MgO) және алюминий-магнийдің күрделі оксидін (Al2MgO4) қалыптастыратын алюминй оксидінің қабатымен реакцияға түседі. Магний сонымен қатар магнийдің фтор құрамды тұздарының топтамасын түзу үшін флюспен реакцияға түседі (MgF2, KMgF3 andK2MgF4).

Флюс қоспасы нәтиже ретінде оның құрамындағы өзгерісті басынан кешіреді және оның жұмыс температурасының өсуіне мәжбүрлейді. Сонымен бірге магнийдің қолғалысы себебінен бастапқы материалдың қышқылданудың неғұрлым жоғары қарқындылығына ие болады. Барлық бұл әсерлер бірлесе флюсті уландырады және сөзсіз түрде оның әсерлілігін сәйкесінше қысқартуға алып келеді. Бұл кері салдарлар жалғаспа орнынан байқалған қуыстылық пен вакуум деңгейін жоғарылатуға алып келуі мүмкін.

Жоғарыда ескертілген мәселелердің нәтижесі ретінде, стандартты коррозияға төзімді флюстерді пайдалана отырып, бастапқы материалдағы магний мөлшері келесідей болуы керектігі жалпыға бірдей қабылданған:

• Реттемелі атмосфералы пештегі дәнекерлеуде қолдану үшін:0.4 және .5% аралығында
• Индукциялық қыздыру және жалынды қыздыру барысында қолдану үшін: ең жоғарғысы 1.5% дейін

Магний мәселесін шешудегі стандартты тәсіл, бұл
1. құрылымнан алынған флюс жүктемесін арттыру
2. дәнекерлеу циклын қысқарту
3. қыздырудың неғұрлым жоғары жылдамдығын қамтамасыз ету

Ең төменгі әсерлілік себебінен бұл әдістердің ешқайсысы да мәселеге шынайы жауап бере алмайды және кейбір зерттеулерді ең жоқ дегенде құрамында магний бар қорытпаларды пайдалану барысында туындаған қандай да бір кедергілерді орнын толтыру үшін жүргізу қажеттілігі айқын болады. Бұл олардың формуласындағы цезийдің аздаған мөлшерін құрайтын, флюстер топтастығын әзірлеу барысында аяқталған.
Бұл флюстерді пайдалану барысындағы ең жоғары нәтижелерге құрамында 0.6%–0.8% дейінгі магний бар алюминйді дәнекерлеу барысында қол жеткізілген. Мысалы:

• Дәстүрлі коррозияға төзімді флюстен жасалған қоспаларды салыстыру барысындағы шағын кемулер
• Қоспа салалсындағы аздаған қуыстылық
• Дәнекерлеуден кейінгі бет сапасының жақсартылуы
• Флюстің стандартты қанығуы
• Дәнекерлеудің стандартты кезеңі

8.2.4. Вакуумдық пісіру

Алюминийді вакуумдық пісіру NOCOLOK процесі тәрізді кеңінен қолданыс тапқан процесс емес және шын мәнінде ең алғаш рет АҚШ автомобиль өндірісінің 1970 жылдары әзірленген рәсімдердің қалдығы болып табылады. Алюминийді вакуумдық пісіру әдетте Al310 немесе Al311I типіндегі SO17672:2010 сәйкес келетін қорытпалармен пайдаланылады. Бұл екі материал да 1% және 2% магнийді құрайды. Бұл элемент пайдалану уақытында буланады және дәнекерлеу температурасы барысында пештегі қатысушы оттегінің қалдық белгілерімен реакцияға түсудегі газ жұтушы әрекетке ие болады.
Алюминийді вакуумдық пісіру жүргізілуі тиіс дәнекерлеу температурасы ешқашанда 630°C артпайтындықтан және алюминий оттегін қа-

нағатсыз іздеуші болып табылатындықтан, автоматты түрде алюминийді вакуумдық пісіру барысындағы пештегі кез келген қалдық оттегінің жеке қысымы өте аз болуы керектігін білу қажет. Бұл пештегі ауаны сығып шығару жолымен қол жеткізіледі және дәнекерлеу операциясындағы табыстың қандай да бір шынайы мүмкіншілігіне ие болу үшін қысымды жоқ дегенде 1 × 10–6 torr және мүмкін одан да төмендету қажет. Бұл ортадан тепкіш қалақты сорғы мен қосынды сорғыны біріктіруші күрделі жүйені болжайды және вакуумдық сұйықойма 100% ауа өткізбейтін болуы тиістігі айқын.
Дәнекерлеудің мұндай төмен температурасы барысынды бастапқы материал мен оның оксиді арасындағы салыстырмалы кеңейту шамасының кішкентай болатындығы айқын және бұл оксидтік қабыршақтың механикалық бұзылысы мөлшері де жеткілікті түрде кішкене болатындығын білдіреді және сондықтан да тіпті шағын оттегі құрамды ортаның қатысуында салыстырмалы түрде жеңіл ұлғаяды. Алюминийді вакуумдық пісіру кезіндегі алынған құрылым Файберфракс жабынымен қамтамасыз етілген өткізбейтін қорғанысқа қалай ие болатындығы беймәлім. Бұл жұмысқа тығыз байланысты түрде буланатын, сақталатын магний осылайша қолда бола отырып, дәнекерлеу температурасы барысында пеште қала отырып, оттегінің аса төмен мөлшерімен реакцияға түседі.
Вакуумдық пісіру жарамды нәтижелер беретіндігі мәселе емес, алайда экономикалық көзқарас тұрғысынан оны пайдалануды ақтау өте қиын мәселе.

8.2.5 Соңғы әзірлемелер

Соңғы бірнеше жылдар бойына дәнекерлеудің техникалық мамандары пештегі дәнекерлеудің жаңа, қандайда бір мағынада революциялық рәсімін әзірледі. Алюминийді дәнекерлеудегі флюс әдісі және оны техникалық әдебиетте *триллиум процесі ретінде* сипаттады. Бұл жаңа процесс туралы шектелген көлемдегі ақпаратты 9.6-бөлімнен таба аласыздар.

9. Дәнекерлеу кезіндегі ақауларды және бірқатар жалпы проблемаларды жою

Бүгін үй үшін құрылғылар бірліктерін, мысалы тегіс экранды теледидарды немесе видеомагнитофонды сатып алу кезінде тауармен бірге келетін құжаттар пакеті, *үнемі* пайдалану бойынша нұсқаулықтан тұрады.

(*Осы кітап авторының тәжірибесі мұндай «нұсқаулықтар» әдетте ағылшын туралы емес, электроника туралы білетін адамдармен жазылған, жапон тіліндегі қандай да бір түп нұсқа мәтіннің аудармасы болып табылатынын көрсетеді*). Алайда кез келген жағдайда, мұндай нұсқаулықтардың соңғы парағы *үнемі* иесінің жөндеушіні шақыруға дейін қамдануға тиісті ақауларды жою бойынша әрекеттерге арналған. Осы кітаптың алдыңғы сегіз бөлімі дәнекерлеу бойынша негізгі нұсқаулық рөлінде болуға тырысты. Демек, осы бөлімнің мәні – егер сіз алдыңғы бөлімдерде ашылып жазылған проблемалармен жолыққан кезде «не істеу керек» екендігі. Осы бөлімде сондай-ақ бір қатар жиі қойылатын сұрақтар, сонымен қатар тәжірибеге сүйене отырып, олардың әрқайсысының ең үздік жауаптары көрсетілген.

9.1 Проблемаларды айқындау

Кез келген техниканы қолданған кезде есте сақтайтын өте маңызды ереже бар. Ол тым қарапайым бақылаумен түйінделеді:

«Егер қалғанының бәрі көмектеспесе, бір тыныш жерге отырда нұсқаулықты оқы!»

Автордың дәнекерлеу саласында 50 жылдан астам жұмыс істеген мерзімінде ол үшін тұрақты өкініш көзі көптеген инженер-технологтардың дәнекерлеуде проблемалардың туындауы кезінде күшін салмастан, *расында проблеманың неде екенін анықтамастан бұрын*, оларды шешу-

ді бастау фактісі болды. Оның еліккен барлық жағдайларында адамдардың дәнекерлеудегі «тәжірибесі» мүмкін болатын дәнекерлеу бойынша толық үш тапсырма мен бірнеше жылдық үстіртін танысуы мен шектелгендігі туралы дәлел болды. Соңын да олар өздерінің дәнекерлеу процесі бойынша тәжірибелерінің ағымдағы проблеманы шешуге мүмкіндік беретіндігін жорамалдаған. Мұндай адамдармен келешекте сөйлескенде, олар өздері кезіккен проблеманы шешу мүмкіндігіне нұсқаушыны табу әрекетінде технология туралы ешқашан оқымау фактісін анықтады. Жағдай олар немесе олардың басшылары олардың алдында апат тұрғанын сезу нүктесіне жеткен кезде, олар өздерінің әрекеттерінен болған қиын жағдайды шешу үшін көмекке жөндеушіні шақырады. Өкінішке орай, көбінесе бұл кезге қарапайым және арзан шешім қолжетімді болмайды!
Шешілмейтін деп аталатын проблемамен кездескен кезде жасалуы тиіс ең тиімді *бірінші қадам*, келесі түсініктемелерде де жақсырақ ашылып жазылады:

«Егер күмәндансаңыз, мұндай заттарды білетін адамды тауып ал және одан кеңес сұра!»

9.2 Ақауларды жою нұсқаулығы

Берілген кітаптағы бөлімдер бірігіп, дәнекерлеудің нақты анықталған бірқатар техникалық ережелерді сақтайтындығы туралы қағиданы дәлелдейді. Нәтижесінде, сіз осы ережелерді сақтаған кезде, *үнемі* бар проблеманың шешімін әзірлеуге болады, ол қалаған нәтижеге жеткізеді. Өкінішке орай, бұрын айтылғандай, көптеген инженер-технологтар дәнекерлеу процесінің көптеген қырлары бойынша білімдері жоқ, олар өздері кезіккен проблеманың негізгі бөлігін құрайтын белгілі бір қиындықтарды анықтай алмайды. Әрине, ол олардың кінәсі емес және олардың ішінара табыс қажету үшін негіздер туралы жалпы көріністері бар болса да, тереңдетілген білімнің жоқтығы айтарлықтай маңызды өндірістік қиыншылықтарға әкелуі мүмкін. Мысалы:

• Цехта бос индукциялық станок болғандықтан, мысты және болатты дәнекерлеу үшін қыздыру көзі ретінде индукцияны таңдауы;
• Дәнекерленетін материалды біржерде қыздыру және келтіру;
• Тар жалғаным арқылы қоспа материалдың ағымы жақсартады деген шынайы үмітте қалпына келтіру ортасы бар үздіксіз әрекеттегі конвейер пешінде флюсті қолдану;

• Мысты мыс жабыны бараз көміртекті болаттан жасалған фитингке дәнекерлеу үшін өздігінен флюстелетін фосфордан құралған қоспа материалды таңдау;
• Дәнекерлеу үшін компоненттерді жинау кезінде аз көміртекті болаттан жасалған фитингке жез орнатылған кезде, жез түтігі және аз көміртекті болаттан жасалған фитингтің арасына жалғастырғыш жалғанымды жобалау;
• Аз көміртекті болатты тікелей алюминий-қола компонентіне дәнекерлеу және бұл тізімді шексіз жалғастыра беруге болады!

Дегенмен, алты негізгі ережелерді ұстануға дайын кез келген адам дәнекерлеудің өндірістік процесінің талап бойынша жатық өтетіндігімен кездесетіні осы кітапта бірнеше рет айтылған дәнекерлеу процесінің өте таңғаларлық қасиеті болып табылады. Міне осы ережелер:

• Дәнекерленетін беттердің қоспа материал балқығандағы және толтырғандағы *химиялық тазалығына* көзіңізді жеткізіңіз.
• Жалғаным бөліктері дәнекерлеу температурасына дейін *біртекті* жетуі тиіс.
• Жалғанымның жанасатын беттерінен зеңді жою үшін ең жарамды құралды таңдау қажет. Келесілерден таңдау қажет: (*өздігінен флюстелетін қорытпалар, қарапайым флюс, қалпына келтіруші орта, оксидтің инерттік ортада ыдырауы, вакуум*).
• Сіздің қолданатын қоспа материал үшін *тиісті (бақыланатын) өлшемдегі* түйіс саңылауды қолдану қажет.
• Орындалатын жұмыстың түрі үшін *дұрыс қоспа материалды (және қажетті кезде флюсті)* таңдау қажет.
• Дәнекерлеу температурасына жету үшін жалғанымның соңғы бөлігінде қоспа материалдың *берілуін немесе орналасуын* қамтамасыз ету қажет.

Жалпы, осы алты ережелердің шынында неге екпін қойылатындығы – ол барлық ережелердің ең негізгісінің келесіде болатындығы:

«*Күмәндансаң, тоқтап, өз проблемаңды бірінші принциптің негізінде қайта ойластыр!*»

Осы ұсыным процестің аудит рәсіміүшін және оның әдіснамасы үшін негізді қалыптастырады, ал рәсімнің қалыптастырған мысалын *Дәнекерлеу бойынша тәжірибелік өнеркәсіптік нұсқаулық (ағылш. IndustrialBrazingPractice)*, екінші басылымның 12-бөлімінен табуға болады, *оны осы*

дереккөз орналасқан жерден табуға болады.
Сіз дәнекерлеу кезінде проблемамен кезіксеңіз, жоғарыда аталған *негізгі ережені* қолданғаныңыз жөн. Проблеманы жоюдың тек осы жолымен жүргенде, кейін аңдаусызда үстінен түсу үшін, проблеманың артында жасырылған әлеуетті қиындықтардың барлық сан алуандығын білуге болады. Осы әлеуетті проблемалық аймақтар мен оларды жою әдістеріне қатысты қабылданатын шешімдердің әрқайсысын қарастыру қажет. Нәтижесінде, ол бірқатар *техникалық қанағаттандырушы* қадамдарды құрайды, оларды сақтау қарастырылатын жұмыс үшін айтарлықтай тиімді және шығынға тиімді технологиялық процестердің қалыптасуына әкеледі.

9.3 Сіз өзіңізге дұрыс сұрақ қоясыз ба?

Келесі 25 тармақтар дәнекерлеудегі қарастырылатын проблемаларды талдау кезінде есепке алуға қажетті кез келген жұмыс шектерінің әртүрлілігі туралы көрініс береді.

1. Түйіс саңылаудың өлшемдері қандай? (Есіңізде болса, олар алдын ала беріліп анықталған шектердің шегінде өзгере алады)
2. Іспеттес немесе әртекті негізгі металдар балқып жатыр ма?
3. Дәнекерлеуден кейін материалдар бір-бірімен үйлесімді ме?
4. Жалғастырылатын материалдардың қыздырылуы кезінде сызықтық кеңейтілім коэффициенттері қандай? (Егер әртектес материалдар дәнекерлеуге жатқызылса, олардың сызықтық кеңейтілім коэффициенттерінің қыздыру кезінде әр түрлі болатынын есіңізде сақтаңыз!)
5. Жинау кезінде негізгі материалдардың салыстырмалы орындары қандай?
6. Сәтті нәтижеге жету үшін егер жылу кеңейтілімінің түсініктері олардың қажеттілігіне нұсқайтын болса, олардың жалғанымдағы орындарының өзгерту мүмкіндігі бар ма?
7. Егер дәнекерлеуге әртекті материалдар жататын болса, түйіс саңылауы температурасы бөлме температурасынан дәнекерлеу температурасына дейін көтерілген кезде үлкейеді ме әлде кішірейеді ме?(Сындарлы өлшемнің ДӘНЕКЕРЛЕУ ТЕМПЕРАТУРАСЫ кезінде түйіс саңылаудың өлшемі болып табылатындығын есте сақтаңыз).
8. Балқытылған қоспа материалының жалғаным бетін сулау үшін, жалғанымның жанасатын беттерінен зеңді жоюдың қандай нақты әдістерін қолданған жөн?

9. Дәнекерлеу температурасы кезінде жалғанымға көлденең болатын еліктіргіш капилляр күші мен жылу градиентінің үйлесіміне байланысты қоспа материалының жібуін қамтамасыз ету үшін оны алдын ала қайда орналастыруға немесе беруге болады?
10. Пайдалану кезінде дайын жалғаным қандай температуралар диапазонына ұшырылады? (Осы сұрақтың жауабы қоспа материалды таңдауға айқын әсер етуін көрсетеді және температураға тәуелді негізгі материалдарды немесе қоспа материалдарды өзгерту қажеттілігіне көрсетуі мүмкін, ал төтенше жағдайларда – қыздыру әдісін әуедегі газ жалынды дәнекерлеуден сутекті ортадағы немесе тіпті вакуумдағы пештік дәнекерлеуге дейін өзгертуі мүмкін!)
11. Жалғаным салмақ түсіретін құрастырылымның бөлігі болып табылады ма?
12. Пайдалану кезінде ол статикалық немесе динамикалық жүктеулерге ұшырайды ма?
13. Пайдалану жүктемесінің өлшемі мен бағыты қандай болады?
14. Жүктеме тұрақты немесе айнымалы болады ма?
15. Дайын жалғаным қандай ортада пайдаланылады? (мысалы, ауа, коммуналдық-тұрмыстық сумен жабдықтау үшін су, теңіз суы, қышқыл ерітінділер, сілтілі ерітінділер, мұнай, газдар?)
16. Осы орта негізгі материалдың немесе қоспа қорытпасының коррозиясына себептеседі ме?
17. Қоспа материалды таңдаған кезде қандай *шектеуші параметрлерді* ескерген жөн? (Мысалы, компаияның саясаты құрамында 30% күмістің ең аз мөлшері бар қоспа материалын пайдалануды талап етеді, немесе жоғарғы басшылықтан белгілі бір қыздыру көзін қолдану туралы нұсқау талап етеді, себебі қолданыстағы осы қыздыру көзі алаңда орналасқан, алайда қазір ол ондажүргізілетін жұмыстың болмағандығынан тоқтап қалған).
18. Қандай қыздыру әдісі зерттелетін жұмыс үшін айрықша үйлесімді?
19. Дәнекерлеу кезінде бөлшектерді қысатын құрылғылармен ұстап тұру қажет пе?
20. Компоненттерді өздігінен бекітілетіндей етіп жинау құрастырылымын өзгерту мүмкін бе?
21. Егер өздігінен бекітілетін құрастырылымды қолдану мүмкін болса, ол түйіс саңылауына қандай әсер етеді, және ол дәнекерлеудің өзге қандай да бір параметрлерінің өзгерісін білдіреді ме? (мысалы, қоспа материалының өзгеруі, қыздыру әдісінің өзгеруі және т.б.).
22. Сағатына, күніне, аптасына және т.б қандай бөліктер санын дәнекерлеу қажет?

23. *Техникалық тұрғыда* автоматты дәнекерлеудің қандай да бір түрі осы жинақ үшін *қолданылады ма*?
24. *Коммерциялық тұрғыда* автоматты дәнекерлеудің қандай да бір түрі осы жинақ үшін *қолданылады ма*?
25. Осы жоба үшін қандай автоматтандырылған жүйенің түрі көбіне қолданылады?

Жоғарыдағы тізілімге тек жауап беруге қажетті *кейбір* негізгі сұрақтар ғана қосылған және әрине, әрқайсысы үшін бірнеше мүмкін болатын жауаптар бар. Дегенмен, зерттелетін жұмыс үшін тек бір абсолютті түрдегі дұрыс жауап болады. Осы кітаптың бөлімдеріндегі техникалық ақпарат туындалуы мүмкін осы және өзге сұрақтардың жауаптарына қандай да бір маңызды көрсеткіштерді көрсетеді.
Сіз белгілі бір жинақтағы дәнекерлеудің проблемасымен кездескен кезде сіз қандай да бір желіде бір адам (ол сіз бе?) дұрыс жауапты таппайтынына немесе *тіпті дұрыс емес сұрақты (-тарды) қоятындығы* көбіне ықтимал болатындығына сіз абсолютті түрде сенімді болатыныңыз өкінішті*!*

9.4 Икемділік

дәнекерлеу процесінің қорғаушы сапаларының бірі процестің өте икемділігі болып табылады, және инженер-технолог өз алдында немесе басқалардың алдында қойған негізгі сұрақтардың жауаптары абсолютті түрде емес, әлдеқайда аз жауап берген кезде де лайықты нәтижелерге ие болуға болады!
Дәнекерлеу проблемасындағы жалғыз *тұрақты* қасиет – олардың көптеген өзара әрекеттесетін ауыспалыдан тұратындығын түсінген абзал!
Сондай-ақ қолданыстағы ауыспалыдан бәрі дәнекерлеу процесінің сәтті нәтижесіне зиян әсер етпейтінін түсінген жөн. Сондықтан, ақауларды тиімді жоюдың құпиясы зиянды болып табылмайтын ауыспалыларды анықтау қабілеттігінде, сондықтан оларға *айтарлықтай ерекше мән берілмейді* және маңызды проблемаға әкелуі мүмкін және ескерілуі тиіс, сондықтан бақылануы тиіс.
(Осы кезде оқырманғаның кідіріс жасағаны жөн және әртекті металдар балқыған кездегі оның білетін қанағаттандырылған дәнекерлеу туралы ойланғаны жөн. Мұндай сәтті процесті әзірлеу кезінде бұрын соңды айтылған негізгі кезеңдер ойластырылған, айнымалылар анықталған, ал өндіріс кезінде қиындықтарды туғызатындар толық өндірістік бағдардың аяқталуына дейін бақылауға алынған).

Инженердің тікелей басшысы (көбінесе дәнекерлеу технологиясының егжей-тегжейлігін жетік игермеген) инженер-технолог дәнекерлеу цехында жұмыс істесе, ол *дәнекерлеу бойынша білікті инженер* болып табылады деп болжағандығы, осылардың бірінің инженердің өмірін жеңілдетпейтіні өзінен-өзі түсінікті. Егер компания жалдаған құрылымдық бөлімшенің басшысы өзін шамамен бес жыл дәнекерлеу процесімен жұмыс істегендіктен дәнекерлеудің ұстазы ретінде есептейтіндігі – онымен болатын жағдайлардың ең жаманы болып табылады. Мұндай жағдайларда бейшара цех инженері шешуге мәжбүр болатын бүлінушілікке әкелген шындығынан сұмдық рәсімдерді жиі қолданылады. Автордың тәжірибесі бойынша мұндай жағдайлардың көбісінде сәтсіздіктің шынайы себебі дәнекерлеу процесінің өзінде емес, алайда қиындықты туығызып жатқан процестің әзірлеуіне жауапты *адам* болып табылады.

Бұл жағдай көбінесе сөйлесулерге әкеледі, әрі кетсе олардың комментарийлері дәнекерді пайдалануға қатысты өте сынды. Мысалы, «Дәнекер? Еш себепсіз, біз оны осы тапсырма үшін үш ай қолдандық, ештеңе шықпағанын көріп тұрсың!». Мұндай реакция түсінікті болса да – осындай көп таралған және жалпы сенімді жалғаным процесі бойынша өте қайғылы комментарий болып табылады. Тәжірибе дәнекерлеу процесі туралы терең білімі бар адамның бірінші принциптері бойынша дәнекерлеу проблемаларын зерттеу кезінде және дәнекерлеудің негізгі принциптерін жүйелі түрде қолдану кезінде, *егер компания жалдаған консультант проблеманы шешу үшін бөлімшенің басшысына «Неліктен сізөндірістік мақсатқа жеткіңіз келсе, бөліктерді индукциялық процестермен қыздыру қажет болатын шамамен алты немесе жеті себеп болғанда берілген жұмыс үшін газды жалынды дәнекерлеуді қолданып жатырсыз?» деп жүгінбесе. техникалық тұрғыдан дұрыс шығынға тиімді шешімді әзірлеу ақырғы нәтиже* болып табылады. Менің бағалы тәжірибем күмәнсіз жергілікті басшылықтың мұндай сұраққа ешқашан жақсы ниетпен қарамайтындығын көрсетеді.

Өкінішке орай, сала үшін дәнекерлеу бойынша консультант-«мамандар» саны айтарлықтай шектеулі (алайда дәнекерлеу бойынша консультанттарға ол өте жақсы). Барлық ЕО және Солтүстік Америкада айқын түрде дәнекерлеу бойынша тәжірибелі консультант деп аталатын адамдардың саны аз екендігі ақиқат. Компания дәнекерлеу саласында проблемалармен жолыққан жағдайларда оларға дәл осы адамдарға көмекке жүгінген жоқ. Осы кітапты жазудың себептерінің бірі ол мамандардың жетіспеушілігі. Әрине, онда дәнекерлеудің барлық проблемаларына жауап табылмайды. Алайда бұл кітап инженер-технологқа олардың дәнекерлеу

процестерінде толықтай түсінбейтін және *сондықтан оларға маманның кеңесін алуға қажетті* жерлерді оның қандай да бір шешімді қабылдауына көмектесетін жеткілікті ақпараттан тұрады.

9.5 Ақыл-кеңеске жүгіну

Егер сіздің қазіргі жағдайыңыз осындай болса, жауап түсінікті.

Сізге қажетті түсініктеме беретін адамға немесе ұйымға қолдау үшін жүгініңіз.

Бұрын аталып кеткендей, жүгінуге болатын мамандар өте аз; әлбетте сіздің қолдануды жоспарлаған дәнекер қорытпаларының жеткізушісінен бастау қажет шығар. Дегенмен, егер сізге коммерциялық бейтарап кеңесші қажет деп шешсеңіз, әсіресе сіздің сұрауыңыз дәнекерлеу технологиясының өзге көріністері бойынша толықтай консультацияны қажетсінетін болса, мысалы, қалпына келтіретін ортада пештік дәнекерлеу, вакуумдық дәнекерлеу, қышты дәнекерлеу, және т.б. болса, онда барлық ЕО және Солтүстік Америка бойынша мамандардың саны жеті адамнан аспайды. Мүмкін, бірінші қадам ретінде, сізге интернеттің көмегіне жүгінгеніңіз жөн шығар және сіздің сүйікті іздеушіңізден дәнекерлеу бойынша консультанттардың тізілімін табуға болатын шығар. Осыдан кейін ендігі сөз сенде: аулауда сәттілік!
Енді біз өз назарымызды жиі қойылатын сұрақтарға, сонымен қатар сұрақтың себебі болып табылатын мәселелердің шешіміне аударуымызға болады.

9.6 Жиі қойылатын сұрақтар

Осы бөлімде келесі тоғыз сұрақ талқыланатын болады:

1. Қыш бұйымдарын дәнекерлеу мүмкін бе?
2. Электролиздік жабынды бұйымның бетіне дәнекерлеу мүмкін бе?
3. Вольфрам карбидінен жасалған кесуші тілімшені жоғары жылдамдықты дискілі араның төсеміне дәнекерлеу үшін қандай қоспа материалды қолданған жөн?
4. Пеште флюссіз қалпына келтіретін ортамен жездің дәнекерленуі мүмкін бе?
5. Егер қолданыста дәнекерленген жалғаным аммиакпен байланысатын болса, мен қандай проблемалармен кезігемін?

6. Дәнекерленген жалғанымдар үшін қолданыстың ең жоғарғы температурасы қандай?
7. Құрал-жабдық болаттарын дәнекерлеуге болады ма?
8. Саңылаулық коррозия дегеніміз не?
9. Trillium жобасы деген не?

Автор дәнекерлеу проблемалары бойынша жөндеуші ретінде 50 жылдан астам уақыт өткізді, және осы уақытта технологиямен байланысты лайықты тәжірибе деңгейін тапты. Тіпті осындай негізбен дәнекерлеу процесінің пайдаланушысына іргетасты қателерін жіберуге болады, екі минуттық ойланудан кейін сұрамау керек еді немесе кем дегенде басқаша сұрау керек еді! Содан кейін нақты оқиға бойынша есеп берілген, онымен автор 20 жыл бұрын кезіккен, онда тіпті маманның клиент алдында өзін жаңа келгендей етіп қоюы көрсетілген.
Оқиға менің 1996 жылы Жаңа Зеландияның Солтүстік аралында орналасқан тоңазытқыштар өндірушісіне барғанда болды. Компанияның өндірістік басшысымен өндірістік алаңда болу кезінде мен тоңазытқыш жүйелерінің түтіктік бекіткіштеріндегі барлық дәнекерлеу операцияларының жоғары құрамды күміспен және фторид негізіндегі флюспен күмістік қатты дәнекерлеумен өндірілетінін байқадым. Мұндай үйлесім жүйеде тіпті мыс-мыс жалғанымдары үшін қолданылған.
Егер қазіргі еуропалық тәжірибеге сәйкес мыс-мыс жалғанымын күмісті-мыс-фосфорлық немесе мыс-фосфорлы қорытпалармен дәнекерлесе, айтарлықтай көп шығынның азаюына жетуге болатынын мен атап айттым. Менің сөйлескен компанияның инженер-технологы оның компаниясының тек төмен температуралы күміс қоспа материалдарын ғана қолданатындығын айтып жауап берді, себебі тоңазытқышты дайындау кезінде олардың қайда қолданылатынын ешкім білмейді. Мен неліктен оның маңызды екендігін түсінбейтінімді айттым және жауап алмағандықтан біз өзге сұрақтарды талқылауға кірістік.
Өзінің ыстық су көздері мен жанартау энергиясының топырағынан ысытылатын көлдерімен танымал, Жаңа Зеландия ауданындағы Ротаруа қаласындағы зауытта қатты қорытпамен кесетін тілімшемен бұрғыны дайындаумен айналысатын клиентке бардым. Аймақтағы жанартау белсенділігінен ауа ласталған және күкіртті сутек иісі бар.
Маған кеше көрген мұздату инженерінің неліктен барлық дәнекер жалғанымдары үшін күміс негізіндегі қорытпаларды ғана қолданғаны кенеттен еске түсті. Себебі, ол, мен де егер фосфор құрамдас қоспа материалдарымен өндірілген жалғанымдары бар тоңазытқыш Ротаруада қолданылса, атмосферадағы күкіртті сутектің болуы дәнекерлеуден

кейін жалғанымда фосфор құрамдас фазалардың жедел коррозиясына ұшырайтындығын білді. Ол жалғанымның мезгілсіз істен шығуына әкелетінін сөзсіз.
Яғни, беделді сақтау үшін, сол күні өндіріс басшысына келесі сұрақты қойған жөн еді: «Сіз неліктен фосфорқұрамдас қорытпаларды қолдана алмайсыз?». Мен келесі таңда қоңырау шалып, менің нені білгенімді түсіндірдім және біз дос болып қоштастық, кейін менің Ұлыбританияға қайтып келгенімнен кейін ол менің жұмыс істеген компанияның жергілікті агентінен қатты дәнекерлеу бойынша өз бизнесінің едәуір пайызына тапсырысты жариялаған.
Сіздің көріп отырғаныңыздай, егер нақты оқиға бойынша барлық директерге ие болмаса, тіпті маманның өзі де қате жіберуі мүмкін!
Енді біз осы бөлімде қойылған сегіз сұрақты жалғастырамыз және қарастырамыз.

9.6.1 Қыш бұйымдарын дәнекерлеу мүмкін бе?

Осы сұраққа қысқаша жауап – иә, алайда бұл кезде арнайы қоспа материалын қолданған жөн, ал процесті вакуумда жүргізген жөн. Егер сізге қышты дәнекерлеу керек болса, келесі парақтарда ол үшін ненің қажет екендігін және неліктен сипатталған сұрақтардың табысты нәтижеге жету үшін маңызды екендігін біле аласыз.

9.6.1.1 Қыш бөліктерін тікелей дәнекерлеу
9.6.1.1.1 Кіріспе

1960 жылдардың ортасынан жоғары температура кезінде қатылығымен жақсы тұрақтылығына қатысты қыштың қасиеті оның қазіргі техникалық қолданыста кең сұрыптамада қажетті компонент ретінде оның танылуының өсетіндігін білдіретіндігі орнатылған фактболып табылады. Оларды белгілі бір жұмыстар үшін қолдану оны бір-бірімен немесе металдармен қосу қажет екендігін білдірді. Дегенмен, бірқатар тәжірибелік себептер бойынша, қышты тікелей дәнекерлеу мүмкін емес, оның бастапқы қолданылуынан бастап оны қосудың баламалы процестерін әзірлеу қажет екендігі белгілі болды. Осылайша және негізінен Құрама штаттарында 1960 жылдарының басында өз ғарыштық аэроғарыштық бағдарламасын толтыру үшін қышты қосу әдістерінің мұқият зерттеуі жүргізілді.
Осы зерттеу салаларының бірі дәнекерлеу болды және өнеркәсіпте қышты қолданудың алғашқы жылдары бүгінде молибден-марганец ме-

талдау әдісі ретінде танымал әдісті қолдану жолы таңдалды. Мұндай рәсімде жалғанымдағы алюминий тотығына біріктіру процесімен метал жабынын құюға болатыны орнатылды. Жабынды құю қажет бөліктер металл және оксидті ұнтақтардың қоспасымен жабындалады, пешке орнатылады және дымқыл сутекте шамамен 1500°С температурада біріктіріледі. Сутекті ортадағы су буының аз көлемі өте аз қышқылданатын ортаны құру үшін қолданылады, олардың болуы процеске қойылатын талап болып табылады. Жабылған бөліктерді суытады, пештен алады және сосын оларға өте жіңішке никельдің гальваникалық жабынын құяды. Сөйтіп, олар төсемі бар гальванизацияланған қабаттың молибден-марганец металдауымен біріктіру үшін шамамен 950°С температурада қайтадан пісіріледі. Компоненттер, операцияны суыту кезеңінде қышта құрылған күштерден қыш төсемдерінің жарықтарының болу тәуекелін жою үшін және бөліктер жеткілікті түрде суыған соң, қолмен пештен алу үшін баяу суытылады.

Осы рәсімнің нәтижесінде үлгілі күміс-мыс эвтектикасы, палладий-күміс, алтын-никель және өзге де осы үш екі еселенген қатты дәнекерлеу жүйесінің өнімді жүйелері сияқты қатты дәнекерлеудің бірнеше түрлерін жібітуге болатын беті құрылады. Әрине, сипатталған әдіс глиноземді металдарға дәнекерлеуге мүмкіндік беретін процесті қамтамасыз етеді, алайда түрлі кезеңдердің күрделілігінен одан да жақсылауы қажет екендігі белгілі болды және кездейсоқ кезде маңызды ашылу жүргізілді.

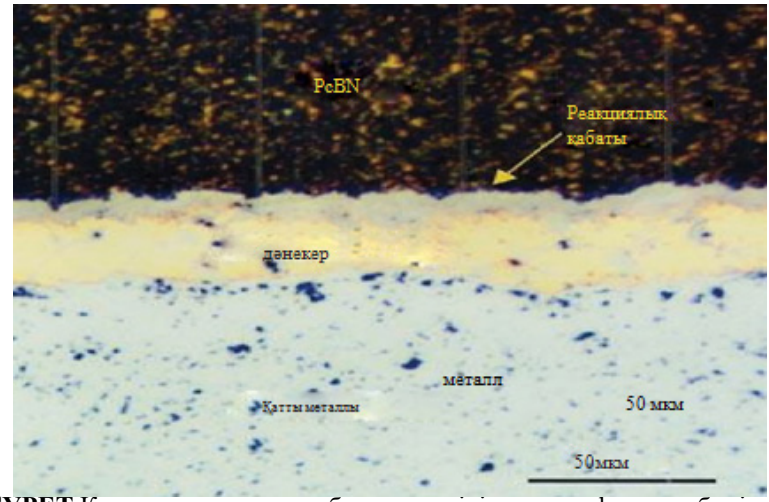
Бұрын аталғандай, қышты біріктіру әдісі ретінде дәнекерлеуді қолдану белсенді түрде зерттелгенде, американдық аэроғарыштық индустрияның жұмысшысы құрамында аз өлшемді циркойний болған қатты дәнекерлеу үшін эксперименталды қорытпамен шамамен 1150°С температура кезінде молибден-марганецпен металданған бетті дәнекерлеу кезінде қоспа материалы тек қана металданған бетті ғана суландырмады, *кремноземнің бетіндегі материалдың ағымы оны да суландырғаны анықталды*! Дегенмен, американдық зерттеуші (Архимед сияқты) «Эврика» деп, оның ағымдағы жұмыс бағдарламасы үшін өте маңызды нәрсенің, яғни оның қолданған қыштың үстінде болған анық сулануының болғанын сезінген соң айқайлағаны туралы қауесет жалған!

Американдағы дәл осы ашылу нәтижесінде белсенді металдарды дәнекерлеу технологиясының құрылуына әкелген жолдың алғашқы қадамы болды деп көпшілік болжамдаған (9.1-суретті қараңыз). Қыш бетін тікелей дәнекерлеуге қабілетті қоспа материалдар топтамасын әзірлеу қыштың өзімен, өзге қышпен және метал қышпен, сондай-ақ, бірқатар отқа төзімді металдармен тікелей дәнекерлеуін жүгізуге мүмкіндік

берді. Белсенді қатты дәнекермен суланатын *қыш* материалдарының ішінде – кремнозем, кремний нитриді, бор карбиді, бор нитриді, поликристаллды алмаз (PCD), табиғи алмаз, жақұт, кремний карбиді, цирконий қостотығы, шыны және таза графит бар.
Дегенмен, 9.6.1.2-бөлімде біз поликристалды алмаз (PCD) өндірісі мен дәнекерді талқылаймыз. Берілге материал көбіне-көп вольфрам карбидінен жасалған ұшы бар қарапайым құралмен бұрын жасалған механикалық өңдеу операциялары үшін қолданылады. Ол синтетикалық алмаз болған PCD өте қатты және айтарлықтай тозуға төзімді болатынымен түсіндіріледі. Көбінесе салыстырмалы түрде вольфрам карбидінің кішкене бөліктерін PCD ұшымен болатқа немесе өзге вольфрам карбидінің бөлшегіне дәнекерлеу қажет болады.

9.6.1.1.2 Қышқа арналған қоспа материалының жалпы қасиеттері

Негізінде қолданылатын қоспа материал өз формуласында белсендіретін элементтен тұрады (9.1-кестені қараңыз). Көбінесе ол титан, алайда сондай-ақ гафний және цирконий болуы мүмін. Дәнекерлеу рәсімі кезінде (ваккумда немесе таза, ультра-құрғақ аргонда жүргізілуі тиіс) белсендіруші элемент шамадан тыс күрделі интерметалдық металлургиялық фазалар топтамасын қалыптастыру үшін қыш тілімімен



9.1-СУРЕТ Қоспа материалымен белсендендірілген вольфрам карбидіне дәнекерленген поликристалдық бор нитриды(PcBN) бөлігінің микросуреті. Қоспа материалы мен бор нитридінің жоғарғы бетінің арасындағы реакциялық қабатқа *назар аударыңыз*. (Фотосурт в «LiegemanAG»,Лихтенштейнде жасалған).

реакцияға түседі, ол нәтижесінде балқытылған қоспа материалымен суландырылады.
Нәтижесі – вакуумды тығыз жалғаным, ол көбінесе өте тұтқыр және таңдалған белсенді қоспа материалының құрамына байланысты шамамен 600°С жұмыс температурасына шыдайды.
Қоспа материалдарының айтарлықтай кең ауқымы қолжетімді. Негізгі түрде, берілген материалдар Құрама Штаттарында әзірленген және сәйкесінше оларды Еуропада табу қиынға соғады. Нәтижесінде, біз Еуропада жеңіл табылатын тек жеті материалға ғана түсініктеме береміз. Олар келесілер:

• Қышты *тікелей жоғары температурада дәнекерлеу* үшін 5 материал;
• Қышты *тікелей төмен температурада дәнекерлеу* үшін 2 материал (дегенмен, төменде түсіндірілген себептер бойынша «төмен температуралы дәнекерлеу» термині күмән тудырады).

Берілген материалдардың қышты суландыратын себептері бойынша процестер шамамен 875°С жоғары температура кезінде ғана жүргізілетінін түсінген өте маңызды екендігіне назар аударыңыз. Сөйтіп, жалғанатын жинақтарды кем дегенде осы температураға дейін қызыру қажет. Нәтижесінде, «төмен температуралы дәнекерлеу» сипаттамасы – ол дұрыс емес атау болып табылады. Себебі берілген материалдарды кем дегенде осы температуралық деңгейге дейін қыздыру қажет,

9.1-КЕСТЕ
Қышты тікелей дәнекерлеу үшін жиі қолданатын белсенді қоспа материалдар

Белсенді материал түрі	Номиналды құрамы	Белсенді элемент	Балқудың шамалы ауқымы (°С)	Дәнекерлеу температурасыныңауқымы (°С)
Жоғары темп.дәнекер	75Ag/20Cu/5 In	Титан	730–760	850–950
Жоғары темп.дәнекер	100Ag	Титан	960	995–1050
Жоғары темп.дәнекер	72.5Ag/27.5Cu	Титан	780–805	850–950
Жоғары темп.дәнекер	65Ag/35Cu	Титан	770–810	850–950
Жоғары темп.дәнекер	99Ag/1 In	Титан	950–960	995–1050
Төмен темп.дәнекер	89.5Sn/10.5 Ag	Титан	220–275	850–950
Төмен темп.дәнекер	96Pb/4 In	Титан	320–325	850–950

ол дәнекерлеу үшін белсенді қорыту үшін талап етіледі, дегенмен берілген екі материалдың *ликвидусының* температурасы 450°С төмен болғандықтан, халықаралық келісім мұндай материалдардың *жұмсақ дәнекер* ретінде сипатталуын талап етеді. 9.1-кестеде қышты тікелей дәнекерлеу үшін жиі қолданатын белсенді қоспа материалдарының таңдаулары көрсетілген.

Сондай-ақ, балқыған қоспа материалында қыш тілімшесінің сулануы болуы үшін, белгілі бір ең аз белсенді элементтер саны болуы тиіс екендігін атап айтқан маңызды. Сулану процесінде белсендіруші элементтің көп бөлігі балқыған қоспа материалының/қыштың бөлу шегіне жылжуға және шоғырлануға ұмтылатыны орнатылған факт. Берілген феноменнің әсері балқыған қоспа материалының *ұмтылатын фронты* тек аз мөлшердегі белсендіруші элменттен тұратындығымен болады. Берілген феномен жуырда қоспа материалы ағуының толықтай тоқтатылуына әкеледі. Ол материалдың белсендіруші компоненті деңгейінің сулануды қолдау үшін жеткіліксіз шоғырланымға дейін түсуімен түсіндіріледі.

Нәтижесінде, дәнекерлеу үшін белсенді қорытпаларға қатысты «ағу» термині әдетте күтілетін жағдаймен салыстырғанда мүлдем өзге мәнді білдіреді, мысалы, дәнекерлеу үшін қарапайым күміс қорытпасы азкөміртекті болаттың азкөміртекті болатпен қосылуы бойынша суланады және ағылады. Негізінде егер күміс құрамдас қоспа материалы жақсы ағылу сипаттамасын көрсетсе, 15-20 мм (шамамен ¾ дюйм десек) қосылудың жүргізілуі үлгілі мүмкіндік болып есептелетін еді, мысалы, ISO17672 стандартының Ag155 түрінің талаптарына жауап беретін Ag–Cu–Zn–Sn 55% қорытпасы болаттың болатпен қосылуын дәнекерлеу үшін қолданылған. Дегенмен, дәнекерлеу үшін белсенді қорытпа тек 5 мм (1/16 дюймді) құрағанда ғана жақсы ағылу жүргізіледі деп есептелінеді!

Дәнекерлеу үшін белсенді қорытпалардың осы қасиеті неліктен көптеген қолданыстар үшін дәнекерлеуге арналған қорытпадан жасалған, қосылатын бөліктердің арасына орналастырылатын қабықшаны қолдану талап етілетіндігін түсіндіреді. Жалғыз мақсат сенімді және тиісті түрде дәнекерленген жалғанымның өндірісі болып табылғанда балқыған қоспа материалының айтарлықтай ағылуы сәттіліктің міндетті шарты болып табылмайтын факті барлығына мәлім! Сөйтіп, дәнекерлеу үшін белсенді қорытпалар жақсы капиллярлық ағымды көрсетпейтіндіктен, оларды өзге никельді негіздегі қоспа материалдармен бірге нөлдік ағымы бар қоспа материалы ретінде жіктеген жөн.

9.6.1.1.3 Нақты ескертулер үшін қоспа материалдарды таңдау

Негізгі ереже келесідей:

Суыту кезінде дифференциалдық жылу қысымының нәтижесі ретінде шақырылған жүктememен, қыш немесе металл қыш бұйымдардың бас тартылуын болдыртпау үшін жеткілікті жақсы тұтқырланған қоспа материалын таңдаңыз.

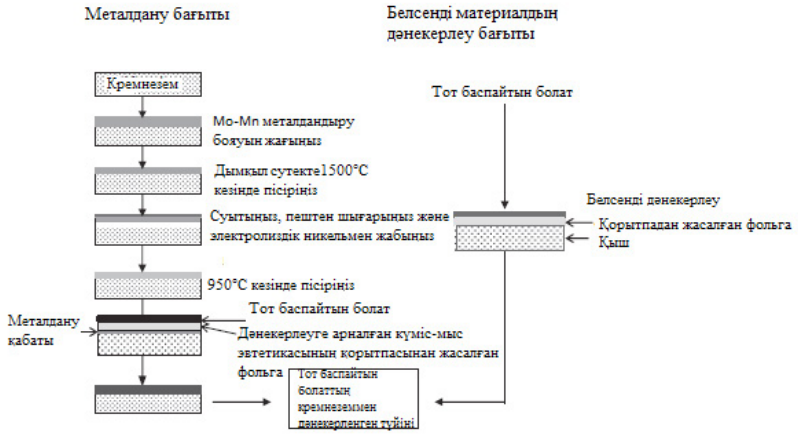
Келесі параграфтарда осы кәсіпорын үшін неғұрлым лайықты материалды таңдауда көмектесетін ұсыныстар көрсетілген.

1. 75Ag–20Cu–5 In + (Ti) Бұл материал 9.1-кестедегі бірқатар дәнекерлеуге арналған белсенді қорытпаларды қалыптастыратын, өзге бес материалдардың ішіндегі ең төмен температура ауқымына ие. Ол суланудың және ағудың жақсы сипаттамаларына, жоғары ішкі беріктігіне ие, *бірақ салыстырмалы түрде тұтқырлық деңгейі төмен*. Жоғарыда аталған негізгі ережеге байланысты соңғы екі сипаттамаға түсініктеме берген жөн.
Ішкі жоғарғы беріктік фактісі оны қолданудың айқын басымдылық бейнесін береді. Дегенмен, берілген басымдық тиісті кеңейтілім коэффициентіне ие берілген материалмен жалғанған бөліктер іске асырылуы мүмкін, мысалы, NiloK және кремнезем. Егер кеңейтілім коэффициенттері өте қатты айырмашылықтағы бөліктерді жалғастырса, онда суыту кезеңіндегі жалғанымға әсер ететін, қысу кезінде туындаған кедергі өлшемі бір және/немесе екі жалғанымның және/немесе компоненттің бас тартуына әкелуі мүмкін.
Қорытпаның жақсы беріктік сипаттамаларға ие болса да, оның пластикалық деформацияға және қызу кезіндегі осындай кедергіні жұту қабілеттігі салыстырмалы түрде шектеулі.
2. 100Ag+ (Ti) Бұл материал 9.1-кестедегі барлық материалдардың ішінде ең жоғары балқыту температурасына және титан құрамына ие. Ол бір уақытты басымдық та (болжалданған қолданылуға байланысты) және кемшілік те болады!
Жоғары титан құрамына байланысты сулану жақсы жүргізіледі, алайда осы себеп бойынша материал *кремний карбидін* дәнекерлеуге арналған қолданыс үшін келмейді. Ол титанның кремниймен реакциясы кезінде кеңінен таралған өте осал интерметалдық фазалардың қалыптасу феноменіне байланысты болады.
Жоғары көлемді күміс құрамынан дәнекерлеуден кейін жалғанымда бо-

латын материал барлық қатынастарда таза күміс болып табылады, нәтижесінде ол:

• Шамадан тыс қақтауға төзімді;
• Шамамен 600°C дейін тотығуға өте жақсы беріктікті көрсетеді;
• Созылуға өте төмен беріктікке ие (200°C астам температураның көтерілуінен кейін төмендейді!).

Осының салдарынан, осы материал 200°C жоғары пайдалану шарттарында *пайдалану жүктемелеріне төзу талап етілмейтін* вакуумды тығыз жалғанымдар талап етілген кезде ғана қолдану үшін жарамды болады.
Осы материал үшін ұсынылатын дәнекерлеу температурасының ауқымы: 995°C–1050°C. Өкінішке орай, мұндай температура деңгейінде ваккумдық дәнекерді қыздыру әдісі ретінде таңдау кезінде, күмістің булануының болуы ықтимал. Берілген проблеманың болуынан пештің камерасына таза, құрғақ *аргонның* ішінара қысымын енгізу арқылы, яғни қыздыру процесінің ақырғы кезеңінде күмістің ұшып кету процесін басу арқылы құтылуға болады.
3. 72.5Ag–27.5Cu+ (Ti) Шын мәнінде бұл материал белсендірілген күміс-мыс эвтетикасы болып табылады. Нәтижесінде ол қарастырылып жатқан ауқымдағы материалдардың ішіндегі ең әмбебап материал. Ол суланудың және ағудың жақсы сипаттамаларына ие, бірақ 100% Ag материалына қарағанда және тіпті төменде көрсетілген 65% Ag–Cu



9.2-сурет. Кремноземнің тот баспайтын болатқа дәнекерлеуі үшін қолжетімді екі әдістің көрінісі.

қорытпасына қарағанда дәнекерлеуден кейінгі тұтқырлық деңгейі төмен. Осы материалды қолдану мысалының үлгісі 9.2-суретте көрсетілген.
Осы маңызды аспектіні талқылауды жалғастырудың алдында дәнекерлеу үшін белсенді қоспа материалын қолдануды металдану процесімен салыстырған қызық болады (9.3-суретті қараңыз). Әрине, келесі нобайлар табиғи емес өлшемде көрсетілген.
Сіз екі маршруттың қайсысын қалайсыз?
4. 65Ag4–365Cu + (Ti) Бұл материалда барлық ауқымның ішіндегі ең төмен титан құрамдысы және сондықтан оның сулану және ағу сипаттамалары онша жақсы емес. Дегенмен, салыстырмалы түрде төмен құрамды титанға байланысты материалдық тұтқырлығы дәнекерлеуден кейін айтарлықтай жақсы.
5. 99Ag–1In + (Ti) Бұл материал кремний нитридін, алмазды және PCD дәнекерлеу үшін арнайы әзірленген. Оның өзге қолданыстары жоқ және сондықтан оны берілген материалдарды өзімен, бір-бірімен немесе өзге материалдармен дәнекерлеу қажет болған кезде ғана қолданған жөн.

9.6.1.1.4 Белсенді жұмсақ дәнекер

Белсенді жұмсақ дәнекер төмен механикалық беріктікке ие және сондықтан көбінесе:

9.3-сурет.
Дәнекерлеу үшін белсенді қорытпаның көмегімен тот баспайтын болаттың кремнеземге ораманың техникалық өмірге қабілеттігі. (Сурет үшін «Umicore AG & Co. KG Business line Braze Tec», Ганау, Германия алғыс).

♣ Төмен пайдалану жүктемелері;
♣ Жалғанымның жұмыс температурасы 100°C төмен болғанда
♣ Жалғанатын компоненттер *түрлі* жылу кеңейтілім коэффициенттеріне ие болған кезде тығыздау ретінде қолдану үшін жарамды.

Титанның болуымен қарастырылатын әрекет табиғи түрде орындалуы үшін, берілген материалдар қатып қалмас үшін қыздыру шамамен 900°C міндетті болса да, жинақ және сондай-ақ жалғаным шамамен 300°C суымайды. Әрине, компоненттердің осы температураға жету кезінде дәнекерлеу температурасынан олардың салқындау процесінде көрген дифференциалдық қысудың көп бөлігі болады. Белсенді дәнекерлейтін материалдардың күшті тұтқырлығына байланысты, қорытпа әдетте адындағы қысымды жалғанымға бас тартусыз дайындықпен өтейді. Дәл осы қасиет түрлі кеңейтілім коэффициентті материалдардың жалғануы кезінде оларды қолдану кезінде пайдалы етеді.
Ұштастырылған материалдардың бір-біріне қатысты орналасу тұрғысынан өте жақсы құрылымды жалғасу кезіндегі анықтаушы фактор – әр жалғанатын бөліктердің сәйкес кеңейтілім коэффициенттері болып табылады. Ол барлық жағдайларда маңызды, соның ішінде жалғастырғаш жалғанымын дайындау кезінде өте маңызды. Қыш бұйымдарын дәнекерлеу кезіндегі жоғары дәрежесі көбінесе ұштасатын бөлік – материал жанасушы беттердің арасында сәйкес жылу кеңейтілім коэффициенттеріне ие болған жағдайларда болады. Жалпы ереже бойынша жылу кеңейтілім коэффициенті дәнекерлеуден кейін салыстырмалы түрде үлкен қысу кедергісіне ұшырайтын болады. Ол қолдану үшін белсенді қоспа материалды таңдау кезіндегі ең маңызды түсінік болады.
Енді біз қыш бұйымдарын дәнекерлеуден кейін не қажет екенін білеміз және оқырман процесті жақсы түсінуі үшін, біз PCD қысқартылымымен кең танымал поликристалдық алмаз өндірісі мен дәнекерлеуін толық қарастыратын боламыз.

9.6.1.2 PCD дәнекерлеу
9.6.1.2.1 Поликристалды алмаз дегеніміз не?

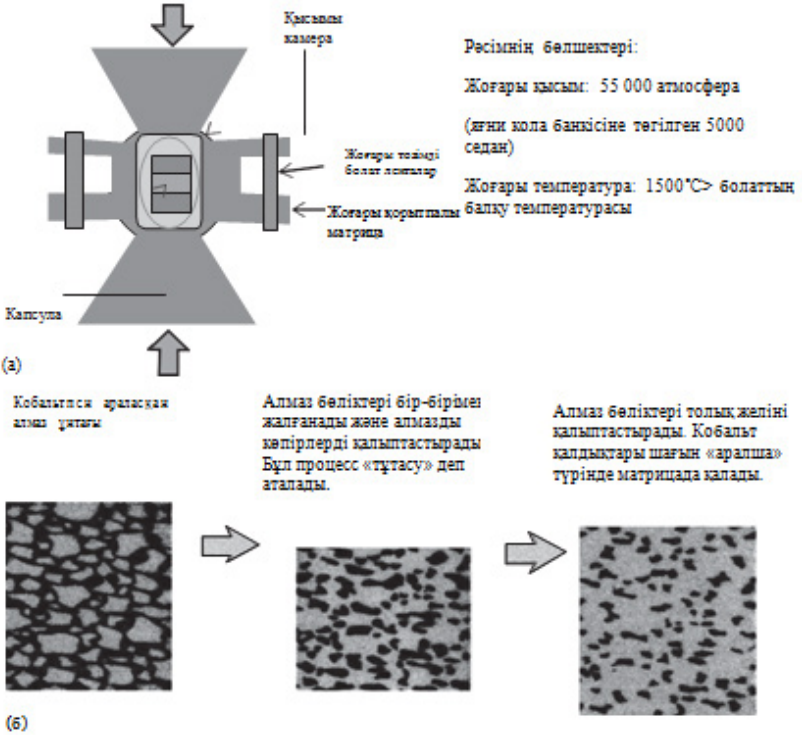
PCD, шын мәнінде – алмаз негізіндегі синтетикалық пресстеу, қарапайым түрде жоғары температураға дейін қыздырған, соның ішінде өте жоғары қысым берген өте таза көміртекті ұнтақ (9.4a- және b-суретін қараңыз). Тіпті, синтетикалық алмаз және PCD табиғатқа қарағанда табиғи алмаздың түзілуіне әкелетін температура және қысым төмен кезін-

де өндіріледі. Мұндай өндірістік шарттар арнайы катализаторларды қолдану арқылы жетіледі. Нәтижесінде алынатын синтетикалық алмаз кобальт ұнтағымен әдетте вольфрам карбидінен жасалған дискілерде, PCD ретінде танымал қысылған қатты денені қалыптастыру үшін қайта пісіріледі. Алмаздық дәндердің аз өлшемі және PCD байланыстыратын заттың өзі алмаздық катализатор болғандықтан, 750°C жоғары температура кезінде материалды графиттауға сезімтал қылады.

Рәсімнің бөлшектері:

50°C ең аз жоғары температурадан ауытқулар PCD төзу уақыты 800°C жоғары температура кезінде 5-7 секундтан аспаған кезде зиян келтірмейді. Дегенмен, *дәнекерлеу процесі кезіндегі температураны өте дәл бақылау* дәнекерлеу операциялары сәттілігінің негізгі алдын ала шарты болып табылады.

Дәнекерлеудің төмен температуралы қолдануды қамтамасыз ету қажеттілігі PCD-ны тілімшеге дәнекерлеу үшін дәнекер түрін таңдауға мәжбүр



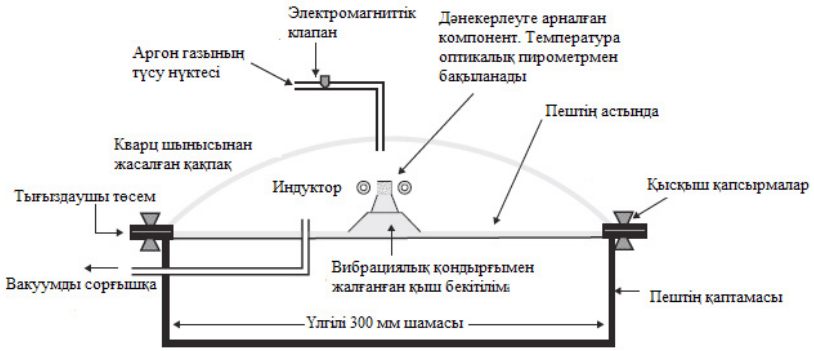
9.4-СУРЕТ(а) PCD өндірісі үшін қолданылған әдіс және (б) PCD өндірісінің түрлі кезеңдері.

етеді. Белгілі себептер бойынша, сондай-ақ мұндай қорытпаның қысқа балқу аралығына ие болғаны жөн. Сонымен қатар, PCD қыш түрі ретінде қарастыруы болғандықтан, жеке флюсті қолдануды талап ететін қарапайым дәнекерлеу тәсілдері қатты PCD жағдайында жарамсыз (яғни, вольфрам карбидінен жасалған төсемінсіз). Нәтижесінде, қатты дәнекер тек PCD ғана сулатуы қажет, қоспа материалы ретінде осы бөлімде бұрын сипатталған қатты дәнекерлердің бірін қолданған жөн.

Төмен температураны қолдану қажеттілігінің қоспа материалының балқыған күйде жоғары ағымдылыққа ие болу талабымен бірге үйлестігі *белсенді* күміс-мыс эвтетикасы болып табылатын қорытпаны қолдану басымдылығын көрсетеді (яғни 9.1-кестедегі №3 қорытпа). Берілген материалдың негізі – 72% Ag/Cu 778°C бірыңғай балқу нүктесіндегі қорытпа, осы температура мұндай жұмыс түрі үшін жарамды таңдау болу үшін айтарлықтай төмен. Жалпы, мұндай жұмыс түрі арнайы құрылымдағы ваккумды пеште жүргізіледі (9.5-суретті қараңыз).

Дәнекерлеу вакуумды пеште жүргізілгендіктен, қоспа материалынан күмістің ұшып кетуін болдыртпай үшін шара қабылдау қажет екені мәлім. Дәнекерлеу температурасы 780°C жоғары болатындықтан, пештегі қысым шамамен 10–4 торр төмен болса, күміс қоспа қорытпасының бетінен ұшып кетуге ұмтылады. Сондықтан, пештің манометрі шамамен 10–3 торр көрсеткенге дейін, таза аргонмен пешті жеңілдету тәжірибесі кең таралған: ол осы әлеуетті проблеманы тиімді жояды.

PCD қыздыру кезінде кеңейетіндігі мәлім. Әрине, PCD-ны тілімшеге дәнекерлеу қажет болған жағдайларда PCD да, және тілімше де температура көтерілгенде еркін кеңейе алады



9.5-сурет. PCD үшін қолданылатын вакуумды дәнекерлеудің арнайы пеші.

9.2-КЕСТЕ

PCD немесе PCBN (поликристалды бор нитридінің кубы) дәнекерлеуге болатын кейбір материалдардың кеңейтілім сипаттамалары

Жылу кеңейтілімінің сәйкессіздігі

Материал	**Температуралық өлшем (мм) 730°C кезіндегі өлшем**
PCBN	Кеңейтілім аңдалған PCBN маркасына тәуелді болғандықтан,вольфрам карбиді үшін үлгілі мәндерге қарағанда үлкен немесе кіші болуы мүмкін.
PCD	10.00000 10.00317
WC-6%Co	10.00000 10.00425
WC-12%Co	10.00000 10.00477
Тот баспайтын болат (ферриттік)	10.00000 10.00788
Тот баспайтын болат (310)	10.00000 10.01256
Тот баспайтын болат (316)	10.00000 10.01299

Дегенмен, дәнекерлеу процесі аяқталған соң және дәнекерленген түйіннің салқындауының басында екі компонентті жалғайтын қоспа материалының болуы олардың еркін байланысқа түсе алмауын білдіреді. Ол сөзсіз түйінде кедергінің жиналуына әкеледі және салқындау мерзімінде майысатындығы немесе бір материалда жарық туындауы өте ықтимал. 9.2-кестеде PCD-ның тілімшенің қасындағы түрлі материалдарға жалғануына әсер ететін мұндай проблеманың әлеуетін инженерлерге бағалауға көмектесетін кеңейтілімдердің кейбір мәндері берілген. Әрине, кеңейтілім мәндері жақын болса, дәнекерлеу операциясының нәтижесіне әсер ететін кедергі проблемаларының туындау ықтималдығы төмен болады.

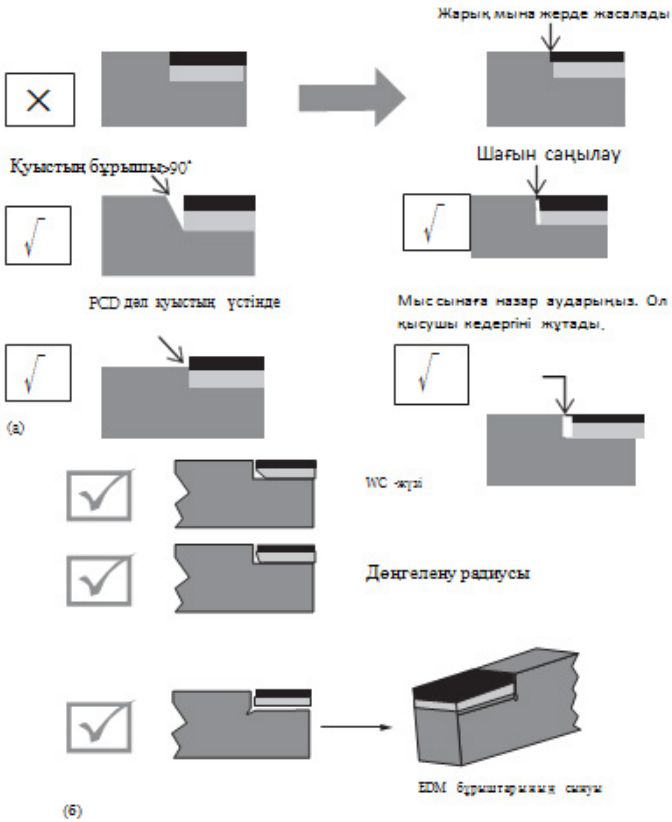
9.6.1.1.2 PCD-ның тілімшеге дәнекерлеуі кезіндегі жалғаным құрылымы

Тозу төзімділігінің арқасында PCD жасалған кескіштер қарапайым цементтелген вольфрам карбидінің ауыстырылымы ретінде кесуші құрал-жабдықтардың кең сұрыптамасында өте жиі қолданылады. Дегенмен, PCD-ның созылушы жүктемесінің қосымшасына лайықты төмен сезімталдығына байланысты, дәнекерлеуден кейін суыту кезінде кедергінің әрекетімен PCD-дан кескіштер бас тартуының ең төмен дең-

гейіне дейін жеткізу үшін қалыпты тәжірибе – қоспа орынның құрылымына елеусіз өзгертулер енгізу. Үлгілі мысалдар 9.6a, b және c-суретінде көрсетілген.

9.6.1.2.3 Вольфрамкарбиді негізіндегі PCD-ні тілімшеге дәнекерлеу

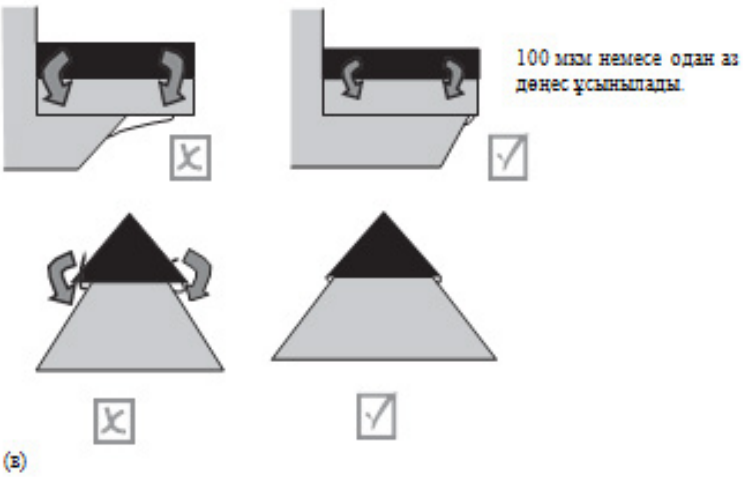
Қажалу кедергісімен байланысты, оның соққылау тұтқырлығы бойынша жіктелетін PCD түрлі маркалары бар. 9.3-кестеде көрсетілгендей,



9.6-СУРЕТ. (а) Қуыстың сәулеті және ұштық сәйкес күйі, (б) қолдануға болатын ұштың күйі және бұрыштарының қалыптары. (*Ескерту :*PCD дөңесінің шамадан тыс емес екендігіне көз жеткізіңіз, себебі өте үлкен дөңес қоспа материалы мен PCD түрлі салқындау жылдамдығына байланысты PCD-да жарықтардың пайда болуына әкелуі мүмкін).
(*Жалғасы әрі қарай*)

PCD іргетас қасиеті: материал дәнінің өлшемі кіші болған сайын, оның соққылау тұтқырлығы жақсырақ, алайда ол қажалу кедергісінде міндетті түрде бейнеленбейді.

Дәнекерлеудің төмен температурасын қамтамасыз ету фактісі берілген жұмыс түрі үшін дәнекерлеуге арналған қандай қорытпа түрін қолдануды анықтайды. Сонымен қатар, вольфрам карбидінде сызықтық кеңейтілім коэффициентінің өте төмен екенін есте сақтаңыз, ол вольфрам карбидінің PCD жасалған ұшын болат тілімшемен жалғастыру қажет болған жағдайларда маңызды. Мұндай жағдайларда салқындату кезінде дәнекерленген жалғанымның ұшырылатын әсерде қысумен жасалған кедергісі жоғары болады, ол осы операцияның фазасында не карбидтің, не жалғанымның жарылуына әкелуі мүмкін. Анық себептер бойынша, сондай-ақ өте қысқа балқу аралықты қоспа материалдарын қолданған жөн. Ол әсіресе өте ұсақ бөліктерді дәнекерлеу кезінде және дәнекерлеу процесінде қалыптасқан жалғанымда алынған флюспен қуыстың бұзылуына әрекет жасайтын жақсы ағымдылық талап етілген кезде дұрыс. Кейде ол қоспа материалы балқыған кезде, орнатылған орнында PCD ұшымен карбидтің ары-бері қозғалуының есебінен жеткізіледі! Осы әрекет салада *жалғанымды бекіту* ретінде кеңінен танымал.



9.6 СУРЕТ (ЖАЛҒАСЫ) (в) Ұштың күйі және мүмкін болатын дөңестер. (Ескерту:PCD дөңесінің шамадан тыс емес екендігіне көз жеткізіңіз, себебі өте үлкен дөңес қоспа материалы мен PCD түрлі салқындау жылдамдығына байланысты PCD-да жарықтардың пайда болуына әкелуі мүмкін).

9.3-КЕСТЕ
PCD кейбір маркаларының соққылау тұтқырлығы және қажалуының кедергісі

Марка	Дән өлшемі (мкм)	Соққылау тұтқырлығы	Қажалуының кедергісі[a]
CMX 850	0.5–1	10	8
CTX 002	2	9	5
CTB 010	10	8	8
CTH 025	25	7	9
CTM 302	2–30	6	10

аОңтайлы мәні 10.

Өзге жағдайларда қыш білік көмегімен оның ақырғы күйін PCD ұшымен кескішті қарапайым итеруі жалғау аймағындағы флюстік қуыстарды жою үшін жеткілікті түрде араласуды құрады. Дәнекерлеудің төмен температурасын балқыған күйдегі қоспа материалының жоғары ағым талабымен бірге қолдану қажеттілігі Ag155 түрінің ISO17672 талаптарына жауап беретін қорытпаны қолданудың қажеттілігіне көрсетеді. Берілген материал, 55% күміс–мыс–цинк–қалайы қорытпасы айтарлықтай қысқа балқу аралығынан (630°C–660°C) және айтарлықтай төмен ликвидус температурасынан тұрады, ол оны PCD жасалған ұшы бар вольфрам карбидін дәнекерлеу кезінде қолдану үшін өте тартымды етеді. Өкінішке орай, дегенмен, біз көргендей, төмен балқу температурасы мен қысқа балқу аралығының белгілері – ол есепке алу қажетті барлық факторлардың ішіндегі екеуі ғана! Тағы екі сыни факторлар келесілер:

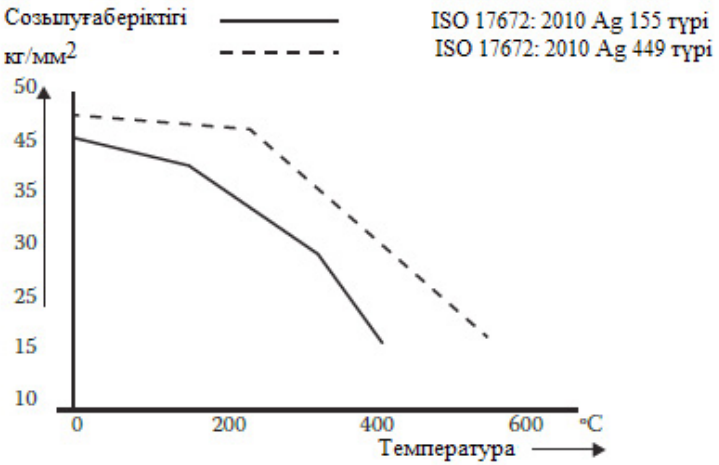
1. Қорытпаның карбидті суландыру қабілеті;
Дәнекерлеу үшін қорытпа жалғанымының жоғары температуралы беріктігі.
Сәйкес флюспен сәйкес біріккенде, Ag155 түрдегі ISO17672 бойынша материал карбидті суландыруы мүмкін. Дегенмен, вольфрам карбидін дәнекерлеу бойынша әдебиет орташа никель көлемінен тұратын, дәнекерлеу үшін қорытпаларды қолдану пайдасына есептеледі, ал егер олар сондай-ақ марганецтен тұрса – онда одан да жақсы болады! Берілген жағдайларда келесі материалды қолдану үшін күшті мүмкіндік туады:

Ag 449 түрі ISO 17672: балқу интервалы, 680°C–705°C; жұмыс температурасы, 690°C

Сондай-ақ, дұрыс флюсті таңдау мәселесіне түсініктеме берген жөн. FH12 түрі BSEN1045 сәйкес қара флюс белсендігінің өте жоғары деңгейінің нәтижесінде, ол вольфрам карбидін дәнекерлеу үшін қолданылатыны рас. Дегенмен, оның айқын кемшілігі бар: ол толықтай балқыса да мөлдір күйінде қалмайды. Сондықтан операторлар іс жүзінде жалғаным сызығы жағынан көлденең жүргізу үшін оттөзімнің сүйір бөлігін қолданбаса, қорытпа балқып және ақса да оны көре алмайды. Егер FH10 түрі EN1045 сәйкес фторидтің негізінде қолданса, осы әлеуетті кемшіліктің алдын алуға болады. Шамамен 550°C температурасы кезінде балқығанда мөлдір сұйықтыққа айналатыны ол ақ флюс және ол дәнекерлеуге арналған шығыс материалдарын жеткізушілердің көбінде болады. Оның флюс ретінде әрекеті мен қызмет жарамдылығы осындай жұмыс түріне толықтай сәйкес келеді, сондай-ақ оның анық басымдығы бар: оператор қорытпа балқығанын және аққанын көре алады!
Ақырында, PCD жасалған ұшы бар компонентті кенеттен салқындатуға болмайды. Мұндай құрал-жабдықтар *неғұрлым баяу* салқындауы *тиіс*. Олардың салқындауы баяу болуы үшін оларды қоршаған орта ауасының екпінінен жабылатын, отқа төзімді кірпішке қойған жөн.

9.6.1.2.4 Жоғары температура кезіндегі беріктігі

9.7-суретте бір температурадағы екі түрлі қорытпаның созылуға *шама-*

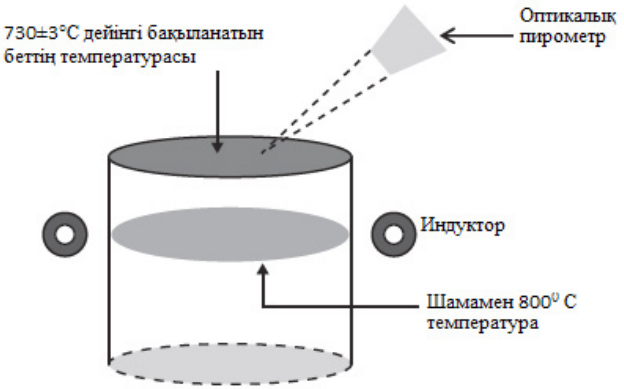


9.7-СУРЕТ. Дәнекерлеу үшін жиі қолданылатын екі қоспа материалының бір температурадағы салыстырмалы беріктігі.

ланған беріктігі көрсетілген.
Ag449 түрі ISO17672 сәйкес қоспа материалды қолдану, егер де құрал пайдалану кезінде жоғары температураға ұшырауы мүмкін болса тартымды болатыны анық. Тәжірибе көрсеткендей, пайдалану кезінде ұштың жоғалу себебі бастапқы дәнекерлеудің төзімділігіне күдіктенуге емес, ең дұрысы қолдану кезінде құрал ұшының қызып кету фактісімен байланысуы ықтимал. Ол әсіресе механикалық өңдеу кезінде СОЖ қолданылмайтын жағдайларда дұрыс. Мұнда 400°C немесе жоғары температурада құралдың кескіш жиегінде жұмыс температурасын оңай алуға болады!

9.6.1.2.5 PCD жасалған ұшы бар құралдарды дәнекерлеу кезіндегі температураны толық бақылау.

Индукциялық қыздыру немесе, одан дұрысырақ тікелей индукциялық қыздыру PCD жасалған кесіштері бар вольфрам карбидінен жасалған кішкентай және орташа өлшемді бөлшектердің тірек бөлшекке дәнекерленуі талап етілген кезде көптен көп қолданылады. Температураны бақылаудың айлалы әдісі 9.8-суретте көрсетілген.
Осы әдіс PCD қапталған шағын бөлшектерді немесе вольфрам карбидін тірек бөлшекке дәнекерлеу кезінде кеңінен қолданылады. Жинақ (тілімше, дәнекерлеуге арналған қорытпа және PCD бар кескіш) көмір-



9.8-СУРЕТ. PCB дәнекерленетін бұйымның жақсы температуралық бақылауын қамтамасыз етуінің айлалы әдісі. 9.5-суртте осындай жұмыс түрі үшін қолданылатын арнайы вакуумды пештегі берілген жүйенің орны көрсетілген.

текті төске орналасады, жылу өткізгіштігінің есебінен жинаққа жылу беріледі. Дұрыс ағым кезінде қоспа материалы балқиды және жалғаным құрылады. Бөлшектің төсте қаншалықты ұзақ қалатынына тәуелсіз қызып кету жүзеге аспайды.

• Гальваникалық қаптамасы бар заттарды бетіне дәнекерлеуге болады ма?

Қысқаша жауап — жоқ, мұндай жауаптың себептері толығырақ төменде көрсетілген.
Гальваникалық қаптамасы бар қабатқа дәнекерлеу әрқашан техникалық тұрғыдан жеткіліксіз. Себебі металл қабатымен қапталған беті сөзсіз өте жіңішке, әдетте 0,025 мм немесе одан да кіші және гальваникалық тәсілмен жағылған беттің тіркелу жабыны дәнекерленген жалғанымнан күтетін әдеттегі төзімділікпен салыстырғанда әрқашан өте әлсіз болады. Сөйтіп, металмен қапталған бетке дәнекерлеу жүргізілген жалғаным төзімділігі – ыстық қоспа материалдағы металданған қаптаманың ерітіндісі төмен болғандықтан – тек металданған қаптама және оның субстратының арасындағы тіркелу беріктігіне тең болады.
Енді туындауы мүмкін екі жағдайды қарастырамыз:

(a) Жұмсақ болаттан мысы бар никельденген жұмсақ болатқа дейін қалыпқа келтіретін ортамен пеште дәнекерлеу.
(b) Ауа ортасында гальваникаланған қабаттарға дәнекерлеу

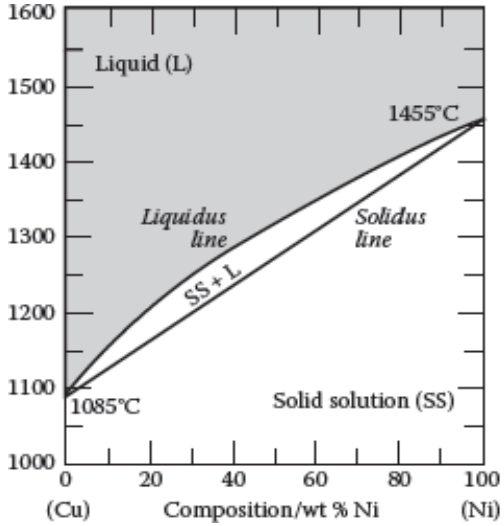
9.6.2.1 Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште дәнекерлеу

7-бөлімде талқыланғандай, жалпы пештегі дәнекерлеу туралы ойлағанда, еске келесі оқиғалар түседі, бөліктердің дәнекерлеу температурасына дейін қыздырылуы сақтау ортасы бар пеште болса, онымен жеңіл балқитын химиялық флюсті қолдану қажеттілігінен қашады. Пеште дәнекерлеудің техникалық және тәжірибелік аспектілері сол бөлімде қамтылғандықтан, олар бұл жерде қарастырылмайды.
Қарастырылатын жағдайда никельденген қаптаманың мыспен суландыру металлургиясын есепке алу қажет. Бұл фактор қолданушының металданған қаптамаға дәнекерлеу процесіне наразылық білдіруіне әкелетін бірінші қадамды қамтамасыз етеді.
1-бөлімде аталғандай, сулану процесінің механизмі айтарлықтай күрделі. Ыстық қоспа материалы бастапқы материал тұрған аз көлемін ерітe бастағанда, қоспа материалы осы бастапқы материалды суландырады

деп есептелетінін назарға алсақ, берілген процесті оңай түсінуге болады.
Балқыған кезде, суландырылу жүрген кезде қоспа материалы және бастапқы материалмен байланысу кезінде ол ағып жатқан бастапқы материалдың кішкене көлемін ерітуді жалғастыратындығын білдіреді. Нәтижесінде, қоспа материалының құрамы жалғасу орнында қату кезіне дейін оның құрылымында ұзақ өзгерістерге ұшырайды.
Ыстық қоспа материалы мен бастапқы материал арасында болатын өзара балқу көлемі суланудан жаңа (бастапқы материал + қоспа материал) қорытпаның түзілуіне дейінгі процесте тығыз байланыста болады

(a) Қорытпаның балқитын және бастапқы материалмен байланысатын уақытымен
(b) Балқитын қоспа материалының температурасымен

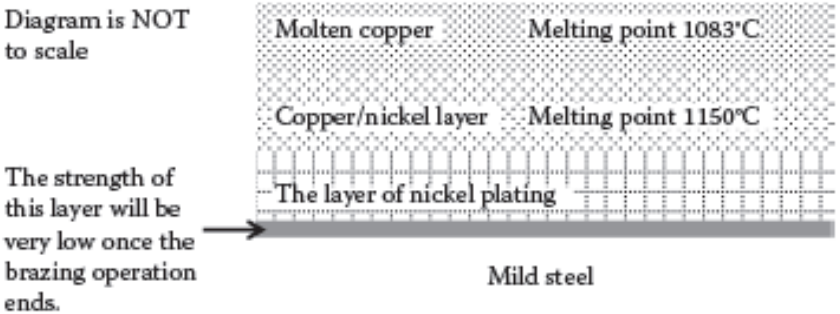
Осы уақыт аралығында болатын өзара балқу қоспа материалының ағы-



Liquid – сұйық
Solidsolution – қатты ерітінді
Cu - мыс
Liquidusline – балқу сызығы
Composition/wt% – құрамы/салмақты% Ni
Ni – никель
Solidusline – қатаю сызығы
9.9 СУРЕТ Мыс-никельдік термальды тепе-теңдік

мына, оның капиллярлы ағу қабілетіне негізгі ықпалда болуы жалпы әсер болып табылады.
Кей жағдайларда, ыстық толтырғышпен ерітілетін бастапқы материал толтырғыштың балқу температурасының өсуіне әкеледі. Ол жаңа қорытпаның балқу температурасының дәнекерлеу операциясын жүргізу температурасына қарағанда жоғары болатын уақытқа дейін өсетін жағдайға әкелуі мүмкін. Бұл жағдайларда қоспа материалының ағылуы төмендейді, оның ағу сипаттамалары айтарлықтай нашарлайды және соңында ол қатады және ағын тоқтатылады. Ол балқыған мыс никельденген компоненттердің беті бойынша аққан кезде болуы мүмкін. Берілген әсер 9.9-суретте көрсетілген мыс-никельдік термальды тепе-теңдік диаграммасымен көрсетілген. Берілген сурет мыстың никельдік қаптама бөлігін ерітуі шамасы бойынша көрсетеді, қоспа материалының жалғаным орны арқылы аққан кездегі оның құрамындағы біртіндеп өзгертулер жүргізіледі.

Осының нәтижесінде қоспа материалының солидус сызығы және ликвидус сызығы өседі.



DiagramisNOTtoscale - диаграмма ауқым бойынша сәйкес келмейді
Moltencopper — балқытылған мыс
Meltingpoint – балқу нүктесі
Copper/nickel layer – мыс/никелқабаты
The strength of this layer will be very low once the brazing operation ends – дәнекерлеуоперациясыаяқталғансоң, берілгенқабаттыңберіктігіөтетөменболады
The layer of nickel plating – никельдік қаптама қабаты
Mild steel – жұмсақболат
9.10-СУРЕТ Металданған үстіртін никельді қорытпаға дәнекерлеудің мүмкін болатын нәтижесі оның ликвидусының температурасы пештің әрекеттегі температурасынан кіші болады.

Өзара дәнекерлеу нәтижесінде температура неғұрлым жоғары болса, соғұрлым көлемнің көп болатынын көрсету өте оңай. Қарастырылатын мысалда, қоспа материалының балқу температурасы пештің әрекеттегі температурасына қарағанда жоғары температураға дейін көтеріледі. Ол қоспа материалының уақыттан бұрын қатуына әкеледі. Сондай-ақ, егер металданған қабаттың бәрі мыспен ерітілмесе, жалғаным беріктігі металданған қаптама мен субстрат арасындағы тіркелу қаншалықты берік болса, соншалықты күшті болады (9.10-суретті қараңыз).
Сұйық мыс байланысатын барлық никельді еріту ықтималдығы жағымды жақ болып табылады. Бұл жағдайда, қолдағы бар мыстың көлемінің көптігі соншалықты, ол тіпті никельді ерітетіндігіне үміттенген жөн, қайта алынған мыс құрамы -

Осы шарттарда толтырғыш қорытпасының уақыттан бұрын мұздануынан сақтануға болады және болат тілімшені суландыру қалыпты болуы мүмкін және нәтижесінде қанағаттандырылған беріктікке ие жалғаным болуы мүмкін.
Біз көргендей, айтарлықтай аз қанағаттандыратын нәтиже, егер де никельдік қоспаның бөлігі ғана ерітілген жағдайда болатын еді. Ол сөзсіз мыстың қасында никельдік қабаттың тұрақты түрде жұқаруына әкелетін еді және сонымен бірге тек ішінара толтырылған, салыстырмалы түрде әлсіз жалғаудың өндірісіне әкелетін еді.
Берілген баламалар саналы түрде жүру қажет болатын жол болып табылмайтыны ықтимал және неліктен қаптама қабатына дәнекерлеу шараларынан сақ болған жөн.

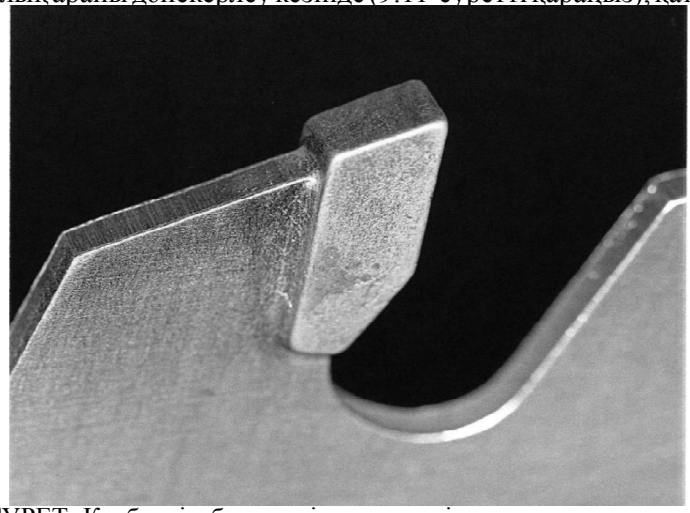
9.6.2.2. Әуе кеңістігінде дәнекерлеу

Әуе кеңістігінде дәнекерлеу кезінде металданған қаптама қабаты қыздыру процесі кезінде тотығады және нәтижесінде алынған оксид флюспен ерітіледі. Мұндай жағдайларда, дәнекерлеу іс жүзінде металданатын материалдың бетіне тікелей жүргізілетіндігі белгілі. Ол жалғасым беріктігінің тұрғысынан жарамды болатын еді, алайда компоненттің коррозиялық тұрақтылығы тұрғысынан жарамды емес.
Субстраттың әлі де қалған қаптама қабатымен қалатын кез келген бөлікпен тіркелуі қатты азайтылады. Ол тіпті орташа қыздыру жағдайында да болатын еді. Қаптаманың тотыққан беті флюспен ерімеуі мүмкін, алайда қыздыру процесіндегі қаптама арқылы атмосфералық оттегі себілуінің шарасыз нәтижесі субстраттың қатты тотығуына әкеледі. Ол қаптаманың субстратпен тіркелу беріктігінің айтарлықтай

азаюын шақырады.
Жоғарыда аталған екі оқиға есте қаларлық жағдайды, неліктен металданған компоненттердің бетіне дәнекерлеу әрекетіне жоламаған жөн екендігін көрсетеді.

9.6.3. Тегерікті араға шаржының салмалы карбид вольфрам тістерін дәнекерлеу үшін қандай дәнекер келеді?

Әдетте, вольфрам карбидімен арқауланған құралдардың өнеркәсіптік қолданушылары белгілі бір сауда маркасы бар құралдарды сатып алу процесіне ие. Өйткені олардың өткен тәжірибесі құрал өндірушісінің жоғары сапа мен сенімділікке ие сәйкес құралдардың өндірушісі үшін теңдессіз беделі бар екенін айтады. Сондықтан осы бөлімнің мазмұны оқырмандарға карбидпен арқауланған құралдардың сипаттамалары карбид және оған төселетін материалдың арасындағы жалғаным жоғары беріктікке және ұзақ жарамдылық мерзіміне ие болатын фактімен әрқашан байланысты болатынын көрсетуге талпыныс жасайды. Осы қасиеттер жалғау үшін мүмкін емес дерлік заттарды жасайды, күтілетін қызмет ету мерзімінде функционалдауда ақаулық беруі мүмкін. Вольфрам карбидімен пісірілген жоғары жылдамдықты ротациялық ленталық араны дәнекерлеу кезінде (9.11-суретті қараңыз), қатты дәнекер



9.11-СУРЕТ. Карбидтік бастиектің өте әдемі мысалы, ол тез жүретін дөңгелек ленталық араға оның тоқымына қауіпсіз дәнекерлеген. (Сурет Джонсона Мэтью Метал Джоининг, Хертфордшир, Біріккен Ұлыбритания Корольдігінің рұқсатымен)

қорытпасынан құралатын күмісті қолдану айтылады және әрқашан да таңдалған қоспа материалдың сондай-ақ никельден тұратынын білдіруі тиіс. (Біз неліктен никель дәнекерленетін материалдың құрамдасы ретінде өте қалаушы элементі болып табылатын себебіне кейінірек, осы бөлімде қайтып келеміз.)

Анықталған қолданыс кезінде – карбид қосымшасы бар бұрғылау балғалары, мысалы – ұнамды қоспа материалы ретінде қолданылатын мыстың негізіндегі бүтін қатты дәнекерден жиі жасалатындар. Берілген қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін арналған арнайы материалдар деректерінің құрамы соншалықты, тіпті олардың дәнекерлеу температурасы вольфрам карбидінің дәнекерленуі тиіс бұрғының артық ілмегінің термикалық өндеу температурасымен ұқсас (яғни, шамамен 980С)

Ақаулар диагностикасы және дәнекерлеудің кейбір жалпы проблемалары

Дәнекерлеу операция кезінде карбидтік қосымшаның жақсы суланууына кепілдік беру үшін қоспа материал никельден де, марганецтен де тұруы тиіс. Осы нақты қолданыстағы металлургиялық жағдай осы екі элементтің тек ыстық қоспа материалмен өте жақсы суландыру сипаттамасын ғана емес, сондай-ақ диаграммадағы солидус пен ликвидустың қалайтын температураларымен қатар тұтқырлығын келтіру үшін болуын талап етеді. Осы факторлардың нәтижесінде жалғыз операция ретінде сақтаушы қалпына келтіретін ортамен үздіксіз әрекеттегі арнайы модельденген конвейерлік пештерде дәнекерлеуді жүргізу мүмкіндігі пайда болады. Осы факторлардың барлық құралдың әбден қалайтын деңгейге дейін қызатын фактісін есепке алғанда құралдың жарамдылық мерзімін көбейту үшін қосылатыны белгілі. (вольфрам карбидін дәнекерлеумен байланысты жалпы технология 10-бөлімнің 10.6-бөлігінде *Дәнекерлеу өндірісінің тәжірибесі,* Екінші басылымда талқыланады.)

Жоғарыда айтылған комментарийлерден, пайдаланудың күрделі шарттарында қолданылатын құралдардың өндірісінде вольфрам карбидінің тіреуші бөлшекке жалғанатын жерінде және бір уақытта дәнекерлеу және суару жүргізілетін жерде қоспа материалын дәнекерлеу үшін қажетті элемент никель болып табылатынын көруге болады. Қоспа материалында никельдің болуы осы материалдың вольфрам карбидінде суланқ қабілетін жақсартатыны өте маңызды. Осы факт неліктен никельдің вольфрам карбидінің болатқа дәнекерлеуі кезінде қолданылуыға тиісті оңай балқитын, салыстырмалы түрде еркін ағылатын күміс құрамдас

дәнекерленген қоспа материалдарын әзірлеудегі ұнамды элемент болып табылатынын түсіндіреді.

Осындай материалдарға марганецті қосу да олардың сулану қабілетін жақсартады, ол әсіресе егер еркін көміртек іздерінен жиі тұратын вольфрамның жұмсақ карбидінің бірі дәнекерлеуді талап етсе өзекті болады. Қоспа материалының құрамындағы марганец еркін көміртекті тазартады және марганец карбидінің бөлшектерін жалпы нысанға генерациялайды деп болжайтын өте күшті металлургиялық айқындылығы бар. Мұндай бөліктердің болуы жалғау нәтижесіндегі алынатын беріктілікті де, сондай-ақ жалғау орнындағы қоспа материалының тозуға төзімділігін күшейтеді.

Күміс құрамдас төмен температуралы қорытпаларды қолдану кезінде алынатын белгілі техникалық басымдықтарға қарамастан, сондай-ақ түрлі мыс-цинкті қоспа материалдары салыстырмалы түрде вольфрам карбидті бұрандаларды дәнекерлер үшін кеңінен қолданылатын фактісі орнатылды. Құрамында күміс бар қоспа материалдарынан құрамында күміс жоқ материалдарға өту кезінде баға мәселесі маңызды рөлді атқарады! Себебі құралдардың көп бөлігі карбидтік қосымшасы бар «өзің істе» (DIY) бұрандалары салыстырмалы түрде кішкентай диаметрлі бұрандаларды қолданумен өте жиі байланысты болады. Нәтижесінде, олар әдетте салыстырмалы түрде аңда-саңда қолданылады және көбінесе үй бойынша бұрғылау жұмыстарын түрлендіру үшін қолданылады. Ол күміс құрамдас қорытпаны қолданған кезде үнемі алынатын, бұрандалардың жалғанымдарының жоғары беріктігі мен ұзақ мерзімді пайдаланылуы қолданушы үшін коммерциялық маңызды мәселе болып табылатын жағдай емес. Себебі қарапайым үй иесі тесіктерді анда-санда бұрғылайды және нәтижесінде екі немесе үш рет қолданылатын бұранда, мысалы сәуірде жаңа бұрандамен ауыстырылады, ал жаңа тесіктерді бұрғылау қажет келешектегі қандай да бір міндеттер тек қыркүйекте болуы мүмкін! Демек, бірқатар DIY бұрандаларының өндірушілері карбидтік бастиектің бұрандамен жалғасуы үшін күміс құрамдас қоспа материалын салыстырмалы түрде сирек таңдайды. Балама ретінде күмістен, кейбір жағдайларда жезден, алайда кейде тіпті өндіруші үшін және өнімді қолданушы үшін лайықты мыстан жасалатын еркін қоспаларды таңдайды.

Алайда жез мыс-цинктік қорытпа болып табылатындығын және құрамында никель жоқ екенін есте сақтаған маңызды. Ол бұранда артқы ілмегінің және карбидтік бастиектің арасындағы жалғанымның күміс және никель құрамдас элементтері бар өзге қолданылатын баламалармен

салыстырғанда, оның беріктігі мен шаршаушы қабілетсіздігінің тіреуіне қатысты аз қанағаттандырылатынын білдіреді. Сондықтан, вольфрам карбидінің жезбен жалғануын жүргізу мүмкін болғандықтан, мұндай рәсімдерде болатын көптеген айқын кемшіліктер болады. Олар:

1. Дәнекерленген қоспа материалдарының суландыру сипаттамалары
2. Балқудың әлеуетті қиындықтары
3. Дәнекерлеу температурасын қарастыру
4. Қоспа материалының жалғанымға қолданылатын қалпыболып табылады

Берілген мәтіннің оқырмандары үшін егер біз осы кемшіліктердің әрқайсысына толығырақ қарастыру үшін уақыт бөлсек пайдалы болатын еді.

9.6.3.1. Сулау сипаттамасы

Ыстық қоспа материалда никельдің болуы оның вольфрам карбидын сулау қабілетін жақсартатыны 50 жылдан астам уақыттан белгілі. Бұл вольфрам карбидінде цементтеуші элемент – кобальт болатындығын көрсетеді және никель мен кобальттың химиялық ортасы өте ұқсас екендігін көрсетеді. Мүмкін, бұл таңқаларлық жағдай емес шығар, себебі осы екі элемент, темірмен бірлесе отырып, элементтердің периодтық жүйесінде темір, никель және кобальт ауыспалы элементтерінің үштігін қалыптастырады!
Сондай-ақ, әдетте, субстраттағы дәнекерленген ыстық қоспа материалдарды сулаудың тиімділігі аяқталған байланыстар беріктігінің көрсеткіші болып табылатыны мәлім (яғни, сулау сипаттамалары неғұрлым жақсы болған сайын, соғұрлым байланыстар берік болады!). *Дегенмен, бұл барлық жағдайларда шынайы болып шықпайды,* бұл оның ағып өтетін, қоспа материалдар мен субстрат арасындағы түйісте зиянды өнімдер жасалмаған жағдайларда ғана шынайы болып табылады. Мысалы, мыс-фосфорлық қорытпа болатты өте жақсы сулайды; бірақ ол фосфорлы темірдің жіңішке қабатының болат пен дәнекерленген қоспа материал арасындағы түйісте пайда болатындай етеді. Бұл қабат жоғары дәрежеде тұрақсыз болғандықтан, байланыстардың алдын ала бұзылуынан құтылу мүмкін емес. Алайда, вольфрам карбидін дәнекерлеу үшін құрамында никелі бар дәнекерленген қоспа материалды қолданған кезде, мұндай түрдегі мәселелер түрі болмайды.
Біз балқытылған жездің вольфрам карбидін сулайтындығын атап айтқан болатынбыз. Өкінішке орай, жезде мырыштың жоғары құрамы бар, бұл

вольфрам карбидінің біршама жоғары кристаларалық ену деңгейін өндіруде әлеуетке ие. Нәтижесінде, осы әсер, дәнекерлеу процесі кезінде балқытылған жезбен суланатын карбидтің бөлігінің айтарлықтай әлсіреуіне әкеледі. Кристаларалық ену дәрежесі уақыттық-температуралық тәуелділікпен реттеледі және сондықтан осы әрекеттің тереңдігі болжалданбайды. Вольфрам карбидінің әр бөлігінің металлургиялық құрылымы оның қызметтестерінен айтарлықтай ерекшеленбейтіндігі анық. Демек, осылайша, өндіріс процесі кезінде орынға пісірілген карбид бөліктерінің көп мөлшері бар құралдарда (мысалы, тегерікті ара), осы жүзде жасалған барлық жалғанымдардың 99,9%-ның, *шекті әр түрліжылу беріктігіне* ие болатындығы айқындалады!

Осыған байланысты, сондықтан да осындай жағдайларда қабылдау бақылауы өлшемі ретінде жылжу беріктігінің белгілі мәніне жетуді қолдану өте қиын болады. Әрбір байланыс өзгелердің көпшілігімен салыстырғанда түрлі беріктікке ие болуының анық болатындығы сөзсіз және өйткені тіпті тегерікті араның шағын диаметрі 30-дан артық тістен болуы мүмкін, беріктіктің қандай деңгейінің тиімді болатынын сұрауға тура келеді. Бұл әрбір байланыстың жылжу беріктігіне сынақтар жүргізілетіндігін білдіреді және егер де жарамды деңгейден төмен беріктігі бар тек жалғыз жалғаным ғана табылатын болса, жезді жарамсыз деп танығаң жөн.

Осындай күрделі процестің құны карбидті қосымшасы бар тегерікті ара үшін қорытпаны таңдау қарастырылғанда, құрамында бір немесе екі никель және марганец болатын төмен температуралы күміс қорытпасын қолданудың экстра құнынын әлдеқайда жоғары болатындығы анық.

Әркім, жоғары жылдамдықты тегерікті араға алмалы-салмалы вольфрам карбидті тістерін жалғау үшін дәнекерленген қоспа материалы ретінде жезді пайдаланған кездегі металлургиялық жағдайда жалғанымдардың кездейсоқ бұзылуын пайдаланған кезде қатты қорытпалы тістерде ақау болуының шарасыз ықтималы пайда болатындығын нақты түсінуі қажет. *Өйткені тегерікті ара жоғары жылдамдықта айналатын болады, ақаудың осы тегерікті араны қолданған операторға, сондай-ақ ақырғы жойылу болған кезде жақын арадағы аралау операциясымен жұмыс істеп жатқан өзге тұлғаларға да шынайы, маңызды зиян келтіруі мүмкін әлеуетті тәуекел туындалатыны анық!*

Шешімі анық: жез жоғары жылдамдықты тегерікте вольфрам карбидті ұштарын олардың орнына дәнекерлеу кезінде қоспа материалы ретінде қолдану үшін сәйкес келмейтін материал болып табылады. Осындай қарапайым шешімді қабылдай алмау қабілеті, келтірілген физикалық зақым үшін сотқа талап-арыз берген кезде заңгерлердің ғана пайдасына

шешіледі!

9.6.3.2. Флюстау

Жездің жұмыс температурасы шамамен 930ºС. Осы температура натрий боратының (бор кенін) және калий метаборатының екеуін де флюс ретінде қолдануын талап етеді. Осы химикаттардың ешқайсысы сумен біртекті массаны жасау үшін сәйкес келмейді; нәтижесінде, оларды жұмыста қолдану үлкен қиындықтарды туғызады. Алайда, олар дәнекерлеу флюстары ретінде өте жақсы әрекет етеді, бірақ қолдану кезінде мазалайды және тіпті, дәнекерлеуден кейін тазалау операциясы кезінде дәнекерленген бөліктерден қалдықтарды жою міндетімен кезіккенде де алаңдаушылық туғызады. Бұл мәселелер бұдан әрі 9.6.3.4-бөлімінде қарастырылатын болады.

9.6.3.3. Дәнекерлеу температурасын қарау

670ºС-730ºС бастап температура аралықтарында балқытылатын күміс құрамды қорытпалары вольфрам карбидын дәнекерлеу үшін нақты ұсынылады. Дегенмен, 930ºС шамасындағы температурасы қажетті жезді ұстамалы материал ретінде пайдалануға болады ма.Осындай 200ºС температура айырмашылығы өндіріс көлеміне кері әсерін тигізетіндігі мәлім. Егер ара ұшына қыздырудың ағымдағы уақыты 5 секунд болса, жезді пайдалану, қыздыру уақытын 7 секундқа дейін ұлғайтатын болжам негізі жоққа шығарылмайды. Шынына келгенде, ол жез үшін қыздыру уақытының төмен температуралы тезбалқитын материалдарды қолданған кезде талап етілгеннен 40% дейін артық екендігін білдіреді. Сонымен қатар дәнекерлеудің талап етіліп отырған температурасынан туындайтын жездің өзіне әсерін тексеру қажет.
Мырыш 913ºС температурада (яғни, ең төмен мүмкін болатын дәнекерлеу температурасынан шамамен 10ºС төмен) қайнау фактісі қызық. Сондықтан да, қыздырылған жезді қоспа металдардан мырыш оксидының ақ түтініне бірден айналатын кейбір мырыш компоненттерінің көрінетіндігі анық. Дегенмен, одан да маңыздырағы, қоспа материалында болатын мырыштың қайнауы, сұйық қоспа металы ваннасының ішінде мырыш түтіндерінің кішкентай көпіршіктері пайда болатындығын білдіреді. Қыздыру тоқтатылғаннан кейін және қоспа материалының қалдықтары қатайғаннан кейін, қоспа материалында мырыш булауының қатып қалған көпіршіктердің болуынан жалғаным біршама сапасыз болуы мүмкін. Осы дән аралық енуге ұқсас әсері сенімділіктің төмендеуіне

және демек байланыстың беріктігіне анық алып келеді.

9.6.3.4 Дәнекер жалғанымға қолданылатын пішін

Бұл карбидтық ұштардың жоғары жылдамдықты тегерікті араның ұшына дәнекерленетін қарапайым жағдай, дәнекерлеуге арналған материал (диаметрі 1.0-1.2 мм сым) жалғанымға автоматты түрде, сымдардың автоматты беріліс механизм көмегімен бекітіледі. Араның тегерігі машинада тік жазықта ұсталып тұрады және сондықтан да дөңгелек тәрізді, араның енін ұстап тұратын орынға дәнекерленгеннен кейін лезде келесі орын дәнекерленген болуы үшін қажетті аз мөлшерде аксиальды түрде, барлық жырашықтарға ұштар дәнекерленгенге дейін лезде нөмірленеді. Машиналық бақылау жүйесі, осылайша тегерікке қаншалықты көп мөлшерде ұштардың дәнекерленуі керектігін білу үшін бағдарланады және осыған жеткеннен кейін, толықтай дәнекерленген тегерік оның төсемінен ығыстырылады, бірден автоматты түрде басқа тегерікті жүзбен ауыстырылады, сонда машина толықтай дәнекерленіп алынған өнімнің өндірісі үшін оның операциялық циклын қайтадан бастай алады.

Осындай машинаның түрін жоғары жылдамдықты тегерікті араның өндірісі үшін қолдану кеңінен таралған, себебі бір оператор бірнеше жұмыс істеп жатқан машиналарға қарап отыра алады. Оператордың жұмысы дәнекерленген тегеріктерді ауыстырумен шектеледі, жүз жазығын бататын жазыққа ауыстырғанда, машина жұмысын жалғастыра алуы тиіс және оларды ұштың орнына батыратын құрылғыға араның тістерімен толықтыруы тиіс.

Жоғарыда айтылған рәсім қолданылған кезде, автоматты қолданбалы жүйелер аз мөлшерді флюс пастасын ұштық орналасқан жерге енгізеді, кейін бірден дәнекерленген жерге карбидті ұштың автоматты түрде жылжуы жасалады. Ұшты қажетті жерге орналастырғаннан кейін, қыздыру кезеңі басталады. Кейде индукция қолданылады, ал кейде – табиғи газ бен оттегінің қоспасын өртейтін микроқыздыру жүргізіледі. Дегенмен, индукция қыздырудың кеңінен таралған әдісі болып табылады, себебі қыздыру қалпы әуе газды жанарғыға қарағанда едәуір артық және сондықтан да бөліктердің термальды бұрмалануы абсолютті түрде өте аз болып қалады. Флюстың алғашқы қолданылуынан дәнекерленген қоспа материалы қатайған жерге дейінгі жалпы уақыт, әдетте шамамен 15 секундты құрайды.

Процесс жоғары тиімділікті және диаметрі 136 мм болатын жүз әдетте әрқайсысы өз орнына вольфрам карбидті кесетін ұштардың дәнекерлеуін талап ететін 30 тістен тұрады. Осы түрдегі өнімдерде толықтай

дәнекерленген ұштың өндірісі үшін қажетті операциялар 9.4-кестеде толығымен сипатталған.
Осыған байланысты, карбидтық қосымшаны бекіту үшін қажет уақыт іс жүзінде 7 секундты құрайды. Себебі машинаны жүктеу және босату, жырашықтарды флюстеу, карбидті жүктеу және ауа ағынымен суыту, жалғаным өндірісі үшін шынымен қажетті 7 секундтан аз уақытта орындалуы мүмкін. Нәтижесінде машина циклының уақыты іс жүзінде 7 секунд. Дегенмен, жалпы ережеге сәйкес әдетте осындай жағдайларда машина циклының уақыты бойынша кейбір бейімділіктер рұқсат етіледі және осы нақты жағдайда дәнекерлеу позициясындағы жұмысындағы үзіліс уақыты 10 секундқа белгіленді.

30 тісі бар жүзді өндіру үшін қажетті уақыт = 30 х 10 = 300 секунд.

9.4-КЕСТЕ
Жоғары жылдамдықты тегерікті араға вольфрам карбидті тістерді дәнекерлеу үшін қолданылатын автоматтандырылған станоктың ерекшеліктері.

Позиция нөмірі	Осы позиция кезіндегі машинаның операциясы	Қажетті уақыт Секундтар
1	Жүз жазығының машинаға автоматты жүктелуі	5
2	Жүз тісін алу үшін флюстың орналасқан жеріне автоматты қолданылуы	3
3	Вольфрам карбидті тіс жүзінің өзіне автоматты жүктелуі	3
4	Дәнекерлеу температурасына дейін бөлшекті қыздыру және қоспа металдан жасалған сымды жалғанымға қосу	7
5	Ауа ағынымен дәнекерленген бөлшектерді суыту	4
6	Дәнекерленген бөлшекті машинадан жылжыту	5

Сондықтан да, осы жеке құрылғысы үшін қолданылған дәнекерлеу жүйесі бір ғана толығымен балқытылған араның енін жалпы 5 минут уақытта қарастыратын болады, бұл өнімділік нормасы сағатына 12 өндірілген араның жүзіне тең.
Жоғарыда сипатталған баламалы түрдегі машина түрін, алайда жеке флюстық пастаны емес, арнайы тапсырыс берілген қорытпа пастасын қолдану арқылы, қыздырылған бөлшекке келесіде дәнекерленетін сымдық қорытпаның автоматты түрде қапталуымен қолдану баламалы әдіс болып табылады болады. Алғашқы көзқараста, жеке флюсті және

дәнекерленген қоспа металдан жасалған автоматты түрде толықтырған сымды қолданғаннан, дәнекерленген қорытпа пастасын қолданған едәуір көңіл аударарлық ұсыныс болып көрінеді. Екі процесті олардың қайсысы жақсы екендігін анықтау үшін салыстыру мүмкіндігінің болуы үшін бәсекелесетін жүйелерге талдау процесін жүргізу талап етіледі.

9.6.3.5. Дәл осы процесс үшін дәнекерленген қоспа металл пастасын қолдануды талдау

Қорытпалардың пасталары ұнтақтың, флюстың және бейтарап органикалық байланысатын заттардың гомогендік қоспалары болып табылады. Қарапайым паста салмағы бойынша 70% жуық қоспа металл ұнтағынан, 25% флюстен және 5% жалғастырушы заттан тұрады. Жалғастырушы зат органикалық химикат болып табылады және соның салдарынан біршама төмен спецификалық тығыздыққа ие. Нәтижесінде, қоспада болған жалғастырушы заттың көлемі, балқытпа көлемімен, әсіресе толықтырғыштың ұнтақ тәрізді материалымен салыстырғанда едәуір көп болады.

Нақты қолдану үшін қоспа металдың пастасын қолданған кезде рәсім орындалады – пастаны вольфрам карбидті тістен төмен ұстап тұрады және одан кейін жалғанымды дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру керек. Осы жағдайда, өте тез деңгейдегі қыздырудан жалғастырушы зат пастадан өте тез буланатынынына абсолютті түрде сенімді болуға болады, бұл жалғанымның шеттері бойынша шағын жарылыстардың пайда болуына алып келеді, нәтижесінде тістің оның орнынан ығысуына алып келеді. Бұл ығысу болмаған жағдайда, паста жалғанымның соңында қыздырудың басталуына дейін болады. Бұл дәнекерлеуге арналған материалдың оқшауланған бөліктері салмағының өте төмен болғандығынан келешекте мәселенің туындауына алып келеді және *тістен төмен орналасқандарға* дейін дәнекерленген қорытпаның кейбір сыртқы жағында орналасқан бөлшектерінің мүмкін тәуекелдері болуы мүмкін. Егер, осы жағдай болса, балқытылған ұстамалы материал ағады және тістің сыртқы жақтарын бітейді. Осындай жағдайларда, флюстың да, сондай-ақ ұштықтың төменгі бөлігіндегі жалғастырушы заттың да буланынан құтылу мүмкін емес, оның маңызды сенімсіз жалғанымға әкелуі сөзсіз.

Сондай-ақ, жалынмен қыздыру арқылы қолмен дәнекерлеуді жүргізетін операторлардың дәнекерленген қорытпаның пастасын бірінші рет қолданған кездегі түрін бақылау өте қызық олар. Пастаның құрамында органикалық байланыстыратын зат болғандықтан, қыздыруды

қолданған кезде ол буланады және бу жанарғының отымен байланысқа түскен кезде, ол жалындайды! Бұл әрбір жалғанымның процес циклының бастапқы кезеңінде жанатын, шағын жалынға ие болатынын көрсетеді! Егер жалыны бар қыздыру емес, индукция қолданылатын болса, жалғастырушы заттың булану көшірілімі жүреді, бірақ ол отты жалмамайды, себебі ол жұмыс уақытында буланып шығады. Осы жағдайда жалғастырушы зат тезірек тұтқыр иісі бар буға айналады!

9.6.3.6. Қысқаша қорытындылар

Көріп отырғынымыздай, вольфрам карбидті ұштарды тегерікті араға дәнекерлеу үшін жезді қолдану келесідей қиындықтармен жанасады:

302 Жалғанымның беріктігі сенімсіз болады және мырыш құрамдас ұстамалы материалы бар карбидтің кристаларалық енуінен өте ауыспалы болады
303 Қажетті флюстар қолдану үшін біршама тынымсыз
304 Дәнекерлеу температурасында қорытпа қайнайды және ол жалғанымның бұзылуына және аз беріктігіне әкеледі
305 Қыздыру уақыты ұзағырақ болады, өндірістің аз көлеміне әкеледі
306 Соңғы сөзіміздегідей, дәнекерленген қорытпаның пастасын қолдану да көптеген техникалық кемшіліктермен жанасқан.

Құрамында күмісі бар төмен температуралы тез балқитын қорытпаларды емес, жезді қолдану бойынша ұсыныстардың жалғанымдар үшін жағымды жағы жез құнының тез балқитын күміс қорытпасына қарағанда айтарлықтай арзанырақ екендігі болып табылады. Дегенмен, жалғанымдар нәтижесінде алынатын фактіні назарға алсақ, құрамында күмісі бар материалдардан жасалғандарға қарағанда, ақаулардың жоқтығына күдікті сенімділікпен және жалғанымның ауыспалы және төмен беріктілігімен баяу әзірленуі ықтимал, белгілі бір өнімдер үшін жезді қолдану бойынша ұсынылған қандай да бір өзгерістер үшін ұтымды шешімді ақтау мүмкін емес.
Сондықтан да осы бөлімнің атауында қойылған сауалдың жауабы өте айқын:

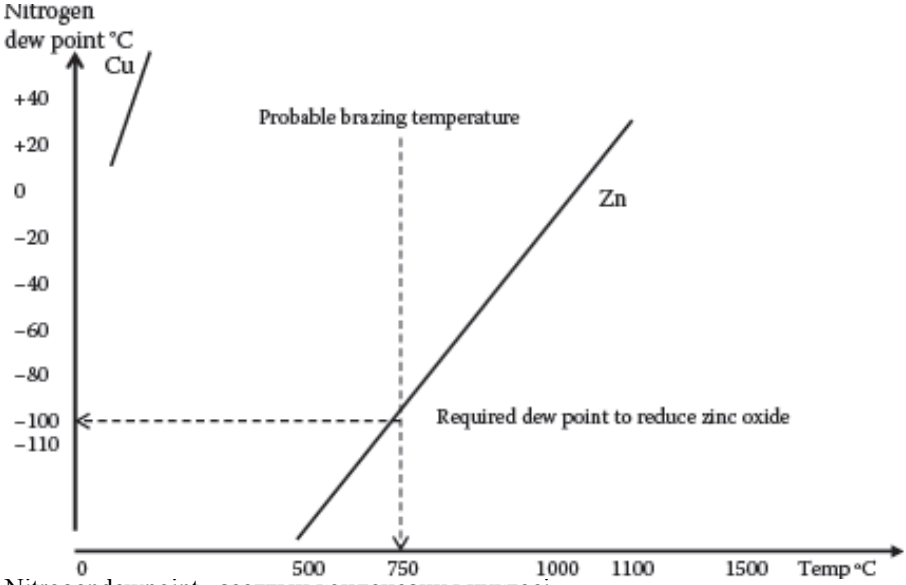
Балқу температурасы 680ºC-705ºC болатын, Ag449 түрі ISO17672 стандарттарына сәйкес келетін никель мен марганецтің тіректік төмен балқитын күміс қорытпаларын қолданыңыз.

9.6.4. Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште мысты флюссіз дәнекерлеу мүмкін бе?

Қысқа жауап … мүмкін!, Алайда сіз кезігетін және оларды жеңуге қажетті мәселелер мен кемшіліктер төменде жазылған. Сіз оқыған кезде, неліктен дәнекерлеу жөніндегі кеңесшінің сізге өндірістің осы әдісін қолдануды жасап көруге күшті кеңес беретіндігін көресіз.

Бұл жауап шешуге, күмәнданбауға немесе жоқ және осы жұмысты орындауға тырысып көруі үшін оқырманның назарына ұсынылуы қажетті техникалық параметрлерді талқылайды!

Қарастырылуы қажет болатын бірінші техникалық кезең - пеште қолданылатын қоршаған ортаның табиғаты. Газды атмосфера, сондай-



Nitrogendewpoint –азоттың конденсация нүктесі

Probablebrazingtemperature - дәнекерлеудің ықтимал температурасы

Requireddewpointtoreducezincoxide –мырыш оксидін төмендету үшін талап етілетін конденсация нүктесі

TempєC – температура єC

9.12-СУРЕТ. Мыс пен мырышқа арналған қисыққышқылдану/төмендетулер, құрамында сары мысы бар екі металдық элемент және дәнекерлеудің ықтимал температурасы кезінде мырыш оксидінің төмендеуі үшін қажет қыздыру нүктесі.

ақ қалпына келтіретін сияқты және шамамен 40%-50% азот та буланған судың бірқалыпты мөлшерінен болатындығын түсіну керек. Бұл осы атмосфераның конденсаттау нүктесінің мәнін қамтамасыз ететін судың атмосферадағы судың булану мөлшері. Конденсация нүктесінің шынайы мәні 7-бөлімде толықтай қамтылған және оны сіздердің түсіну үшін, қазір осы мәселе бойынша еске түсіру уақыты келді. Біз оны жасамастан бұрын, 9.12-суретті тезірек қарап шығыңыз. Егер сіз атмосфераның конденсация нүктесінің мәнін түсінген болсаңыздар, сіздер жауаптың қандай болуы керектігін түсінетін боласыздар. Себебі, сіздер конденсация нүктесі, жеке қарастырылатын элементтерге қатысты температураның және шынайы *қышқылдайтын* және *төмендететін* азот атмосферасының әлеуетінің арасында байланыс бар екендігін білесіздер.

9.5-кесте атмосферада бар конденсация нүктесі мен сулы булар *сандарын*ың арасындағы тікелей өзара байланысты көрсетеді. 9.5-кестеден атмосфераның конденсация нүктесінің біршама аздаған өзгерістері оның су-булы құрамында айтарлықтай өзгерістерді көрсететінін атап өткен маңызды. Негізінде, егер газды атмосфераның конденсация нүктесі оның су-булы құрамы графикалық кері болса, нәтижесінде қисықның қалпы геометриялық тәуелділігіне жақын.

9.5-КЕСТЕ

Атмосфераның конденсация нүктесінің және оның су-булы құрамының арасындағы тікелей байланысты көрсететін мәндер

Конденсация нүктесі (єС)	**Су-булы құрамы, көлемі бойынша (млн. үлесі)**
-70	2
-60	11
-55	21
-50	40
-40	130
-30	380
-20	1000
-10	2700
0	6000
+10	13,000
+20	25,000
+30	40,000

Кемшіліктердің Диагностикасы және Дәнекерлеудің Кейбір Жалпы Мәселелері

9.12-суретте көрсетілген металдың/металл оксидінің желілері, анық еместігін түсінген өте маңызды, олар таза металға арналған тәжірибеде болатын жағдайдың жақын көрсетілген көрінісі болып табылады. Дегенмен, олар оксидтің қысқару теориясын түсіндіру немесе пештің құрамында азоты бар атмосферасының пайда болуы үшін қолданылуы мүмкін. Олар сол сияқты төмендеудің мүмкін болатын әлеуетінің мәнді көрсеткішін қамтамасыз ету үшін немесе дәлірек айтқанда, жалғанымның өндірісі кезінде барлық күтілімдерге қарамастан, балқытылған дәнекерленген ұстамалы материал суланбаған және алғашқы материалдың бетімен аққан жағдайларда атмосфераның қышқылдану әлеуеті үшін жеткілікті түрде нақты болып табылады.

Конденсаттау және дұрыс дәнекерлеу нүктелерінің қатынасы

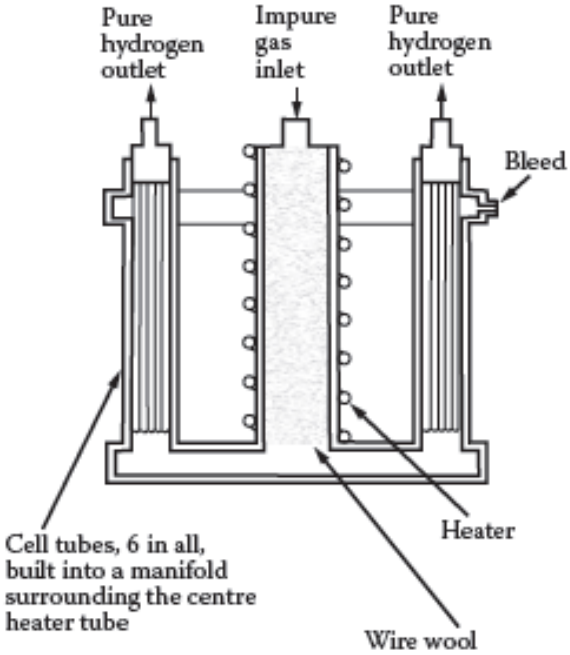
Атмосфераға металл бөлшектің бетінен оксидті алу мүмкін бе екендігін анықтау үшін, яғни пеште нақты қалыпқа келтіретін ортада ақпараттың төрт бөлігіне ие болуымы қажет:

1. Қолданылуы қажетті атмосфералық газдың конденсация нүктесі.
2. Пешті толтыратын атмосфералық газдағы азоттың құрамы
3. Бөлшектің пеште болған уақытында жететін ең жоғары температурасы.
4. Шамамен 0.75% артық деңгейі бар металл элементтердің қайсысы, қолданылатын алғашқы материал(-дар)да және қоспа материалдарында болады.

9.12-суретте көрсетілген желілерге сілтемелері осы төрт қағида анықталған кезде анықтау үшін қолданылуы мүмкін, қатысатын екі металл оксидтері қысқартылады және қайсысы – жоқ, атмосфералық жағдайлар кезінде пеште болады.
Металл оксидтердің қайсысы төмендеуге қарқыны болатындығын анықтау әдістемесі, ал қайсысы – жоқ, 7-бөлімде анық жазылған. Дегенмен, қысқа жолы мен қажетті мәліметтері 9.12-суретінде көрсетілген (яғни, 750ºC дәнекерлеу температурасы кезінде мырыш оксидінің қысқаруы үшін талап етілетін конденсация нүктесі – минус 100ºC; бұл деңгей үздіксіз жұмыс істейтін пештерде жете алмайды және қоршалған пеште экстремалды жету қиын, мұндағы азот көзі – тарамдалу блогы, ол жерде азот қысымы бар 9.13-сурет көрсетілген блок

түріне толтырылады). 9.13-суретте көрсетілген құбырлық көздер 77% палладий күміс -23% қорытпасынан тұрады және 300ºС температурасы кезінде болады; олар диффузиялық мембраналар ретінде әрекет етеді, олар арқылы азот молекулалары өтеді. Дегенмен, автор осы жүйенің дәнекерлеу үшін азот көзі ретінде қолданыла алатындығын білмейді; жүйе алғашынан 1960-жылдардың аяғында электрондық өнеркәсіп үшін эпитаксиальдық кристалдарды өндіру кезінде қажетті қоспаланатын затты тасымалдау үшін әзірленген.

Осы жағдайларға байланысты осындай жұмыс үшін осы дәнекерлеу қағидасын пеште қолданудың пайдасы жоқ!



Purehydrogenoutlet –таза азоттың шығу тесігі

Bleed – судың шығатын жері

Impuregasinlet —газдың кіру тесігі

Heater - Қыздырғыш

Cell tubes, 6 in all, built into a manifold surrounding the sentre heater tube

Wire wool – сымтемірлік киіз

9.13-сурет Берілген мамандандырылған шашырату блогы сағатына 7000 литр өте таза азотты шығаруға қабілетті.

Осы жауаптың мәрелік тармақтарына одан әрі барғысы келетіндерді, ол сіздің жалғастыратын жоба емес екендігін айту керек. Себебі, біз әлі дәнекерлеу материалын таңдау мәселесін қарастырған жоқпыз.
Пештегі дәнекерлеумен байланысты қышқылдың пайда болуымен болатын қиындықтардан құтылу үшін, сондай-ақ оқшаулау мүмкіндіктерімен байланысты; дәнекерлеу пешінде қолданылатын дәнекерленген қоспа материалы 10ºС немесе одан да кіші мәні бар балқытудың өте қысқа аралығына ие болуына іргетас талап болып табылады. Осы талап таңдауды өте қатты шектейді! Қолдану үшін ең күшті материал 645ºС жалғыз балқу температура нүктесіне ие, күміс-мыс-фосфорлық материал болып табылатын, CuP 286 ISO17672:2010 стандартына сәйкес келетін материалдар болып табылады. Қалпына келтіретін ортада осы материалдың қаттылығы бойынша өздігінен еруі бонус болып табылады. Осы тектестердің ішіндегі басқа қорытпалар біршама балқудың кеңейтілген диапазонына ие болады және төмендеуге жатқызылады. Осы материалдың басты кемшілігі құрамында шойын, никель немесе кобальт бар материалдармен байланысу үшін қолданылуы мүмкін, нәтижесінде нәзік байланыстар пайда болады.
Төмен температуралық құрамында күмісі бар қоспа материалдардың бірі де сәйкес келмейді, себебі олардың құрылымында, олардың құрамына кіретін белгілі материалдардың булануының болуы сөзсіз.
Жоғарыда айтылған мәтіннен кейін, қалпына келтірілетін ортасы бар пеште дәнекерлеуді жасамаған жөн. Қолданылатын процесс кеңінен танымал, бірақ мұндай жағдайлар әрқашан зергерлік бұйымдармен шектеледі – және бұл жерде де рәсім қиындықтарға толы. Қысқасын айтқанда, тәжірибе дауысы айтқандай, осы рәсімнен бағытын алыс ұстайтын ғана адам ақылды деп түсіндіреді!
Қорыта келгенде, жезді компоненттерін механизациялауға болатын дәнекерлеудің көптеген жолдар бар, бірақ қалпына келтіретін ортасы бар пеште дәнекерлеуді автордың өзі ұсынбайтыны ақиқат.

Аммониймен қосылу жалғаным коррозиясына әкеп соғуы мүмкін бе?

Егер мыс немесе мысы бар материалдарға аммониймен қосылысқа түсуге мүмкіндік болатын болса, онда материалдар коррозия әсеріне түсетінін түсіндіретін көптеген қол жетімді техникалық әдебиеттері бар. Осы жағдайда, сұйық аммиак, негізінде аммиактың гидроқышқылы (NH4OH) мысты мыс тұзын өндіру үшін ерітетін болады, ол мысты-аммиакты гидроқышқыл ретінде белгілі (Cu.NH4OH). Нәтижесінде,

әдетте өнім сұйық аммиакпен расымен байланысқа түскен кезде тәуекелділік болғанда, өнімнің құрамында ешқандай мыс болмауы керек деп саналады.
Осындай ережемен жүру жеңіл және де неліктен аммиактың әсеріне түсетін бөлшектер әрекетте болаттан жасалады, себебі болат тот баспайды және оған қосымша, дәнекермен байланысқа түсе алады. Дегенмен, бұрынғысына қарағанда және CFCs байланысқа түскен кезде Жер атмосферасының азон қабатына зиян келтіруінен ұнамды салқындатқыш газ ретінде тоңазытқыш техникасының индустриясының әсерімен хлорфторкөміртекті газдан (CFCs) аммиакқа өтуде шағын және орташа өлшемдегі жылуалмастырғыштарды пісіру арқылы түйіндерді шығаратын құралдарға жүгіну қажет. Себебі бұл бөлшектердің пісірілуі қиын болғандықтан, шындығында балама ретінде дәнекерлеуді қарастырып көру болды. Дегенмен, осы шешімге келместен бұрын, осы амалды қолдану үшін қоспа материалдары мен флюсының қандай комбинациясы едәуір тиімді болатынын шешу қажет болды.
Анығы, бастапқы кезеңде, түбегейлі мәселелерді есепке алу керек – бұл қоспа материалдың құрамында мыс болмауы тиіс және жеке өнімнің пісіруі немесе дәнекерлеу құнының арасындағы салыстыру бір бірімен тура үйлесетіндей қымбат болмауы тиісті маңызды талаптар болып саналады!
Шешімге жол тез табылатын сияқты, бірақ қоспа материалдардың негізгі өндірушілерінің әдебиеттерін мұқият меңгеруін жүргізген кезде ғана мәселенің ауқымдылығы санаға жеткен. Қоспа материалдардың жүздеген түрі болғанын назарға ала отырып, тек кейбір мөлшері ғана құрамында мысы жоқтығы бойынша талаптарды қанағаттандырады. Никельге негізделген барлық жоғары температуралық, автоматты түрдегілер қарастырудан жойылды, себебі олар қоршаған ортасы бар пештерде ғана өңдеу үшін ғана сәйкес келеді және назарға құн факторын алған кезде, құрамында алтын немесе палладиум бар барлық мүмкіндіктер жойылады және кейін тек екі материалға ғана отырғызу бойынша сәйкес келетін материалдар тізімі талқыланады.

75% Күміс — 25% Мырыш

75% қоспа материалы, күміс – 25% мырыш 710ºC-715ºC балқу температурасының ауқымына, 720ºC ұсынылатын жұмыс температурасына ие. Осы материалдың ағу қасиеті балқытылған жағдайда өте жақсы, бірақ қорытпаның балқу диапазоны өте қысқа болғандықтан, өтпелі бетті қамтамасыз ету мүмкіндігі айтарлықтай жоғары емес.

Осы материалдың бастапқы өңделуі жұмсақ болатты BSEN 1045 FH10 түріне сәйкес келетін фторидпен негізделген флюспен бірге дәнекерлеу қажеттілігінен жүргізілген болатын; дегенмен, ол тот баспайтын болатты дәнекерлеу үшін қолданылмауы тиіс. Коррозияға төзімді болат дәнекерленген кезде, жалғаным қолдану кезінде ылғалдылыққа бейім болса, қажалу коррозиясының (байланыстық коррозия ретінде кеңінен танымал) механизмі арқылы алда болатын жалғанымның ақауларынан сақтауға кепілдік беру үшін, қоспа материалының құрамында кадмий да, мырыш та болмауы керек.
Осы қорытпа құрамында 25% мырыш бар екендігі оны қолданыс кезінде ылғалдануға ұшырайтын рефрежираторларда немесе ауаны салқындату жүйелерінде қолдануға арналған тот баспайтын болатты дәнекерлеу кезінде қолданылмауының алдын алатын фактор болып табылатыны мәлім.

85% Күміс — 15% Марганец

85% күміс - 15% марганец қорытпасының балқу температураларының аралығы 960ºC-970ºC және ұсынылып отырған жұмыс температурасы шамамен 990ºC. Сол сияқты құрамында 75% күміс- 25% мырыш болатын материал жағдайындағыдай, осы материалдың балқу температурасының аралығы өте қысқа, бірақ оның салдарынан марганецтің біршама жоғары құрамы, тіпті оның толық балқыған кезінде де, ол біршама инертті болып саналады және сондықтан өте тез ақпайды. Осы қасиет қолмен дәнекерлеу техникасын қолданған кезде жалғанымның кіру бөлігіне сыртқы ауысуды анағұрлым оңай жасауға болатындығын білдіреді. Қолмен дәнекерлеу барлығынан жақсы біршама интенсивті жалынмен, мүмкін оттекті-ацетилен немесе оттекті-азот, FH10 түрі BSEN 1045 сәйкес келетін фторборат флюсымен бірге орындалады. Жергілікті балқуды қамтамасыз ету үшін флюсты борды метилдық газдың жалынына енгізуі құрамында флюсы бар жалынмен тазартылатын беттен қышқылданудың болдырмауына ықпал етеді. Дегенмен, газды флюсты флюстау тек жалынмен «жуылатын» бетте әрекет ететіндігін және капилярлық жалғанымның ішкі бөлігін қоспайтынын мойындаған маңызды! (4.1-суретті қараңыз).
Тот баспайтын болат материалдан жасалған жалғанымдар қажалу коррозиясының ақауларына бейімделмеген, себебі қорытпаның құрамында кадмий да, мырыш та жоқ! Нәтижесінде, осы материал рефрижераторлық құрылғылар үшін дәнекерлеуді таңдаған кезде бірінші кезекте тұрады!

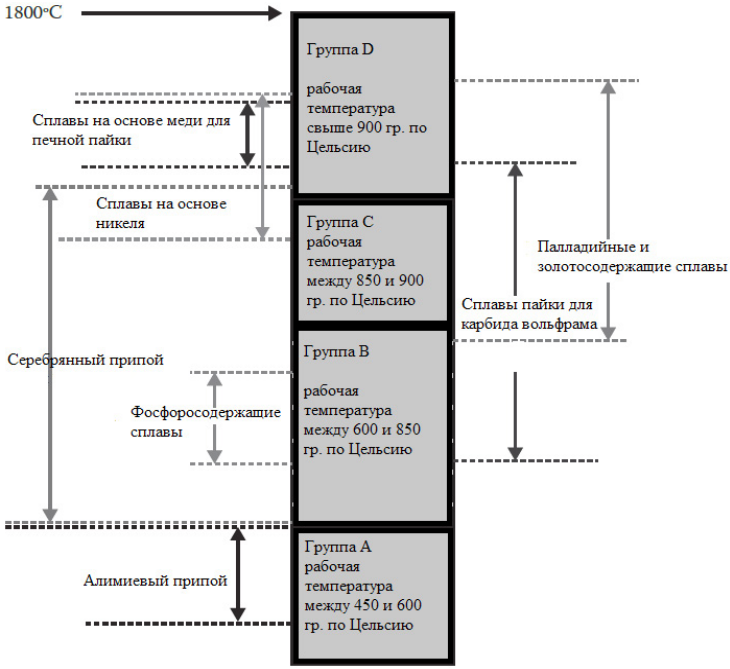
9.6.6 Жалғанымды қауіпсіз пайдалануға болатын максимальды температура қандай?

Таза металдардың және қоспалардың өте үлкен мөлшерлері дәнекерленген қоспа материал сияқты әрекет етеді. Егер дүние жүзінде қолданылатын барлық түрлі материалдарды бір кестеге жинақтайтын болса, тізімге 800 түрлі композицияға жуығы кіретіндігі орнатылған. Материалдардың осылайша тез таралуы назарға алатын болсақ, жалғаным технологиясында дәнекерлеу процесінің кең қолданысқа ие болатындығына және әмбебап екендігіне нұсқайды. Алайда, дәнекерлеуге арналған қорытпалардың тізімін қамтитын ISO стандарттары, қамтитын материалдардың жеті тегінің 138 материалынан тұрады.
Міндет мұндай тізімнің мұқият тексерілуі, көптеген материалдар өзінің бауырластарынан соншалықты көп ерекшеленбейтін құрылымға ие екендігін тез анықтайтын фактісімен әрі қарай қиындай түседі. Зерттеу кезінде, бір материал мен өзгелерінің арасындағы айырмашылық, мүмкін, тек 0,5% немесе құрамдас элементтердің кез келгенінің номиналды құрамына қатысты одан да аз болуы мүмкін. Құрамындағы мұндай аз вариациялар, әдетте дәнекерлеуге де, қарастырылатын материалдың қолданылу сипаттарына да әсер етпейді, бірақ бұл әрқашан да растала бермейді. Мысалы, мыс-фосфорлық қорытпа құрамының 0.5% фосфорға өзгеруі материалдардың ағымдық және толықтыратын қасиеттеріне күшті әсер етеді (1.1-суретті қараңыз).

219 дәнекерлеу кезінде ақауларды және бірқатар проблемаларды жою

Көріп отырғанымыздай, фосфор мыс қорытпасы -8,25% ретінде 707°C жалғыз балқыту температураға ие болса, құрамында 7,3% фосфоры бар материалды балқыту *аралығы* 707-860°C құрайды, құрамы 6,8% фосфор бар материал - 707-886°C. Бұл кейбір жағдайларда, қатты дәнекерленген материалдың химиялық құрамының бір азғантай өзгерісі материалдың балқу аралығына айтарлықтай әсер ете алатындай жағдайлармен кезігетінімізді көрсетеді. Бұл кейбір кездерде материал алып шыға алатын қызмет көрсетудің максималды температурасын орнатудың айтарлықтай қиын екендігі көрсететіндігінен болады. Нәтижесінде, ISO 17672:2010 де ұсынылған барлық материалдар әр материалға арналған орнатылған балқу аралығына ие екендігі, олардың бірде біреуі қауіпсіз ең көп қолданудың арнайы көрсеткішін алып жүрмейтіндігі түсінікті болады. Бұл, автор жалпы қолданыстағы материалдардың түрлерін

аралық бойынша A дан бастап D дейін төрт топқа бөлгендігін түсіндіреді, материалдар қорытпаларының түрлі тектері 9.14-суретінде болжамды пайдаланушылар материалдардың қайсысына қолжетімді және қай жерге дәнекерлеу технологиясының температуралық аралығының қағидасына қатысты әр текке сәйкес келетін таңдап алатындай ұсынылған.



Пеш дәнекерлеуге арналған мыс негіздегі қорытпалар
Никель негіздегі қорытпалар
Күміс дәнекер
Фосфор құрамдас қорытпалар
Алюминий дәнекері
Вольфрам карбидін дәнекерлеуге арналған қорытпалар
Паладий және алтынқұрамдас қорытпалар
A тобы жұмыс температурасы Цельсий бойынша 450 және 600 гр. аралығында
B тобы жұмыс температурасы Цельсий бойынша 600 және 850 гр. аралығында
C тобы жұмыс температурасы Цельсий бойынша 850 және 900 гр. аралығында
D тобы жұмыс температурасы Цельсий бойынша 900 гр.жоғары

9.14-СУРЕТ Қатты дәнекерленген материалдардың төрт кең топтары және жалғаным процесінің технологиясына қатысты материалдарды дәнекерлеудің жеке тектері дәнекерлеу кеңінен қолданылатын қай жерге сәйкес келеді.

Қоспа материалының кестелері

Егер алдағы қадам ретінде, біз жоғарыда аталған топтардың әрқайсысына қатысты бөлшектерді қысқаша қарастыратын болсақ оқырманға пайдалы болады.

A Тобы: Жұмыс температурасы 450 ден 600°C дейінгі аралықта
Берілген топ алюминий және оның кейбір қорытпаларын дәнекерлеу үшін арнайы арналған қатты дәнекерлеуден тұрады.
B Тобы: Жұмыс температурасы 600 ден 850°C дейінгі аралықта
Берілген топ бірінші кезекте кеңінен қолданылатын инженерлік материалдарды (мыс, жез, қола, болат және өзгелері) дәнекерлеу кезінде ауада қолдануға арналған қорытпалардан тұрады. Көпшілік жағдайда флюс қажет болады; ауада флюссыз таза мысты дәнекерлеуге үшін қолданылатын ISO 17672:2010-дағы CuP сыныбының фосфор құрамдас материалдары есте қаларлық жағдай болып табылады. Дегенмен, CuP сыныбының мүшелері құрамында темір, никель немесе кобальт бар аналық материалдарды дәнекерлеу үшін қолданылмауы тиіс, себебі алынған жалғанымдар өте нәзік болып келеді.
C Тобы: Жұмыс температурасы 850 ден 950°C дейінгі аралықта
Осы топ негізінен ISO 17672:2010-ғы Cu 450-ден Cu 773 дейінгі түрлерге сәйкес келетін дәнекерлеуге және мыспен дәнекерлеудің пісіру процестері үшін қолданылатын қорытпалар көбіне газды флюспен дәнекерлеу технологиясымен бірге болады, мұндағы триметил борат дәнекерлеу жанарғысының отындық газына жүктеледі.
D Тобы: Жұмыс температурасы 900°C жоғары
Осы топ қалпына келтіретін атмосферада дәнекерлеу кезінде инерттік газдар немесе вакуумдық пештерде қолдану кезінде қолданылатын жоғары температуралық қорытпалардан тұрады. Шектеулі мөлшердегі жағдайларда осы топты құрайтын кейбір материалдар үшін B және C топтарымен қабаттасу болатындығы мәлім. Дегенмен, ISO 17672:2010 стандартының 10-кестесі инертті газ ортасында металл электродымен доғал дәнекерлеу процесі үшін автокөлік құрылыс саласы өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын бірнеше мамандандырылған материалдардан тұрады. Осы салыстырмалы түрде жаңа материалдар жалғанымы әдісінің толықтығы осы басылымның 64 және 65-беттерінде ұсынылған.

9.6.6.1 Балқу температураларының диапазонына арналған қатты дәнекерлеу материалдарының химиялық құрамының мәні

Бұл жерде халықаралық деңгейде қабылданған стандарттарда көрсетілген кестелердегі ақпараттардың анықтылығна қатысты философиялық талқылаудың керегі жоқ. Дегенмен де, егер солидус пен ликвидустың көрсеткіштері қатты дәнекерленген белгілі материалдар үшін берілген болса, олар орнатылған сияқты болуы мүмкін бе? Бірнеше минут ойланудан және 1.1-суретіне қараудан кейін оқырманға күмән тудыруы мүмкін. Келесі мысалды қарастырайық:
ISO 17672:2010 стандартында Ag 449 сәйкес келетін қорытпа 680-705°C (25°C) ретінде көрсетілген.
Осы материал келесідей номиналды химиялық құрамда болады: күміс– 49%, мыс – 16%,мырыш – 23%, марганец – 7,5% және никель – 4,5%. Дегенмен, химиялық құрам бойынша рұқсат етілген ауытқу келесідей:

Күміс, мыс және марганец = ±1%
Мырыш = ±2%
Никель = ±0,5

Егер осылай дәнекерленген материалдың белгілі бір бөлшектерінің нақты химиялық құрамы күмістің 48,1% құраса, мыстың 15%, мырыштың 24,2%, марганецтың 8% және никельдің 4,7% құрайтын болса, солидус пен ликвидустың тапсырыс берілген аралықтары 680-705°C әлі де сәйкес келеді ме екенін жормалдауға тура келеді.
Осындай химиялық құрамы бар материал құрамға қатысты стандарт талаптарына жауап берсе, оның балқу температурасының аралығының 680-705°C шегінде болмауы біраз күмән туғызатын болады. Күмістің төмен құрамы мен мырыштың жоғары құрамы нәтижесінде қорытпаның балқу аралығының кеңейуін алып келуі мүмкін. Одан басқа, никельдің жоғары құрамына қатысты балқытылған материалдың аққыштық сипаттамаларына кері ықпал етуі мүмкін.
Дегенмен, келесідей қосымша талқылаулар қызықты болады. Мұндай қоспа 30 жылға жуық бұрын әзірленгенде, әзірлеушілермен балқу температурасының аралығы 625-705°C ретінде көрсетілген. Дәнекерлеу өнімдерінің өзге ірі жеткізушілеріне жұмыс істейтін дәнекерлеу жөніндегі кейбір технолог мамандар, осындай мәліметтердің дәлдігіне сенімсіз болды және жаңа материалдардың үлгілерін түрлі термиялық талдауға салды. Жасалған жұмыстың нәтижесі ISO кестесінде және түрлі сауда әдебиеттерінде ұсынылған балқу аралығының ағымдағы қолданылуы

(яғни 680-705°C) алғаш рет жалпы қолданысқа енген кезде шықты.
Бұрында тапсырыс берілген жалпы қолданыстағы қатты дәнекерленген басқа металдардың кейбіреулерінің балқу аралықтары зерттелген болатын және олар үшін тапсырыс берілген балқу аралықтарымен шағын өзара байланыстың болғандығы анықталды. Сонымен, химиялық құрамы бойынша аралықтарды ескермей, кейбіреулер қатты дәнекерленген металдардың көпшілігі үшін балқу температурасының аралығы Грим Ағайындылары және/немесе Ганс Христиан Адерсон жұмыстарынан алған деп есептеуі мүмкін!
Жоғарыда аталған кемшіліктерін, ол жерде жарияланған әдебиеттердегі белгілі материалдар үшін тапсырыс берілген солидус пен ликвидустың көрсеткіштері орнатылғандығын *есепке алмаған жөн* екендігі фактісін қорытынды деп есептеуге болады; олар *материалды қолданған кезде күтуге болатын ықтимал көрсеткіштердің* нұсқауы ретінде ұсынылған.
Жоғарыда сипатталған жағдайды цехта осы нақты мәселемен кезігетін кеңесу үшін көмекке кімге жүгінерін білмейтін маман емес, ереже дәлелдеп отырған артықшылық деп санауға болады. Осылайша халықаралық және ұлттық стандартта белгілі қорытпа үшін солидус пен ликвидусқа арналған тапсырыс берілген көрсеткіштер түсінікті және ұзаққа созылған тәжірибе нақты ретінде болып қабылданады.

9.6.6.2 Ерекше дәнекерден жасалған дәнекерлі жалғанымның максимальды жұмыс температурасы

Қатты дәнекерленген белгілі бір металға арналған өте жоғары температураны анықтау келесі себептер бойынша өте күрделі тапсырма болып саналады:

1. Температура жоғарылаған кезде қатты дәнекерленген металдың физикалық беріктігі жалғанымда төмендейді. Дегенмен, 9.7-суретте бұрын көрсетілгендей, дәнекерлейтін материалдың нақты химиялық құрамының дәл өзі беріктіктің төмендеу жылдамдығын және онымен белгілі бір қолдануға арналған дәнекерлейтін металдың таңдауын анықтайды.
Осы жағдайда қолданылатын дәнекерлеу материалы ретінде, Ag 449 түрі ISO 17672:2010 сәйкес келетін материал болып табылады.
2. Басқа жағдайда, оқиғаның дәнекерлеу материалының қышқылдануға тұрақтылығы анықталатын болады. Қалыпқа келтірілетін атмосферада пеште дәнекерленген болат немесе тот баспайтын болатқа арналған таза

мысты қолдану қалыпты жағдай болып табылады.

1900 жылдың ортасынан бастап, жұмсақ болат қалыпқа келтірілетін атмосферада дәнекерленген, ол экзотермиялық атмосфераны өндіру үшін табиғи газ бен ауаның каталиттау реакциясының көмегімен жасалған және барлық жағдайларда таңдап алынған дәнекерлеу материалы таза мыс болған. Пеш түрлерінің кеңейтілген аралығы берілген жұмыс сыныбы үшін қолжетімді, ал 1970 жылдардың басынан бастап сызықтық үздіксіз конвейерлік пештердің өсіп келе жатқан саны 9,15-суретте көрсетілген камералық пештердің түріне қарағанда ең қолайлы болып саналған.

Осы құжаттың авторы 60-жылдардың ортасында Шотландияда пештік дәнекерлеуге мамандандырылған мердігер ұйымда жұмыс істеп жүрген кезде камералық пештегі тәжірибеге ие болған, сол себепті ол артықшылықтары туралы да, кемшіліктері туралы да жақсы біледі.

90 жылдардың басында өнеркәсіптің автокөлік құрылыс саласы автокөліктің кейбір бөліктеріне, соның ішінде отынды бүрку рампасына тот баспайтын болатты қолдану мүмкіндігімен қызыға бастады. Қалпына келтіру ортасындағы конвейрлік пештерде тот баспайтын болатты дәнекерлеу камералық пеште экзотермиялық атмосферада дәнекерлеуге қарағанда техникалық тұрғыда бірнеше есе күрделі болады, осындай

9.15-СУРЕТ. Таза мысты қолдану арқылы дәнекерлеуден өткен жұмсақ болаттан жасалған бөлшектермен жүктелген үлгілі камералық пештің асты. Компонент беттерінің тазалығына назар аударыңыздар. (Фотосурет “KepstonLimited” Уолсолл, Англия құрметпен берілген).

жағдайда, пештен шыққан кезде құрастырылымның ішкі бөлігі сыртқы беті сияқты өте жылтыр және жарқырап тұру талабына басты мәселелердің бірі болып саналады. Бұған қол жеткізуге болады, бірақ тот баспайтын болатты қалпына келтіру атмосферасында дәнекерлеу тақырыбы бұл жерде талқыланбайды; 7-бөлімді қараңыз.
Дегенмен, тот баспайтын болаттың дәнекерлеуі қиынға түсетіндігі анық, алайда кейбір жағдайларда, дәнекерленген жалғанымдардың көлік құралының қозғалтқышында түтін шығару жүйесінен тікелей жақын орналасуы талап етіледі. Сонымен, олардың жұмыс температурасы көбіне 200-300°C, бұл мысты дәнекерлеу материалы ретінде қолдану үшін өте жоғары температура екендігін көрсетеді.

Тәжірибе мысты дәнекерлеу материалы ретінде қолданған кездегі ең жоғарғы рұқсат етілетін жұмыс температурасының 150°C құрайтындығын көрсетеді. Нәтижесінде, дәнекерлеу талап ететін материал мыс емес, никель негізіндегі жоғары температуралық қорытпалардың бірі болып табылады. Никель негізіндегі сәйкес келетін дәнекерлеу материалдарының дәнекерлеу температурасы мыс үшін қажетті температурамен ұқсас болып келеді. Дегенмен, мәселе келесі фактіде, никель негізіндегі қорытпалар көп жағдайларда тек ұнтақ немесе паста түрінде ғана қолжетімді болады, ал олардың құрамы тот баспайтын болатта және дәнекерлеу материалдарында кездесетін оксидтерді жою үшін қажетті химиялық реакцияларда жұмсақ болаттарды дәнекерлеуден қарағанда едәуір күрделі болады. Себептері 7-бөлімде көрсетілген.
Жоғарыда ұсынылған екі мысалдан көріп отырғанымыздай, дәнекерлеудің белгілі бір қорытпасына арналған жоғары қауіпсіз жұмыс температурасын мәжбүрлейтін маңызды факторлар бар, бірақ, өкінішке орай, белгілі бір материалды қолдану үшін жоғары қауіпсіз температураны орнататын басшылық ретінде ұстанатын ереже жоқ. Осы бөлімнің соңғы сөздері 9.6-кестесіне арналған, онда дәнекерлеуші мамандардың жиі қолданатын, кейбір көрсеткіштер бойынша нұсқаулық, қайталаймын нұсқаулық ұсынылған. Дегенмен, осы материалды оқып отырған адамдар, келтірілген көрсеткіштердің осы тақырып бойынша ақырғы сөз болып табылмайтыны түсінуі тиіс және оқырмандар өздері үшін 9.6-кестеде көрсетілген мәліметтер олардың қажеттілігіне сәйкес келетіндігін *немесе олардың белгілі қажеттіліктері үшін керек қаншалықты түзетілген температура қажет екендігін анықтау үшін кейбір сынақтарды жүргізуі тиіс* шешімді қабылдау қажет.
«Қысқа кезеңді аралық» термині осы мәтінде қорытпаның көрсетілген

температуралық көрсеткіштерді *өте реттелмейтін аралықтары бар* 30 секундтан аспайтын кезеңде, *мысалы ауысымда бір рет*, төмендеудің басталмауына дейін сынай алатындығын білдіреді.
Мәтіннен жоғарыдағы бөлімде көрсетілген температуралық көрсеткіштер, негізінде күрделі жағдайды сипаттайтындығы түсінікті, себебі көрсеткіштер 2100°C дейін таза иридиді қолдана отырып, вольфрам-тантал қорытпасын дәнекерлеу кезінде күтілуі мүмкін, менің ойымша бұл ықтимал емес. Дегенмен осы бөлімде осы салада егер осындай мәселе маңызды қолдану үшін оның қарастырған дәнекерлеу материалдарының жеткізушісімен отырыс барысында оның жолында кездескен жағдайда оқырманға білім алу мүмкіндігі беріледі! Сізге жеткізушіден ұсыныстарды жазбаша түрде жіберуін сұрау қажет, ал материал жеткізілген кезде – ұсыныстарға қараңыз. Егер сізде сұрақтар туындаған жағдайда, ең дегенде түндегі ұйқыңыз тыныш болады!

9.6-КЕСТЕ
Дәнекерлеу материалдардың белгілі тектеріне арналған кейбір ұсынылған ең жоғарғы жұмыс температуралары

ISO 16672-2010 бойынша дәнекерлеу металының сыныбы	Ұсынылатынең жоғарғытұрақты жұмыс температурасы (°C)	ҰсынылатынAWSтұрақты жұмыс температурасы (°C)	Осындай ең жоғарғы температураның рұқсат етілген қысқа мерзімді аралығы (°C)
Алюминий дәнекерлеу	200	149	220
Күміс дәнекерлеу	200	149	250
(Күміс) мыс-фосфор	150	149	165
Мыс және жез	150	204	165
Никель негізінде	600	1008	1090
Палладиймен	500	-	550[a]
Алтынмен	600	426	650[a]

[a]Қауіпсіз көрсеткіш алтын және палладий бар қорытпаларының жалпы химиялық құрамынан өте қатты тәуелді болады.

9.6.7 Құрал-сайман жасалатын болаттарды дәнекерлеу мүмкін бе?

Құралдық болаттар тек қымбат қана болмайды, сонымен қатар күрделі металлургияға ие болады. Осы екі факторды бірге қарастырған кезде, тәжірибелі дәнекерлеуші инженерлердің ойында бір сөйлемде айтылатын «дәнекерлеу» және «құралдық болат» деген сөздерді естіген кезде қауіпті қоңырау шырылдай бастайды. Жоғарыда келтіргеннен оқырманға түсінікті: құрамында құралдық болат бар құрылымда дәнекерлеу жолымен жалғанымды дайындау талабын, өнімді өте жоғары сақтықпен дайындау талабы ретінде қарастырыңыз және егер мүмкін болса, оны мүлдем қарастырмаңыз!
Металдардың жалғанымын қолданатын кез келген мөлшерде істес болатын осы тақырыпты қарастыру сізге бұлтартпай, алайда сыпайы

түрде, кері бұрылып, кетіп қалуыңызды ұсынады. Дегенмен, кім өзін құралдық болатпен дәнекерлеу мүмкіндігінде өзіндік қанағаттану сезіміне ие болғысы келсе, бұл іс жаңбырлы күні өзеннің суын құрғатумен бірдей болатын іс болып саналады.

9.6.7.1 Негізгі материал

Әдетте құралдық болатпен дәнекерлеу жөніндегі мәселелер екі санатқа бөлінеді:

1. Көміртекті болаттар
2. Тезкесетін болаттар

Көміртекті болаттардың қаттылығы олардың құрамында біршама жоғары көміртегінің болуымен қамтамасыз етіледі, әдетте 0,65-1,45% аралығында. Осындай материалдардың оңтайлы қасиеттерге термиялық өңдеу уақытында оларды аямай шынықтыруына жетуі өмірлік маңызды екендігі сәтсіз болуы мүмкін. Осындай өңдеу материалдағы өте жоғары кернеудің пайда болуына алып келетіні анық. Осындай жағдайларда, егер дәнекерлеумен жалғау болса және егер ол шынықтырудан кейін әлі де сақталынса, ол өте кернеулі күйде сақталатын болады және кенеттен күш түсірген кезде болжамды түрде қолданылатын ортада бұзылғандығы байқалса бұл таңқаларлық жағдай болмайды.
Вольфрам мен ванадий көміртекті болаттарға белгілі қасиеттерді беру үшін орташа мөлшерде ғана қосылуы мүмкін. Сонымен қатар осындай элементтерді қосу қаттылық, тозуға төзімділік және жоғары температуралық өнімділігі сияқты қасиеттерін жақсартуы мүмкін, медальдың кері жағы мұндай металдарды дәнекерлеу металлургиялық қасиеттерінен түндегі шошып оянуға дейін алып келеді және де барлық қатысушыларға төтенше күйзелістік рәсім ретінде болып сипатталуы мүмкін.
Тез кесетін болаттар олардың құрамында вольфрамның, молибденнің, ванадийдің және хромның біршама жоғары көлемі болғандықтан, олардың шынымен легірленген болат тобының мүшелері болып табылатындығы туралы айтудың негізделген себептерінің бар екендігі фактісінен тәуелсіз,. өнімдердің жеке тобы ретінде бағаланады.

9.6.7.2 Дәнекерлеу рәсіміне қатысты ескертпелер

Дәнекерлеу және термиялық өңдеу процестерін біріктіру логикалық

рәсім болып табылады және осы жолды ұстанған жөн. Дегенмен, көптеген жағдайларда дәнекерлеу термиялық өңдеуге дейін жүргізілген болатын, бұл өкінішке орай келешекте металлургиялық мәселелерге алып келуі мүмкін.

Көміртекті болаттардың шынығу температурасы 760-815°С құрайды. Жалғанымға, түзете алмайтындай деформацияға төтеп беру мүмкіндігін беру үшін дәнекерлеуді белгілі көміртекті болаттар үшін ұсынылған шынығу температурасына қарағанда, 200°С немесе одан да артық температура кезінде жүзеге асыру қажет екендігін түсінген маңызды. Сол уақытта мұндай әрекет дәнекерлеу материалының қатаю мәселесін қанағаттандыруы мүмкін, дәнекерлеудің жоғары температурасы көміртекті болаттың ұнамсыз металлургиялық өзгерістеріне алып келуі мүмкін. Өкінішке орай, осындай әдісті қолдану кезінде туындайтын мәселелердің арты дұрыс болмауы мүмкін.

Шынықтыру температурасына біршамадай жақын қатаю температурасы бар дәнекерлеу материалын қолдану балама болып табылады. Осы жағдайда жалғанымның беріктігі өте төмен болатындығын және нәтиже ретінде, жобалаудан тәуелсіз, оның шынығуы кезінде қысылуына түсетіндіктен жалғанымның зақымдануы пайда болатындығына назар аударған жөн. Оқырманға мұндай талапты қою тәжірибе жүзінде қанағаттандырғаннан гөрі жеңіл екендігі түсінікті!

Легірленген, сондай-ақ тез кесетін болаттармен сияқты қолданылатын дәнекерлеу рәсімі көп жағдайда белігілі бір болаттың физикалық металлургиясын толық түсінуден тәуелді болады, сонымен қатар уақыт пен температура дәнекерлеу цикылы уақытында пайда болатын металлургиялық фазаның өзгерістеріне ықпал етеді. Шынықтыру кезеңінде негізгі материалда шамадан тыс кернеуді алудан жалғанымның баст тартуы мүмкін туралы ескертілім ұсынылған болатын. Сондай-ақ, мәселе белгілі бір болаттардың келесі кеңейтілімі бар болатын қысылуға және кейін қайта қыылуға алып келетін аустенитті-мартенситтік транформацияларында болуы мүмкін. Физикалық өзгерістермен ілеспелі өлшемдік өзгерістердің нәтижесінде алынғандар құрылымда болатын кез келген жалғанымның дәнекермен кернеу туғызатындығы сөзсіз. Егер жалғаным шынықтыруға төтеп бере алса, ол үлкен кернеуге ұшырайды және жұмыс ортасында жүктеу кезінде бұзылуға жақын болады.

Енді, жоғарыда айтылған ақпаратты қарастырғаннан кейін, неліктен параграфтың басында «құрамында құралдық болат бар құрылымда дәнекерлеу жолымен жалғанымды дайындау талабын, өнімді өте жоғары сақтықпен дайындау талабы ретінде қарастырыңыз және егер мүмкін болса, оны мүлдем қарастырмаңыз!» айтылғандығын оқырман түсінеді.

Құрметті оқырман, енді бастан осы ойластырылған ойды шығарып тастаудың және бүгінге жоспарланғандардың ішінен расымен пайдалы іс жасаудың уақыты келді.

9.6.8 Сызаттық коррозия дегеніміз не?

Фотосуреттердің барлық тестілік үлгілері сынақтардың өздері сияқты Johnson Matthey Metal Joining, Ройстон, Хартфордшир, Англия зертханаларында жасалғандығына назар аударамыз.
Бәрінен бұрын біз «сызаттық коррозия» терминінің қолданылуын және анықтау мәселесін түсініп алуымыз қажет. Глоссарийде айтылғандай, жергілікті коррозия қажалу коррозиясында стандартты емес термин болып табылады. Шынында да ол пайда болған кезде, қарапайым төгілетін, жеңіл еритін, құрамында күміс бар қоспа материалдарымен тот баспайтын болаттан жасалған жалғанымдарда дәнекерленген түйіндерінде ақау болып табылады. Өкінішке орай, дұрыс анықталмайтын бұл ақау, кейбір жағдайларда тот баспайтын болаттан жасалған өнімдерді дәнекерлеуден тұратын құрылым бойынша тапсырмалар болатын инженерлердің өзі де дұрыс анықтай алмайды.
Тот баспайтын болат қышқылдануға және коррозияға өте күшті кедергі жасай алатындықтан, ол химиялық өнеркәсіпте және түрлі жоғары температуралық пайдалануда кеңінен қолданылады. Дегенмен, түйіспелердегі қажалу коррозиясының әсерлері тот баспайтын болатты дәнекерлеу үшін қолданудың өте қарапайым салаларында, егер оттегімен қанныққан ылғал (мысалы жауын) оны қолдану кезінде дәнекерленген түйіспемен әрекеттесетін болса жиі кездеседі, бұл қатты дәнекерлеуге арналған төмен температуралы құрамында күмісі бар материалдармен жасалды. Осы бөлімде осыған ұқсас жағдайлар қарастырылады.
Жалпы ерекшеліктерін айтсақ, тот баспайтын болат үш топқа бөлінеді:

1. Ферриттікболат
2. Мартенситтікболат
3. Аустениттікболат

Әр топ өзінің ерекше қолдану аймағына ие және оларды келесідей тәсілмен түсіндіруге болады.

Ферриттік тот баспайтын болат: бұл магниттік қасиеттері бар материалдар тегіне жатады. Өнімдер тот баспайтын шойын ретінде сипатталады. Олардың қасиеттері термиялық өңдеу жолымен жақсартылмайды және

әдетте олар жұмыс турбиналарының күректері үшін және жоғары сапалы тот баспайтын болаттан жасалатын ас үй құралдарын айырларды, қасықтар мен тұтас пышақтарды өндіру үшін қолданылады. Хромның жоғары құрамының болуы есебінен, әдетте, 12% -18%, оларды дәнекерлеу өте қиын.

Мартенситтік тот баспайтын болат:Бұл тек те магниттік қасиеттерге иеленген. Материал термо тұрақты және процесс олардың механикалық және коррозиялық беріктігіне ықпал етуі мүмкін. Неғұрлым хром құрамы жоғары болған сайын, соғұрлым коррозиялық беріктілігіжәне механикалық қасиеттері жақсы болады; бұл олардың, турбиналарда, химиялық зауыттарда және авиациялық-ғарыштық өнеркәсіп сияқты қоршаған ортаның ауыр жағдайларында біршама кең қолданылуымен түсіндіріледі. Жоғары сапалы пышақ жүздері осы сыныптағы материалдардан жиі дайындалады, себебі олардың жанған қалпында жүздің кесетін жиектері өздерінің өткірлігін ұзақ уақыт мерзіміне дейін сақтап қалады. Дегенмен, төменгі жақта, болаттан жасалған пышақтың мартенситтік жүздері құлауға өте сезімтал болады, бұл саудада қара жолақтардың коррозиясы ретінде белгілі металлургиялық мәселе болып табылады. Бұл, осындай жүздер үшін қолданылатын болаттың құрамы 0,25% -0.30% көміртегі мен 11% дан 13% дейін хромнан тұратындығынан болады. Жүзі оның тұтқасына қатты дәнекерлеу әдісімен дәнекерлеу көмегімен жалғанған кездегі жағдай сияқты, қыздырылған және жіберуге ұшырылған болатты шамамен 800 ° С температураға дейін қыздырады. Бұл әрқашан дән тәрізді құрылымының пайда болуына алып келеді, бұл жоғары қызу аумағының қалыптасуына алып келеді. Бұл жүзде тұтқасына дәнекерленген жерден төмен шамамен 2-4 мм қара жолақ түрінде шағын ойықтардың топтамасы түрінде көрінетін қара жолақтар коррозиясы сияқты проблемаға әкелуі мүмкін.

Аустениттік тот баспайтын болат: Бұл топ 18/8 тот баспайтын болатты қамтиды (18% хром, 8% никель). Ферриттік болат сияқты, ол термотұрақты болып саналады, сонымен қатар оның механикалық қасиеттері өндірісте сыналған механикалық өңдеу мөлшеріне едәуір дәрежеде тәуелді болады. Температураны шамамен 500 ° С-тан 750 ° С дейін қыздырған кезде (құрамында күмісі бар қоспа материалдарымен жұмыс істеген кезінде жұмыс температураларын қамтитын аралық), әдетте осы болат дәндердің шекараларында күрделі хром карбидынының жіңішке қабаттарымен тұнады. Тіпті болаттың жеткілікті иілуі карбидтің осы қабатын жарылуға алып келеді, сондай-қ материалдың бетіндегі дәндер нүктелік коррозия түрі болып табылатын көріксіз жолықтарды қалдыра отырып, ажырай бастауына әкеледі. Бұл құбылысты жиі қара жолақтың

коррозиясы деп атайды, бірақ ол дән аралық коррозия ретінде толықтай сипатталады. Оны сол сияқты пышақтардың жүздеріндегі тұтқаны дәнекерлеген жерден көруге болады. Осы жағдайларда жолақтар тұтқаның жүзге дәнекерленген нүктесінен шамамен 2-4 мм төмен жүз соңының ұшында орналасқан. Материалдар артық көміртегіні бұғаттайтын, аз мөлшердегі титанды немесе ниобийді қосу жолымен тұрақтандырылуы мүмкін. Дегенмен, олардың оксидтерінің тұрақтылығынан және осы баяу балқитын элементтердің болуынан материалды дәнекерлеу үшін өте күрделі етеді. Осындай жағдайларда ойға бірінші EN1045: 1999 Түрі FH12 сәйкес кішкене қарапайым бордан тұратын флюстардың біреуін қолдану келеді. Дегенмен, егер дайын жалғаным қолдануда қауіптілік туғызатын қажалу коррозиясы бар ортада қолданылатын болса, онда бұл флюстар қолданылмауы керек екендігін біз кейінірек талқылаймыз. Сөйтіп, егер дәнекерлеу байланысудың таңдап алынған әдісі болып табылса, тұрақтандырылған болатты таңдамаған жөн. Одан әрі және әдетте, егер дәнекерлеу аустениттік тот баспайтын болаттардың тиісті жалғаным тәсілі болып табылса, жоғарыда айтылған карбидпен байланысты құбылыстардан L сұрыптарын (мысалы, 304Л) қолдану жолымен құтылуға болады. Егер сіздерде негізгі материалды таңдауға қатысты күмән болса, пісіру көмегімен байланыстыруға арналған арнайы тот баспайтын болатты таңдау керек. 9.7-кесте бірқатар тот баспайтын болаттың түрлерін және олардың жіктелуімен бірге олардың нөмірлерін көрсетеді.

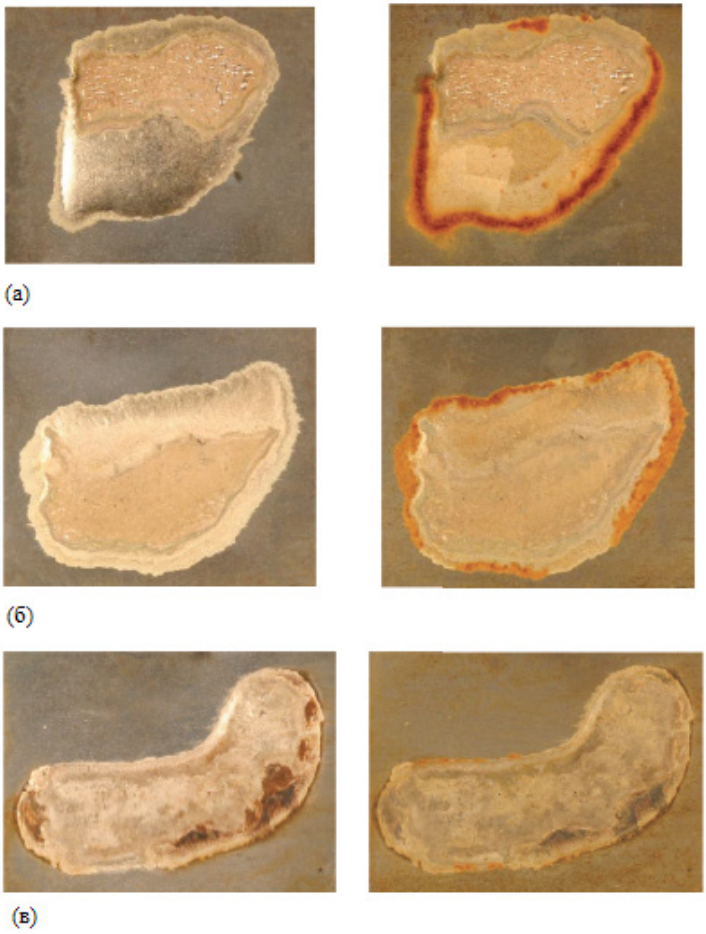
9.7-кесте

Тот баспайтын болаттардың олардың металлургиялық күйі бойынша жіктелген Британдық Стандарт түрлері.

Қорытпа бойынша Британдық Стандарт

Мөлшері	Металлургиялық күйі
302	Аустениттік
303	Аустениттік
304	Аустениттік
310	Аустениттік
316	Аустениттік
321	Аустениттік
325	Аустениттік
347	Аустениттік
403	Ферриттік
410	Мартенситтік
416	Мартенситтік
420	Мартенситтік
430	Ферриттік
431	Мартенситтік

Осындай қолданыс жағдайларында жалғанымның ажырауы қажалу коррозиясының нәтижесінде пайда болуы мүмкін; Бұл коррозияның ерекше қалпы тот баспайтын болаттың бетінде қоспа металдың



9.16-СУРЕТ (а) картинаны тестілегеннен кейін пайда болған баяу балқитын қоспа шекарасындағы қоңыр жабынның жіңішке жиектері, бұл, үйкеліс коррозиясының әсеріне түскен тот баспайтын болат пен қоспа металдың арасындағы беттердің нақты белгісі. (б) Бұл жерде үлгілерді тестілегеннен кейін үйкеліс коррозиясының куәлігі пайда болады. Дегенмен, А үлгісінде көрсетілгеннен гөрі деңгейі өте төмен. Бұл Б үлгісінде никельдің болуымен шартталған, бірақ тот басу әлі басталмағандығын атап айту керек. (в) В үлгісін тестілегеннен кейін үйкеліс коррозиясының болуын растайтын мәліметтер жоқ. Қорытпа хауызының негізіндегі және оның бетіндегі қоңыр түстегі өте жіңішке жолақ негізінен қоспа материалда марганецтың пайда болуынан пайда болды. Ол сондай-ақ суретте тестілегенге дейін көрінеді.

астындағы бірнеше микронды болатта пайда болуы мүмкін.
Алайда, бұрын айтылғандай, өнеркәсіптің тәжірибесі коррозияның осы қалпы түсініксіз, негізінен, тот баспайтын болаттан дәнекерленген бірліктерде болған ажыраулардың мүмкін себептері ретінде қарастырылмайтындығын анықт көрсетеді. Ол шынымен болуы мүмкін, себебі құбылыстар туралы толық жазылған ақпарат болмайды; осы бөлімде осы проблеманы шешуге мүмкіндік жасалған. Көптеген адамдар коррозияны ұзақ мерзімді зат ретінде қарастыратындығы және оның қатты дәнекермен дәнекерленген әдісі бірліктерінің қызмет мерзіміне қатысты ойын есептен жиі шығаратындығы өте айқын факт болып табылады. Дегенмен, егер белгілі сақтық шаралары жалғанымдарды жасауда қолданылатын, қоспа материал мен флюсты таңдауға қатысты қабылданбаса, оттегімен қаныққан су ортасының тот баспайтын болаттан жасалған дәнекерленген бірліктеріне ұзақ уақыт әсерінің, екі айдың ішінде дәнекерленген жалғанымның қатардан шығуына алып келетіндігінің ықтималдығы жоғары және де үздікті әсер болған жағдайда да бас тартуды алты айдың көлемінде күтуге болады.

9.6.8.2Үйкеліс коррозиясы: теория және практика

Саңылау коррозиясы механизімінің әсерінен бұзылған, жалғанымдарды зерттеген кезде, әдетте жалғанатын беттер жалғанымның тиісті түрде дәнекерленбеген сияқты әсерді құра отырып, жарық және тегіс бола бастайтындығы анықталады. Осындай бұзылудың өзіне тән ерекше бір сипаты жалғанымда сақина түріндегі қоспа металл перифириясының бойынша қарапайым тот болып табылатынғ жіңішке қабаттың пайда болуы болып табылады (9.16а және б-сурет).

Осы бөлімнің басында аталғандай, құбылыстың жазбаша бөліктері мен кескіндері іс жүзінде болмайды. Демек, осы бөлімнің жазылуының алдында қолдағы бар үш қоспа материалдарын, олардың ішіндегі екеуі (А және Б үлгілері) әдетте жалғанымдарды тот баспайтын болатта орындайды және үйкеліс коррозиясының әсерінен бұзылуға қабілетті және біреуі (В үлгісі) осындай бұзылыс түрлеріне өзінің беріктігімен танымал материалдарды қолданумен дайындалатын бірқатар үлгілерді ұйымдастыру жолымен фотоматериалдардың жоқтығы мәселесін мақсатқа сай жою, одан кейін алынған нәтижелердің фотосуреттерін жасау шешілді.

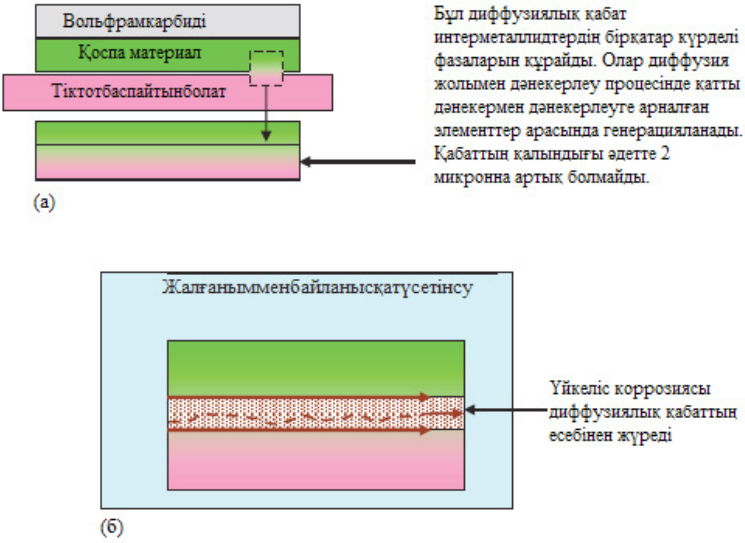
Тесттерде қолданылатын қоспа металл келесілер болды:

А. Сипаттамасы: EN1044: 1999 ТүріAG 301
Құрамы: 50% күміс, 15% мыс, 16% мырыш, 19% кадмий
Балқу температурасыныңаралығы: 620 ° C-630 ° C
Б. Сипаттамасы: EN1044: 1999 ТүріAG 351
Құрамы: 50% күміс -15,5% мыс 15,5% мырыш, 16% кадмий 3% никель
Балқу температурасының аралығы: 634 ° C-656 ° C
В. Техникалық сипаттамалары: EN сәйкестендіру номері жоқ патенттелген материал,
Құрамы: 64% күміс, 26% мыс, 2% марганец 2% никель 6% индий
Балқу температурасының аралығы: 730 ° C-780 ° C

Үлгілер әр қоспа материалдарын EN1045 бойынша fh10 түріне сәйкес келетін флюспен қапталған, 25 мм × 25 мм × 2 мм өлшемдегі тот баспайтын болабірнеше жеке төсемдерге балқыту жолымен дайындалған. Флюс қалдықтары болатқа қоспа металды балқытқаннан кейін жойылды және алынған өнімдер жеке контейнерге орналастырылған, оларды сумен толтырғаннан кейін ауада ашық күйінде қалдырылды. Үлгілер бірнеше күн аралығында суға батырылған күйде қалды, бірақ осы кезеңде, контейнерлерден буланған су қажет мөлшерде толтырылып отырды. Алынған нәтижелер есеппен келісіледі.
Үйкеліс коррозиясының нәтижесінде болған бұзылу аустениттік материалдарға қарағанда, мартенситтік және ферритттік тот баспайтын болаттарда кездесетіндігі мәлім. Дегенмен, егер тот баспайтын болат дәнекермен байланыстырылуы керек болса, тәжірибелік сақтандыру полисі үйкеліс коррозиясына алып келуі мүмкін қолданыс шарттарының әсеріне ұшырайтындығына жол береді, және сәйкес түрде әрекет ететін болады. Өкінішке орай, коррозия басталғаннан кейін процес қайтымсыз болып табылады.
Едәуір ерекшеліктердің бірі (9.16а-сурет С) құрамында кадмий және мырыш екеуіне қосымша аз мөлшерді никелі бар қоспа материалдың В үлгісі, А үлгісіндегі никельден бос материалға қарағанда тот басуға едәуір аз бейім болады. Бұл қоспа материалы ретінде никельдің болуы үйкеліс коррозиясының басталуын ұстап тұру мүмкіндігіне нұсқайды. Осы дәлел, 1960-жылдары алғаш жазылған мәтіндердегі кездейсоқ ескерулерді түсіндіруі мүмкін, мұндай материалдардың аустениттік тот баспайтын болаттың жалғанымдары дәнекерленген болса және алынған жалғанымдар үйкеліс коррозиясының қауіптілігіне ұшырайтын жағдайда қолдану үшін тиімді болып табылады. Не болса да, осы кітаптың авторы өз үйінде орнатылған аустениттік тот баспайтын болаттан дәнекерленген, С материалының үлгісіне қарағанда өзге болып орнатылуы

үшін қолданылуы тиісті сантехникалық жүйеге қуана ие болғысы келмейтін еді.
1970-жылдардың ортасында Ұлыбритания мен Германияда өткізілген зерттеулер, егер жалғанымдар құрамында бір немесе екі кадмий және мырыш бар қоспа металдың көмегімен (көптеген төмен температуралы құрамында күмісі бар қоспа материалдарда негізгі құраушылары ретінде болатын элементтер) жасалған болса, онда қарапайым металдан жасалған фазалар дәнекерлеу процесінде өндіріледі. Интерметалдық диффузиялық процестер осындай фазалардың қатты дәнекерлеу әдісімен дәнекерлеу процесі кезінде жалғаным беттерінің үстіңгі жағында туындалуына әкеледі және бұл мыс-мырыш-кадмий-темір, және мыс-мырыш-темір болған.

Осы фазалардағы темірдің құрамы тот баспайтын болаттан келеіп түседі, осы уақытта қоспа материал басқа компоненттерді аса қымбат емес металдармен қамтамасыз ететіндігі мәлім. Зерттеу бағдарламасымен, осы фазалардың диффузиясы тот баспайтын болатта тереңдігі бірнеше микронмен шектелгені орнатылды. Осы диффузиялық қабат жасушалар



9.17-сурет (а) қатты дәнекерлеумен дәнекерлеу процесінде уақытында жасалатын диффузиялық қабат және (б) интерметаллидтер қабаты арқылы үйкеліс коррозиясының әсерінен бұзылуы.

коррозиясының нәтижесінде алынған, оттегімен қанықкан ылғалдың әсеріне түскен кезде, қарапайым металдан болған фазалар басыидықпен еріп кетеді. Бұл байланыстардың тез бұзылуына алып келеді (9.17а және б-суретін қараңыз). Одан басқа, келешекте егер дәнекерлеуді қоыртпалармен жасайтын болса, оларды 9.8-кестеде тауып алуға болатындығы көрсетілді, үйкеліс коррозиясының пайда болу тәуекелділігі тоқталады.

9.6.8.3 Осы мәселені болдырмау үшін не істеуге болады?

Қолданылатын дәнекерлеу материалдары негізінде қалың үйкеліс коррозиясы мәселелерін туғызбау үшін қолданылуы мүмкін және құрамында бұзылуға тұрақты кадмий мен мырыш болмайтын қоспа материалдарының барлығының құрамында күміс болмайды. Осы жағдайдың түбегейлі салдары ретінде техникалық ұқсас материалдарды таңдау өте шектеулі болады және егер экономикалық мақсатқа сәйкестігі теңдеуде қарастырылса таңдау одан да көбірек шектеледі. Төрт әлеуетті сәйкес келетін және экономикалық тиімді, құрамында күмісі бар дәнекерлеуге арналған қоспа материалдары 9.8-кестеде келтірілген.

9.8-кестеде ұсынылған барлық материалдарды төмен температуралық күміс қоспа материалдарымен сипаттауға болатын болса, осы саладағы тәжірибе бір немесе басқа құрамында индий бар қоспалардың ішіндегі ең жақсысы ретінде көрсетеді. Бұл әсіресе тот баспайтын болаттан дәнекерленетін материалы, сызықтық жылу кеңейтілімінің төмен коэффициентіне ие болған жағдайларда дұрыс болады, ал сызықтық түйіспелердің жасанды жіңішкеруін дәнекерлеу температурасынан суыту процесінде туындалатын кедергі мәселесінің әлеуетті бұзылуын болдырмау үшін қажет. Осы жағдайда қоспа материалы ретінде үш қабатты қабықша талап етіледі және 9.8-кестеде көрсетілгендей, тек ұсынылған материалдардың бірі ғана осы қалыпта ұсынылған. 9.8-кесте.

9.8-кесте Үйкеліс коррозиясының әсерінен бұзылуды болдырмау үшін қолданылатын төрт қоспа материалдары.

Құрамы	**Балқу температурасының аралығы**
56% Ag–27% Cu–14.5%In–2.5% Ni	600–711
63% Ag–28.5% Cu–6%Sn–2.5% Ni	690–800
60% Ag–30%Cu–10% Sn	600–730
64% Ag–26% Cu–6% In–2%Mn–2%Nia	730–780

[a]Сондай-ақ үшқабатты қабыршақ ретінде қарастырылады

9.6.8.4 Флюстау

Материалда хромның болуының арқасында тот баспайтын болатта пайда болған оксидтер ауада қыздырылған кезде өте тұрақты болады және оларды жою өте қиын болады. Нәтижесінде қажетті шаралар флюсті және қолданылатын қыздыру әдісін таңдауға қатысты қабылдануы тиіс. Ауада қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне арналған неғұрлым сәйкес келетін флюс көптеген жағдайларда BS EN1045: 1999 түрі FH10 сәйкес қарапайым фторид флюс болып табылады. Дегенмен, тот баспайтын болатты дәнекерлеген кезде, фторлы түрдегі силикомарганецтан жасалған флюс әсіресе, егер қыздыру циклы шамамен минуттан көп болса өте жақсы нәтижелерді береді. Осы соңғы флюс түрін қолданудың кемшілігі оның қалдықтары қатты және іс жүзінде ерімейтіндігі және механикалық тәсілмен жойылу фактісі болып табылады.

Біз атап өткендей, тот баспайтын болаттың бетінде пайда болатын беттік оксидтер өте тұрақты болады. Вольфрам карбидін дәнекерлеу керек болған кезде оксидтердің күрделі қабаттарымен жұмыс істеу қажеттілігі төмен температуралы флюстарды стандартты дәнекерлеу нұсқаларын әзірлеуге әкелді. Бұл есеппен дайындалған материалдар, 1% дейін элементарлық борды өзіне қосады, EN1045 түрі FH12 сәйкес келеді. Элементарлық бордың болуы олардың өзінің BROWN деген атына сәйкес келеді немесе кейде қара флюс деп аталады.

НАЗАР АУДАРЫҢЫЗДАР: Егер тот баспайтын болаттан дәнекерленген жалғанымдар қолдану процесінде ылғалдың ықпалына түссе, мұндай түрдегі флюстардан қашқан жөн!

Бұл қыздыру процесінде флюстағы еркін бор тот баспайтын болаттың бетінде диффундтау процесіне ие болады, мұнда ол тот баспайтын болаттың компоненттерінің хромымен және никелімен реакцияға хром- және никель боридті өндіру үшін түседі. Бұл әрекет болаттың беткі қабатында осы элементтерді тиімді шектейді және осы қабаттың қасиеттері темірмен байытылып өзгеріске түсе бастайды, сондықтан да тот баспайтын болат ретінде тиімсіз болады. Нәтижесінде, егер ылғал ықпалына түсетін болса, легірленбеген болат сияқты беттік қабаттарын тот басып кетеді және алдын ала бұзылу шарасыз нәтиже болып саналады.

Сондықтан да, егер дәнекерлеу ашық ауада жүргізілетін болса, егер қолдану процесінде жалғаным оттегімен немесе ылғалмен қанықкан судың әсеріне түсетін жағдай болса, тот баспайтын болатпен дәнекерлеу үшін тек таза флюстың түрлері ғана қолданылатындығына кепіл беру өте маңызды.

9.6.9 Триллиум жобасы дегеніміз не?

Қысқа жауабы Trillium жобасы жақында жасалған аллюминий мен оның қорытпаларының флюссыз дәнекерлеуінің революциялық әрекетімен әзірленген әдіс болып табылады.
TRILLIUM ™ технологиясы Gränges AB (бұрынғы Сапа Heat Transfer) және Sandvik Osprey (Огилви және т.б) арасындағы сәтті техникалық ынтымақтастықтың салдары болып саналады. Алюминий-кремнилік қорытпадан жасалған және калий алюмосиликаттық фторлық тұздан жасалған металдық матрицалық композитіті тозаңдаушы қалыптауды қолдану арқылы алады және осы композициялық материалды кез келген бронефутеровкада әріқарай өңдеуге жатқызады, ол жерде орама қатты дәнекермен дәнекерленген немесе дәнекерлеуде сымға, сақина немесе төсемелерге түрленген парақ ретінде ретінде қолдану үшін жүрекшенің қорытпасына жалғанған.
TRILLIUM композиті әдетте 5-тен 20 дейін микрон диаметрдегі өте ұсақ дәндердің болуымен сипатталады. Кремнийдің сфералық бөліктерінің диаметрі қалыпты жағдайда шамамен 1 мкм құрайды. Тұздардың бөлшектері матрицада біртекті орнатылған, кейбіреулері 50нм сияқты кішілері, әдетте, үш дәннің түйіспесінде орналасады, ал одан ірі бөліктері мен агломераттары 5-тен 200 микронға дейінгі аралықта болады.
Композит өздігінен флюсттелетін, көптеген дәнекерлеуі қиын, сулы суытқыштары бар зарядты ауамен суытуы бар автокөлік жылуалмастырғыштарының өндірісі үшін қолданылған дәнекерді сипаттайды. TRILLIUM жылуалмастырғышты дәнекерлеу процесін жеңілдетеді және өзінің сенімділігін дәлелдеді және Nocolok® процесі қолданған кезге қарағанда беттің және ауаның ластануына аз осал болып табылады.
Жақындағы атмосфералық шарттардың (Yu және т.б. 2012) өзгерісі жөніндегі дәнекерлеу бойынша зерттеулер TRILLIUM композитінің тозаңдаушы қалыптауы бар беттік дәнекерлеуінің флюстық жабыны бар дәстүрлі беттік дәнекерге қарағанда оттегі деңгейі мен ылғал құрамының жоғарылауына аса төзімділігін көрсеткенімен кезікті. Флюстық жабыны бар дәстүрлі беттік дәнекері үшін жүктеу шегі шамамен 10 г м-2 және миллион оттегіге шамамен 200 бөлік және конденсациялау нүктесінен -18 ° C болып табылады. Атмосферада тізбекті біртекті дәнекерленген жалғаулар жолымен дайындалған TRILLIUM беттік дәнекерлеуі құрамында оттегінің миллионға 2000 астам бөлігі бар және конденсациялау нүктесінің мәні -7 ° C салыстырғанда төмен.
Nocolok және TRILLIUM қатты дәнекермен дәнекерлеудің дәстүрлі

технологияларының арасында түрлі механикалық айырмашылықтар бар, олар айырмашылықтарды қатты дәнекермен дәнекерлеу тұрпатымен түсіндіреді. Nocolok қатты дәнекермен дәнекерлеу механизмі (өрістік және т.б 1987) оксид бетінің бұзылу процесін сипаттайды. Балқытылған ағын үзіліс тер (жарықтар) арқылы өтеді және осылайша, оксидтің көтерілуі ерудің жеңілдеуіне әкеледі. Бұл негізгі балқыған қоспа металдың флюсті жақын орналасқан беттерін дәнекерлеу байланыстарын жасай отырып ылғалдауға мүмкіндік береді.

Бетті жабатын балқытылған флюс, қоспа металдың астында орналасқан балқымасының қышқылдануын тоқтатады, сонымен қатар атмосферадағы белсенді қалыптарға арналған тазалау құралдары ретінде қатты дәнекермен дәнекерлеуге қатысады. Флюстың белсенділігі қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін май, оттегі және ылғалдың атмосферадағы артықтығы және магний сияқты реактивті элементтер сияқты беттік ластанулар болған кезде төмендеуі мүмкін.

Триллиум матрицасына қатысатын тұз, басқа жағынан алып қарағанда қоспа металл балқыған кезде ғана шығарылады. (Hawksworth және т.б 2014). Флюс балқыған кезде әлі де қатты қоспа металл дәндерінің шекараларын сулау бақыланады және қоспа металл Al-Si балқи бастаған кезде бөліне бастайды. Балқыған тұз кейін бетіне бөлініп шыға бастайды, мұнда оксидтің бетінен металл өңдейтін оксидке реакцияға түсе бастайды. Еріген тұз кейін азоттан және кез келген флюс ретінде ластанған беттен тазарту үшін жалғаным қалыптасқан аймақта оларды көтеру және шаю жолымен әсер ете бастайды. Еріген тұздың ақырындап бөлінуі, қоспа металл былқыған уақытта, алдын ала қышқылданудан қорғауды қамтамасыз етеді. Балқыған тұздың балқыған қоспа металынан шығарылуы мен сегрегациясы балқыған қоспа материалдың араласуына алып келеді. Бұл әсер толтырылатын жалғанымдарға толықтырғыштың қоспа материалының тез ағынына әсер етеді.

Жоғарыда келтірілген мәтін Trillium жобасына тапсырыс берген металлургтардың бірі болған D.K. Хоксворт докторымен сыпайылықпен берілген.

Пайдаланылған әдебиеттер

Д.Филд, Н,Стюард, 1987, Nocolok қатты дәнекермен дәнекерлеу процесі ағынының механикалық аспектілері, SAE техникалық құжаттар топтамасы, 870186, Халықаралық конгресс және көрме, Детройт, Мичиган штаты, 23-27 ақпан, 1987.

ДК Хоксворт (Gränges Sweden AB), Р. Вестергард, П. Нильссон (Gränges

Technology, Finspång / Швеция), *TRILLIUM ™композитінің дәнекерлеу қасиеттері, 8-ші " Алюминийді дәнекерлеу" Халықаралық конгресі, 3-5 маусым 2014.*
А. Огилви, Д. Хоксворт, Е. Эбом, 2008, , Композициялық материалы бар, органикалық емес флюстен тұратын бөлікті қатты дәнекермен дәнекерлеу. Ұлыбританияның патенті GB2447486.
Ю. С-Н, Д. Хоксворт, В. Луи, Д.Секулик, *Фондық атмосфера өзгерген кезде дәнекерлеу: Қатты дәнекермен дәстүрлі дәнекерлеумен салыстырғандағы жаңа бет,* Дәнекерлеу жөніндегі 5-Халықаралық конференция, Лас-Вегас, Невада, сәуір 2012.

10. Дәнекерлеу операторларын аккредитациялау

10.1 Кіріспе

Соңғы онжылдықта кең танымалдыққа ие және дамыған индустрияның дәнекерленген бұйымдарын арзан бағада сатып алатын, бизнестері дәнекерлеуге маманданған делдал ұйым ретінде сипатталатын компаниялар саны артып келе жатқандығы байқалады. Осы сала қызметі кеңейе бастағаннан, тапсырыс берушілер тарапынан делдал ұйымдарға дәнекерлеумен айналысатын операторлардың арнайы мойындалған стандарттарға сай аккредитациядан өтуін кепілдендіруді талап ету өтініштері жиілеп түсуде. Бұндай қарапайым өтініштер стандарттаудың жаңа және белсенді дамушы процестерінің алғышарттары болып табылды. Кітаптың бұл бөлігінде аккердитациялаудың майда бөліктері қарастырылады, себебі, дәнекерлеу барысындағы кездесетін көптеген басқада факторлар сияқты

Барлығы ойдағыдай жүре бермейді, ал ол қылықтарды түзету үшін көптеген уақыт кетеді. Дәл осы фактор үшін және осы кітаптың оқырманы дәнекерлеу қызметін ұсынушы делдал ұйым болуы мүмкін болғандықтан, не болмаса, олардың қызметін тұтынушы болғандықтан, немесе басқалай жағдайларда олар аккредитация процесі шын мәнінде қалай жүзеге асырылады және ол нені білдіретін біле алады.

10.2 Жұмыс орнын даярлау

Металл бұйымдарды дәнекерлеу арқылы байланыстырудың бекітілген технологиялары дәнекерлеу технологиясын жасаудың нақты анықталған негізін және дәнекерлеу барысында сапа бақылауын қамтамасыз етуі қажет. Сапа жүйесі стандарттары терминологиясында дәнекерлеу ерекше технология болып табылды; және стандарттар ережеге сай, белгілі бір анықталған технологиялар орындалуын қамтамасыз етуді талап етеді,

мысалға, процестің сипатталған және бекітілген мамандануына қарай жүзеге асырылуы тиіс.
Бұл бөлім процестің қалай өтуін сипаттайтын бөлім болып табылады, осы салада жасалатын арнайы процестің жасалуымен қолданылуы үшін сапа жүйесі стандарттарының талаптарына сай орындалуын қамтамасыз етеді.
Міндетті талап болып табылатыны, технологияның бағалануы үшін арнайы процестің әрбір қадамының сипатталуы. Алайда іс жүзінде бұл осы технологияның сақталуы, нәтижесінде пайда болған өз пайдаланылуға берілуінің талаптарына сай келетініне кепіл бермейді. Кейбір ақаулар үзіліссіз бақылау әдісімен дәнекерленген бұйымдарды бағалап, кейбірі тіпті бағаланбайда қалуы мүмкін. Бұл факт әрбір нақты технологияның тұрақты өндірісте қолданылуының ережесін құруға әкелді.

10.3 Тәжірибелік қолдануға арналған басқару қағидаттары

Дәнекерлеудің кез келген технологиясы мақұлданғаннан кейін, ең алдымен сапаға, тиімділікке және ұсынылып отырған дәнекерлеу технологиясының құнына әсер ететін факторлардың барлығы зерттелуі тиіс. Алайда бұл бөлімде дәнекерлеуді аяқтау бойынша міндеттер қарастырылмайды, бірақ олар дәнекерлеу жұмыстарынның нәтижесін қарауға деген талаптарды қамтуы тиіс және оны қабылдау критерийлеріне қосу қажет. Сонымен қатар қабылдау сынамаларын жасау өндіріс өнімділігінің басқару қағидаттарына жатпауы тиіс, тек алдын ала келісілген талаптарды қанағаттандыра алатын бұйымды жасаушы тұлғаның құзыреттілігінің құралы болып табылады.
F қосымшасында жиі қолданылатын дәнекерлеу технологиясының сәйкес параметрлері келтірілген. Келтірілген деректер нық талаптар болып табылмайды, нақты мақсаттар үшін қосымша ақпараттар талап етілуі мүмкін; алайда қосымшада көптеген жағдайлар қамтылған.
Дәнекерлеу технологиясын бекіту үшін тәжірибелік сынақ өткізу қажеттілігін мойындау керек. Мұндай жағдайларда сәйкес келмейтін сынақтар өткізу ақталмайтын қымбатқа түседі және де адасушылық ықтималдығы бар. Бұл сонымен қатар, қолданылатын технологияны, үлгінің түрі мен сипатын тексеруге мүмкіндік беретін сынақ түрін таңдауға қатысты. Қабылдау барысында технологияны сынау түрлі дәнекерленген бұйымдардың пайдалануға берілу талаптарын ескере отырып, алынуы тиіс (мысалы, дәнекерленген бұйым ішкі жағынан саңылаусыз болуы керек болса, онда қабылдау сынағы сәйкес деңгейде вакумдық тексеруді қамтуы тиіс). Дайын өнімнің пайдалануға берілу шарттарына

байланысты басқада өткізілетін сынақтар маңызды, алайда әрқашан негізгі талаптарды қамтуы қажет. Үлгіні таңдау (мысалы, түрі мен көлемі) дәнекерлеу барысында маңызы зор, бұл пісіру барысында онша маңызды бола қоймайды. Мысалға, белгіленген минималды көлемнен жоғары көлемдегі пісірілген үлгілер өзара ұқсас болып келеді. Сондықтан да аталған дәнекерлеу технологиясы түрлі қосылыстар үшін қолданылуы мүмкін. Тек дәнекерленген байланыстар үшін емес. Бұған 2 мысал ретінде, жылу коэффициенттері алуан түрлі металл байланыстарын келтіруге болады, майда бөліктері еш күш алмастан дәнекерленеді; бірақ, металдың дифференциалды кеңеюі және тарылуы дәнекерлеу барысында ірі бөліктердің байланысына кері әсер етуі мүмкін, бұл да металдардың бір-біріне қатысты байланыстағы орындарына қатысты. Жылу жұтқыштағы өзгерістер мәселе тудыруы мүмкін, жекелеп айтқанда, металдың жылу өкізгіштігі төмен болған жағдайда. Мұндай факторлардың болуынан туындайтын салдар, көптеген жағдайлар да дәнекерленген бұйымдардың нақты көлемдерін бекіту процесін анықтау қажеттілігі туындайтынын білдіреді. Осыған байланысты, тестілік сынамаларында бөліктерді қолдану уақытпен қаражаттың бекерге жұмсалуын, ең жаманы нәтиженің қауіпті және бұрыс болуын білдіруі мүмкін.

ЕСКЕРТУ: стандартпен қамтылатын қандай да бір міндеттер сатысы осы сияқты сынақтармен байланысты болып табылуы мүмкін. Көптеген өндірушілер дәнекерленген құрастырмаларды өндіруде мол тәжірибеге ие. Дәнекерленген бұйымдармен құрамалар біраз уақыт бойы пайдалану барысында өзін қанағаттандыру тұсынан көрсете алатындай, түрлі мақсатта жасалуы мүмкін. Егер осы тәжірибені бақылап және тексеретін болса, онда осы тәжірибе негізінде аталған стандарт, осы аталған стандартпен келтірілген бір немесе бірнеше міндеттер орындалуының сатысын қамтиды.

10.3.1 Қолдану аясы

Аталған бөлімде металдан, металл емес және олардың қосындыларынан жасалған дәнекерленген нақты дайын бұйымдардың сапасына әсер ететін процестерді бекіту үшін жалпы ережелер келтіріледі (оператор жарамдылығын, технологиясын және бекітілімдері). Қажет болған жағдайда, осы құрылым аясында қолдануға байланысты стандартқа сай бөлек салалар үшін негізгі талапатар жасалады және толыққанды сипатталады деп күтіледі. Сәйкестік сертификатын беру процесіне ұсынылатын формат G қосымшасында келтірілген.

Дәнекерлеу процесіне аталған құзыреттілікті қолдану барысындағы

техникалық талаптар, осы бөлімнің 2 және 3 рұқсат етілген сатыларына сай, қолмен және механиклық дәнекелеу барысында құзыретті тұлғалармен дәнекерлеуде қолданылады.

10.3.2 Нормативтік сілтемелер

ISO стандарттарына сай осы іске қатысты нормативтік сілтемелер мәтіндегі сәйкес орындарда кездеседі. Аталған құжат Стандарт болып табылмайтындықтан, келесі типті ккұжаттар тізімі төменде келтірілген:

ISO 857 – Пісірме және біртектес процестер. 2-бөлім. Сөздік. Металл пісірмесі процесі. Терминдермен анықтамалар.
ISO 4063 – Қатты дәнекерлеу пісірмесі, дәнекерлеуі, жұмсақ дәнекерлеу пісірмесі, дәнекерлеуі – металлдар пісірмесі. Процестер тізімі және сызбада графикалық бейнесін сандық белгілеу үшін процестер тізімі.
ISO 17672 – Қатты дәнекерлеу пісірмесі. Пісірмелер.
ISO 18729 – Қатты дәнекерлеу пісірмесі. Дәнекерленген байланыс тарақауы.
ISO 25901 – Пісірме және біртектес процестер. Сөздік.
EN 12797 – Қатты дәнекерлеу пісірмесі мен байланыстырылған қосылыстарды бұзбаудың бақылануы.
EN 12799 – Қатты дәнекерлеу пісірмесі мен байланыстырылған қосылыстарды бұзбаудың бақылануы.
EN 14276 –Суыту жүйесі және жылу сорғыштары үшін қысым жасау құралы. 1-бөлім.

10.3.3 Дәнекерлеу арқылы қосылатын бөліктерді бекіту
10.3.3.1 Кіріспе

Бұл бөлімде айтылғандай, соңғы бірнеше жыл бойы құрылымы бір немесе бірнеше металл қоспаларынан тұратын өнімді бағалауда, соңғы тұтынушылар өз назарын оның сапасына аударады. Дәнекерлеуші бұйымдарды тұтынушы жеткізушіден оның дәнекерлеушілері қолданылатын технологияларға толыққанды үйренгендігін, сынақтан өткендігін және белгілі бір өндіріс стандарттарына жіберілгендігінің дәлелін талап етеді.
Бұл талап дәнекерлеушіге біліктілігі туралы Куәліктің жұмыс берушімен берілгендігі арқылы қанағаттандырылады. Қазіргі заманда жылыту жүйелері үшін дәнекерленген бұйымдар, желдеткіш, ауа тазарту мен суыту бұйымдарын жеткізуші компаниялар өз дәнекерлеуші операторларына

біліктілі калуына қызығушылық танытуда. Бір қарағанда бұл жәй ғана қанағаттандырарлық талап болуы мүмкін, ал біліктілік алу үшін жасалуы тиіс жұмыстар оңайлықпен орындалмайтыны белгілі болып отыр! Дәнекерлеу арқылы байланыстырумен айналысатын тұлғаларды аккредитациялау алты қадамнан неліктен тұратындығы төменде келтірілген:

1. Алдын ала дәнекерлеу технологиясының сипаттамасын жасау (пОТП).
2. Дәнекерлеу технологиясының сипаттамасын сәйкес білікті органмен бекіту, дәнекерлеу технологиясын сипаттауда қолданылуға оңтайлы (ОТП).
3. Тәжірибелік сабақтар дәнекерлеу технологиясында біліктілік алу мақсатында келтірілген талаптарды қамтиды.
4. Тестілік бағдарлама. Уәкілетті орган өкілі (мысалы, Британ дәнекерлеу институт, DiverseWeldingServicesнемесе Американдық дәнекерлеу бойынша қоғамы) біліктілік алуға қызығушылық танытқан адамның іс-әрекеті дәнекерлеу технологиясындағы талаптарға сай екендігін бақылайды.
5. Уәкілетті орган өкілімен дәнекерленген бұйым тестіленеді. ДТ анықталғандай сынақ дәнекерленген бұйым немесе қосылыстың сапасын анықтау мақсатында, қарапайым көзге көрінетіндей, тәжірибе барысындағы үлгінің бұзылуымен жүзеге асырылуы мүмкін.
6. Егер бұйымдар қабылданса, уәкілетті орган дәнекерлеуші біліктілігі туралы Куәлік береді, бұл оның ДТ негізінде дәнекерленген бұйым жасауға рұқсаты бар дегенді білдіреді, бірақ та тек сынақтан өткен бұйымдар жасауға ғана рұқсат берілгендігін білдіреді.

ЕСКЕРТУ: Қадам кез келген оңтайлы бекітілімнің жөнелту нүктесі болып табылады.

10.3.3.2 1-кезең: Дәнекерлеумен байланыстыруға жататын бұйымдарды бекіту

Дұрыс жобаланған және орындалған қосылыстар дәнекерленген бұйымның мықты бөлігі болып табылады. Бұл нәтижеге келесідей алты ережені сақтай отырып қол жеткізуге болады:

1. Қосылыстар беткейі дәнекерлеу температурасында *химиялық таза екендігіне* көз жеткізіңіз.
2. *Дәнекерлеу температурасына дейін қосылыс* компоненттерін қыщдырыңыз.

3. Жұмысқа дұрыс *еріткіні* қолданыңыз.
4. Қосылыс беткейінен қышқылданған мталл қабатын алып тастаудың сәйкес келетін тәсілін қолданыңыз (мысалы, флюс, қорғаныс атмосферасы немесе вакуум).
5. Түйіндеудің сәйкес көлемдерін қолданыңыз.
6. Қосылыс материалдарына сай *орнату материалдарын* қолданыңыз.

Дәнекерлеуге жататын бұйымдар ойдағыдай жобаланғандығына көз жеткізу үшін дәнекермен қосуға болады, келесі қадам болып табылатын технологиялық процесс талдауы ретіндегі әдіс қолданылуы қажет.

10.3.3.3 Технологиялық процестер талдауының әдістемесі

Бұйымдар қосылысының барлық техникалық және өндірістік параметрлері жүйелік негізде қарастырылуын қамтамасыз ету қажет. Осы негізгі қағидаттың сақталмауы сұмдық салдарларға душар етеді. Сонымен қатар технологиялық процестерді қамтитын белгілі бірреттілікпен берілген негізгі сатылардың зерттелуі қажет. Бұл жобаға қатысты барлық істің белгілі бір тәртіппен жасалуын қамтамасыз етеді. Аталған әдістеме қандай да бір шектеу қоятын параметрлер бар екендігін анықтауға мүмкіндік береді (мысалы, цех басқарушысының цехта тұрған бір құрал арқылы дәнекерлеу жұмысын жасауға нұсқау беруі, алайда ол құрал үшін қазіргі кезде жұмыстың жоқтығы!).
Барлықанықталатын шектеуші параметрлер технологиялық процесс талдауының құрама бөлігі ретінд тыңғылықты түрде құжаттарда келтірілуі тиіс!

10.3.3.4 Технологиялық процесс талдауын саралау өлшемшарттары

Сіздердің алдарыңызда толыққанды зерттелуі және оқылуы тиіс тоғыз негізгі факторлар келтірілген:

1. Пайдалануға беру шарттары мен жұмыс ортасы
2. Қосылысқа түсуі тиіс негізгі металл
3. Қолданылуы тиіс қосылыс түрі
4. Қосылыстағы біріктірілген жерлер көлемі
5. Орналастыралытын материалды таңдау
6. Қосылыс беткейінен қышқылданған металл қабатын алып тастау құралдары

7. Дәнекерлеу барысында ұстап тұруға арналған кондуктордың жасалуы
8. Дәнекерлеу температурасына дейін дәнекерленетін орындарды қыздыру
9. Технологиялық талаптарды қанағаттандыру мақсатындағы технологиялық құралдар күрделілігінің қажетті деңгейі

Одан әрі әрбір келтірілген саты қарастырылады.

10.3.3.4.1 Пайдалануға беру шарттары мен жұмыс ортасы

«Орта» термині бұйым қолданылатын ортаға еш қатысы жоқ, алайда дәнекерлену жүргізілуі тиіс зауыт не цехқа қатысты болып табылады. Мысалы, онда орнататын металды қолдануға белгілі бір тыйым салулар болуы мүмкін. Процесті қадағалайтын инженер, мұндай сұрақтарды білуі қажет және оларды назарда ұстап не істеу керектігін шеше білуі қажет. Егер тыстан кеңес беруші келген жағдайда инженер бұл шектеулер туралы кеңес берушіге ақпарат жеткізіп, оның назарда ұстауы үшін алдын ала ескертіп қоюы тиіс. «*Пайдалануға беру шарттары»* терминін түсінуі оңай, ал А қосымшасында қарастырылуы қажет және көрсетілуі тиіс негізгі өлшемшарттар келтірілген.
А қосымшасындағы кестені оқығаннан кейін, ескерілуі керек пайдалануға берудің бірнеше жолдары бар екендігін біле аламыз. Онда қосылыстың пайдалану мерзімі пайдалануға берілетін кешеннің пайлану мерзіміне сәйкес келеді. Мысалы, ол ауа температурасының 50°С жоғары болғандағы дәнекерлеу жұмысы жүргізілуіне ұшырайды, одан әрі +90°С дейін қызуы мүмкін. Бұл жағдайда назарға екі шартта алынуы тиіс. Егер бұл бағалаулар нәтижесі барлық технологиялық талаптарға сай нәтижеден еш айырмасы болмаған жағдайда оларқабылданған болып табылады.

10.3.3.4.2 негізгі металдар

Қосылысқа түсетін негізгі металдар еру температурасы *450°С*, жоғары және дәнекерлеу арқылы қосылады!
Дәнекерлеу арқылы қосылатын барлық материалдар жылулық кеңеюдің түрлі коэффициенттерін құрайтындығын есте сақтау қажет; жиіқолдынылатынқұрастыруматериалдарыныңмәніВқосымшасындакелтірілген. Бұл фактор қосылыс типі сұрақтарын қарастыру барысында өте маңызды!

10.3.3.4.3 Қосылыс түрі

Дәнекерлікпен байланысты 90% мәселе жағдайы қағаз бетіне сыз баретінде түсірілетіндігі дәлелдеген! Ізінше,қосылысты жобалау барысында дәнекерлеу арқылы жасалатын бұйымдарға қатысты ескерілуі тиіс өзара байланысты факторлар бар. Ескерілуі тиіс бес негізгі аспектілер:

- Қосылысқа жататын негізгі металлдар түрі
- Қосылыс барысында негізгі металлдардың бір-біріне қатысты орналасуы
- Қосылысқа қолданылатын орнату материалының түрі
- Қолданылатын дәнекерлеу технологиясы
- Бұйымдарды тіркеу

Алдында, 3.1 пункте дәнекерлеу температурасында қосылыс беткейі химиялық таза болуы қажеттігі айтылған болатын, сондай-ақ ауа тазартылуы флюсті қолдану арқылы жүзеге асырылуы тиіс екендігі келтірілді, тек мыспен мысты қосқандағы өздігінен флюсталатын құрамында фосфор кездесетін орнату материалдары барбұйымдарға қатысты болмайды.

Флюстің болуы қолданылуы мүмкін біріктірілетін жердің көлемін азайтуға әсер етеді. Егер байланыс біріккен орны тым кішкентай болса, қышқылды болдыртпау үшін қажетті көлемде флюсті орнату мүмкін болмайды.

Беріліс тәжірибелері қосылатын беткей мынадай болғандығын талап етеді:

- Параллельді болғандығын
- Бір-біріне жақын орналасуы
- Химиялық таза

Жоғардакөрсетілгенерекшеліктероңайсипатталудажәнежобалаушымақсатыболыпосынегізгіқосылыстүрлерітабылуытиіс. Көбіне қолданылатын қосылыстардың негізгі түрлері, қосылыстар жасау үшін ұсынылған көлемнің түрлі орнату металдармен бірге берілуіС қосымшасында келтірілген.

Сонымен қатар, түрлі негізгі металдар бір-бірімен қосылыста дәнекерленуі барысында жылу кеңістігінің дифференциалды коэффициентін ескеру қажет. Құбырлар үшін қосылу түрі ұзартылу коэффициенті

жоғары металл бұйым жасалуда кеңінен қолданылатын металл болып табылуы тиіс.В қосымшасында жобалаушыларға өте қажетті мәндер келтірілген.

10.3.3.4.4 Біріктірілген жер көлемі

Аталған технология аспектінің түрлі металдар қосылысынд амаңызды факторларының бірі дәнекерлеу температурасындағы біріктірілген жер болып табылады.
Түрлі металдарды қосуда дәнекерлеу барысында оның температурасына қатысты соңғы біріктірілген жер көлеміне әсер ететін дифференциальды термикалық кеңейтулер! Қосылған жерлер көлемі бөлме температурасында дәнекерлеу температурасына дейін қыздарғанға дейін өзгереді. Жобалаушының негізгі міндеті – дифференциалды жылу кеңеюі орын алуы барысында біріктірілген жер ені ұлғаятынын есте сақтауы қажет. Дәл осы фактор металдардың бір-біріне қатысты орналасуын анықтайды!
Келесі пункттер бұйымдар біріктірілуі ені орналастырылуын анықтауға көмектеседі:

• Ауада дәнекерлеудің кез келген сатысы барысында біріктірілген жер 0,05 мм. аз болмауы тиіс.
• Қалпына келтіру атмосферасымен құрышты мыспен біріктіру барысында біріктірілген жер 0,05 мм. дейін болуы қажет.
• Алюминийді ауада флюспен дәнекерлеу барысында ең жақсы көрсеткіштерге біріктірілу алаңы 0,1 ден 0,175 мм. аралығында қол жеткізіледі. Сонымен қатар, есте сақтайтын жайт, орнатылатын металлға алюминийді қостын болсақ, біріктірілген жері ≈4 мм, жоғары болуы қажет және біріктірілген жер осы диапазонның беткейінде орналастырылады.

10.3.3.4.5 Орнату материалдарын таңдау

Дәнекерлеу барысында өте көп көлемдегі таза металлдармен олардың қорытпалары орнатқыш металлдар ретінде қолданылады. Кеңінен қолданысқа ие металдар ISO 17672:2010 стандарттарында келтірілген; осы халықаралық стандартқа кіретін түрлі орнатқыш материалдар туралы ақпарат сәйкес кестелерден табылуы мүмкін:

Al тобы: алюминий дәнекерлеуі үшін дәнекер

Agтобы: күміс дәнекер
CuPтобы: мыс-фосфорлы дәнекер
Cutобы: мысты дәнекер

Nitобы: Никель және кобальты дәнекер
Pdтобы: құрамында палладий кездесетін дәнекер
Autобы: құрамында алтын кездесетін дәнекер

10.3.3.4.6 Қосылыс беткейінен қышқылданған металл қабатын алып тастау

Алтыннан басқа металлдардың барлығы бөлме температурасында оксидты қабатпен қапталған. Аталған стандартта дәнекерленуі тиіс металдар беткейі химиялық таза болуы тиіс деп айтылады, ерітілген орнатылатын материал оны еріте алуы үшін қажетті. Бұл дегеніміз олардың бетінде ластанған бет қабатының, майдың, қақтың, қышқылдың және ластықтың болмауы қажет екендігін білдіреді. Дәнекерлеу технологиясының қажетті шарты болып металл беткейінен майдың, қақтың, қышқылдың және ластықтыңтазаланып алып тасталынуы табылады. Қышқылданған металлдың қабатын алып тастау дәнекерлеу технологиясының ажырамас бір бөлігі болуы қажет, бұл қосылыс металдарының бет тазалығына сенімді болу үшін қажет.
Оксидтік қабатпен жұмыс істеудің үш түрлі әдісі кеңінен қолданылады. Олар келесідей түрде келтірілуі тиіс:

1. жеңіл жанатын химиялық флюстерді қолдану. (солидус нүктесінен 50°С төмен орналасу қажет және 50°С жоғары шамада өз белсендігін ақтайтындай).
2. қалпына келтіру атмосферасында оксидтардың химиялық қалпына келтірілуі.
3. Вакуумдық пештің диссоциация немесе диффузия арқылы негізгі металл ретінде қолданылуы, ол оксидті беттің және негізгі металдың жылу кеңістіктерінің айырмшылығына қарай сызатталуына байланысты.

10.3.3.4.7 Дәнекерлеуші кондукторлар
Өздігінен тіркелетін құралдардың бар болуы әркез жақсы!
Кондукторлар жасаудағы ереже: *жеті өлшеп, бір піш!*
Кондукторлар жасаудағы жеті негізгі ереже:

1. Тиеуге және түсіруге жеңіл болуы қажет.

2. Бөліктермен аз қатынасқа түсуі қажетжәне термосток түрінде қолданылмауы тиіс.
3.бұйымдарды қосылыстан мейлінше алыс ұстауы қажет.
4. Жану ошақтарына қол жетімділік оқшауланбауы тиіс.
5. Аз үлестік жылусыйымдылықтың болуы.
6. бұйымдардың дұрыс сақталғандығы орын алғанда еркін кеңейту және тарылту орындарының болы (әдетте бұл салмақ арақатынасы мен серіппе көмегімен қол жеткізіледі, бірақ ЕШ АУЫР ЖӘНЕ ҚАТТЫ КОНДУКТОРЛАР ҚОЛДАНУМЕН ЕМЕС).
7. ыстыққа шыдамды металдардан жасалуы тиіс.

10.3.3.4.8 Қыздыру әдісін таңдау

Барлық дәнекерленуші бұйымдардың 98% үш әдістің бірімен жасалады. Бұл:

1. Отпен қыздыру
2. Индукциялы қыздыру
3. Пеште қыздыру

ЕСКЕРТУ: бүкіл әлемде дәнекерлеу техникасының көбісі отпен қыздыру арқылы жүзеге асады, сол мзетте дәнекерлеудің біразы пеште жүргізіледі.
Қалған 2% дәнекерленген қосылыстар келесі төрт әдісті қолданумен жүзеге асырылады:

1. Электробайланысты қыздыру
2. Тұзды ваннада қыздыру
3. Сәулемен қыздыру
4. Лазермен қыздыру

Аталғандардың ішінде электробайланысты қыздыру кеңінен қолданылады және 80% жағдайлар сол әдіс арқылы шешіледі. Әрқашан нақты бір жағдай үшін қыздырудың қай әдісі сай келетінін шешу қиынға соғады. Бұл әсіресе, басшылықтан біреудің қосымша дәнекерлеуші құралды қолдану туралы бұйрыққа қолқоюы барысында дұрыс болып саналады. Егер мәселені шешу тапсырылған инженер мұндай шектеулермен кездескен кезде бірілс тәжірибелері процестен әлдеқайда алыс болатыны айдан анық!
Мұндай жағдайлардың шешімі – мәселені шешудің екі балама жолын

ұсыну, цехта орналасқан құралды қолдану, және өте керемет нәтиже беретін құралды қолдану! Екі нәтиже толыққанды сипатталып жоғары тұрған органға өндірісте сақталуы тиісті басқару қағидаттарын алуға сұрау жіберілумен берілуі тиіс.бұл сызықтық басқару бойымен инженерге шешімге жауапты болуда қорғаныс тудырады, себебі құрылғыладырды қолданғаннан кейін бұйымды өндірісте пайдалануға беруде мәселе туындауы орын алуы мүмкін!

Электробайланысты, индукциялы, қолдан және механикалық отпен қыздыру, пеште қыздырудың оң және теріс әсерлері D қосымшасында келтірілген. Кестедегі деректер оңтайлы нәтижені бере бермейді. Егер таңдау екі нұсқаға дейін азайтылған болса, онда дәнекрлеу бойынша кеңес беруші көмегіне жүгіну соңғы шешім қабылдауға себеп болады, ал оның бағалануы өндіріске енгізілуге дейін жүзеге асырылуы тиіс.

10.3.3.4.9 Қажетті күрделілік деңгейі

Е қосымшасында процесс күрделілігінің шкаласы орналастырылған, ол ауада жүзеге асырылатын дәнекерлеу жұмыстарына қтысты болып табылады.

Шкаланы қолданудың маңызды аспектісі, оның инженерге дәнекерленуі тиіс бұйымның күрделілігін анықтауға мүмкіндік беретіндігінде және қажетті нәтижеге қол жеткізу үшін бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік беретіндігінде. Белгілі бір жұмыс үшін күрделі механизмдердің қолданылуында өз тартымдылығы бар, бірақ күрделілік жоғары болған сайын, кететін шығын көлемінің ұлғаятынын және станоктардың сәйкестігі төмендейтінін есте сақтау. Осы соңғы ерекшелік кейде мәселе тудыруы мүмкін,жеке алғанда кәсіпорын өзгеруімен жиналатын болса. Мұндай жағдайларда сатноктар жаңа бұйымдар шығаруда жарамсыз болып қалады; қарапайым және әмбебаптары аз шығындалғыштарға жатқызылып, қолдануға жеңіл болғандықтан іске қосады. Бұл екі сөзбен айтқанда, жоғары автоматтандырылған сатноктардың қызығушылық тудыру себептері болып табылады. Егер келтірілген жағдай талдауы қарапайым станоктың қолжетімді өнімділікпен өнім шығару қабілеттілігін көрсетсе, онда ол сөзсіз қондырылуы тиіс.

Жоғарыда келтірілген тоғыз қадамның жүйелік тұрғыда ссақталуы, және сол мезетте түрлі негіздгі аспектілер зерттелуі дәнекерлеуге жауапты бөліктер әлемдік тәжірибеде кең қолданысқа ие екендігін біліреді, дәнекерлеу технологиясының алдын ала сипаттамаларын жасау не жазуға болады. Дәл осы ДТӘ (3.1 тармағын қара),және оның болуы дәнекерлеу операторының немесе дәнекерлеушісінің сертификат алуы-

на екінші қадам болып табылады.

10.4 Терминдер мен анықтамалар

Осы құжат мақсатында келесідей терминдер мен анықтамалар қолданылады.

10.4.1 Дәнекерлеуші

Қолмен дәнекерлеу жұмыстарымен айналысатын адам. Дәнекерлеу процесіне толығымен жауапты тұлға (яғни бұйымдарды қосудан бастап, мүмкін оларды бекітуге дейінгі процеске жауапты); флюсті қолдануға (қажет болған жағдайда); дәнекерлеу температурасына дейін қосу аумағын қыздыруға; орнату материалдарын қолдануға (егер олар бұйымды жинау процесі барысында қолданбаған болса); дәнекерленген бұйымды суытуға; дәнекерленген бұйымды кондуктордан босатуға жауапты тұлға.

10.4.2 Дәнекерлеу технологиясын сипаттау техникасы (ДТСТ)

Дәнекерлеудің нәтижесінде тұрақты сапаға қол жеткізу үшін нақты технологияларын қамтитын құжат. ДТСт типтік нысаны G қосымшасында келтірілген.

10.4.3 Дәнекерлеу процесін сынау

Дәнекерлеу қосылыстарын даярлау және сынау жалпы талап етілетін сапаға және қызметке қатысты талаптарды қанағаттандыру үшін сенімді болуға қажетті.

10.4.4 Сараптама немесе сараптамалық комиссия

Қолданыстағы стандарттың талаптарына сәйкес дәнекерленген бұйымдардың тексерілуіне тағайындалған тұлға немсе ұйым.
ЕСКЕРТУ: Сарапшы немесе сарапшы комиссия ретінде уәкілетті органдар немесе лицензиясы бар үшінші жақ табылады, егер олар қажет болған жағдайда.

10.4.5 Өндіруші

Дәнекерлеуші қосылыстар өндірісіне жауапты тұлға не ұйым.

10.4.6 Операторлар

Механизацияланған станоктарды қолдануды, дәнекерлеуге қажетті қыздыру пештерін немесе жүйені қолдануды, тиісті сапада жасалып пайдалануға берілуі барысында жақсы нәтижеге жеткізуге жауапты, дәнекерленген бұйымдар жасауды үйренген тұлға немесе тұлғалар.

10.4.7 Дәнекерлеу технологиясын алдын ала сипаттау

Дәнекерлеу технологиясын алдын ала сипаттау – бұл өндіруші талаптарына жауап беретін, әлі бекітілмеген мамандандырылу. Дәнекерлеу үлгілері дәнекерлеу технологиясын алдын-ала сипаттауы үшін құжат бекітуге қажетті және дәнекерлеу технологияларының талаптарына сай болуы қажет.

10.4.8 Үлгі

Қабылдау сынамасы алынған кезде дәнекерленген бұйымдар.

10.4.9 Сынама үлгі

Бағалау үшін үлгіде алынған сынама.

10.5 Келісім және ақпаратты рәсімдеу қажеттілігі мен талаптары

Келесі ақпарат пен талаптар келістіріліп және құжатталуы тиіс.

1. Стандарттарды кез келген толықтыруларымен қолданыста пайдалану, егер ондайлар болған жағдайда (1тармақты қарау).
2. Негізгі металды сипаттау
3. Дәнекерлеуші материалдарда түрлі сынамалар өткізу (егер ондайлар болса)
4. Дәнекерлеу технологиясын қолдану
5. Орнату материалы мен флюсті қолдану (егер ондайлар болса), егер бұлар басқа ережелерде келтірілмеген болса
6. Таңдалған дәнекерлеу технологиясының сәйкес параметрлері (6-тар-

мақ пен тәжірибеде қолданылатын басқарушылық қағидаттарын қара. Дәнекерлеу технологиясын бекіту, аталған стандарттың 1-беті)
7. Аталған тармақата айтылатын түрлі ержелерге негізделген ДТСТ (6-тармақты қара)
8. Қосылыс не құрастыру түрі, егер ондай сатандарттың сәйкес қосымшасында қарастырылмаса (8.1-тармақты қара)
9. Үлгілер саны, сынама үлгі саны және қайта тексеруге алынған қосымша үлгілер саны (8.2, 8.3 және 9.5- тармақтарын қара)
10. Көзбен көре отырып бақылау (зерттеу), аталған металлографикалық зерттеулер және бұзу мен бұзбау түрлерін бақылайтын қосымша сынақтар (9-тармақты қара)
11. Критерийлерді қабылдау/қабылдамау, оның ішінде сенімділік деңгейі (егер ақылға қонымды болса) (9.5-тармақтыжәне тәжірибеде қолданылатын басқарушылық қағидаттарын қара. Дәнекерлеу технологиясын бекіту, аталған стандарттың 1-беті)
12. Бекітілген қолдану диапазоны (10-тармақты қара)
13. Есеп берулер мен құжаттар

ЕСКЕРТУ: Қолданыстағы форматтар үлгісіG, Нжәне I қосымшаларында келтірілген.

10.6 Өзгермелі дәнекерлер

Сәйкес өзгермелі дәнекерлер таңдап алынуы тиіс. (4-тармақ пен F қосымшасын қара).

10.7 ДТСТ

Дәнекерлеу технологиясын алдын-ала сипаттау дәнекерленген бұйымдарға қатысты барлық талаптар ескерілуімен жүзеге асырылуы тиіс. (4-тармақты қара).Дәнекерлеу технологиясын алдын-ала сипаттау бекітілуі үшін ДТС, ДТСТ 7-тармақта келтірілген әдістердің бірімен бекітілуі тиіс.

10.7.1 2-кезең: ДТСТ қалай ДТС бола алады

Бұл төменде келтірілген үш тәсілдің бірін қолданумен жүзеге асырылады:

1.Құжаттар қатарын келтіре отырып, аталған технология тәжірибемен

тексерілген және сраптамалық тексеруге және сараптамалық комиссия тексеруіне қолжетімді екеніне сенімді болу;
2. Алдын-ала сарапшы не сараптама комиссия бекітуіне сай технология негізінде
3. Сарапшы не сараптама комиссия тексеруі үшін дәнекерлеуші технологиясының сәйкес сынамасын өткізу

Аталған стандартқа сай, отпен қыздыру арқылы қолдан дәнекерлейтін жағдайда, сынақ тапсырушы дәнекерлеуші автоматты түрде дәнекерлеу технологиясын қанағаттандырған болып есептеліп, аталған халықаралық стандартқа сай дәнекерлеуші сертификатын иеленеді.

10.7.2 3-кезең: операторды сертификаттау

4.6-тармақ операторды арнайы механизацияланған білдектерде, жүйеде не дәнекерлеуші пеште дәнекерлеуге немесе сәйкес сапада дәнекерлеу өнімдерін жасауға, оның пайдалануға берілуі барысында толыққанды қолданылуын қамтамасыз етуге оқытылған тұлға деп анықтайды.
Нәтиже ретінде, сертификаттауға алғашқы қадам, ДТСТ құрудан басталуы және оның одан әрі сарапшымен бағалануынан басталуы қажет, аталған технология талаптарына сай дәнекерленген бұйымдар жасауды автоматтандырылған жүйеде жүзеге асыру қолдануға тұрарлық өнімдер шығаруды қамтамасыз етеді және пайдаланудың белгілі шарттарында қолдануға мүмкіндік береді.
Бұл кітапта дәнекерленген бұйымдарды станокта шығаруды қамтамасыз ететін автоматты жүйені танып білуіне байланысты тұлға білімін тізіп айту мүмкін емес. Бұл өндіруші компания басшылығының міндеті болып табылады, және сол ғана ДТСТ-ке кімнің жауапты болатынын шешеді, бұл оператордың тексеруге дейінгі құзыреттілігін зерттеу мақсатында жүзеге асырылады. Ережеге сай, сарапшы немес уәкілетті орган оператор жұмысын сырттай бақылауға алады және оператордың технологияның техникалық аспектілерінде жұмыс істей алатындығына және белгілі бір ақау пайда болған шақта жүйені қайта реттеуді білетіндігіне, қажетті білім қорының бар екендігіне көз жеткізеді, сонымен қатар мәселе туындаған жағдайда, оның себептерін жою мақсатында, компанияда кімге өтініш айтуға болатынын анықтайды.
Сарапшы немесе уәкілетті орган білдекте жұмыс істеп тұрған тұлғаның құзіретті деп танып және сол себепті жұмысқа қабылдануын растай алады.

10.8 Үлгілер және сынама үлгілер
10.8.1 Жалпы ережелер

Дәнекерлеу технологиясын алдын ала сипаттау бұзу және бұзбау үшін бақылау барысында арасынан сынама үлгі алынатын бұйымдар дәнекерлеуі үшін тұжырымдама негізінде қолданылуы қажет. Кей жағдайларда бұл мақсатта дәнекерлеудің стандарты үлгісін таңдау мүмкін. Алайда үйренуші болып дәнекерлеудің зауыттық жинағын орындау табылады немесе осы мақсатта зауыт жинақтамасын қайталайтын жинаманы жасау қажет. (4.8-тармақты қара).
Жылужұтқыш сияқты құралдарды үлгілеу қажет (әсіресе бұйым кондукторда тіркелетін болса) және қажетті назарды кез келген орнату материалына аудару қажет!

10.8.2 Үлгі саны

Бұзу не бұзбау бақылауын жүзеге асыру мақсатында үлгі саны жеткілікті болуы тиіс (4 және 9-тармақтарды қара).

10.8.3 Сынама үлгі саны

Дәнекерлеу технологиясы бекітілуі үшін дәнекерлеу үшін алынған сынамаға дайындалған үлгілер бұзу/ не бұзбау бақылауын жүзеге асыру мақсатындажасалған бұйымға қойылатын талаптарға сай болуы қажет.

10.9 Тексеру және бақылау
10.9.1 бақылау жасау аумағы

Сәйкес сынақтар EN 12797 және EN 12799 стандарттарында сипатталған, бірақ көп жағдайда бұл стандарттарда сипатталған сынақтар сәйкес келмейтінін туралы шешім қабылданады, тексерілуі тиіс бұйымдарға қатысты жарамсыз болып табылады. Алайда , мысалы, пайдалануға берілу барысында бұйым жоғары температурада ауыр салмаққа душар болса, ұзақ мерзімді төзімділікке қатысты сынақ жасалуы мүмкін.

10.9.2 Көзбен көріп бақылау

EN 12799 стандартына сай барлық қосылыстар көзбен көріп бақылануы тиіс (4-тармақты қара). Мүмкін ішкі қосылысын қарауды қамтамасыз

етуде дәнекерленген бұйымды кесуге тура келетін шығар; бұл жағдайда бақылау бұзу деп есептеледі.

10.9.3 Металлографиялық бақылау

EN 12797 стандартының талаптарына сай, барлық қосылыстар металлографиялық зерттеулерден өтуі қажет (4-тармақты қара).

10.9.4 Қосымша тексеру және бақылау

Негізгі талап дәнекерленген бұйымның мықтылығын тексеруде болып табылады. Кез келген төмендегі бұзбай тексеру орыналған жағдайда, ол EN 12799 стандартында келтірілгендей жүзеге асырылуы тиіс:

1. Ультрадыбыстық бақылау
2. Радиографикалық сынау
3. Сіңірілетін бояғыш арқылы герметикалық әдіспен тексеру
4. Герметикалыққа сынау
5. Тексеру сынамасы
6. Термографикалық зерттеу

Егер төмендегі кез келген бұзу арқылы тексеру орыналатын болса, онда ол EN 12797 стандартында келтірілгендей жүзеге асырылуы тиіс:

1. Кесуге сынау
2. Жарылу мен созылуға сынау
3. Қаттылыққа сынау
4. Қатпарлануға сынама алу
5. Иілгіштікке сынау

Бұзу және бұзбай бақылау негізінде үлгі сынамаларға нәтижеге еш әсерін тигізбейтіндей, өзгерістер енгізілмеуі керек, сонымен қатар сынама үлгінің кез келген жасалу кезеңінде жөндеу жасау мен модификацияғада қатысты. Беткейді өңдеу рәсімі бұзбай бақылау орын алған жағдайда рұқсат етіледі, себебі кей кедірлігін түзету сынақ нәтижесіне әсер етпейді.

10.9.5 Қайта сынау

Егер сынама үлгі қабылдау өлшемшарттарына сәйкес келмейтін болса,

әрбір келісілген сынақ үшін қосымша сынақ үлгілерінің саны келтірілуі тиіс, ол бұл нағыз дәнекерленген бұйым немесе жаңадан жасалған өнім болсада сондай сынақтан өтуі тиісті. Егер осы қосымша сынама үлгілері қабылдау критерийлерінің көрсетілген талаптарына сай келмейтін болса, онда дәнекерлеу технологиясы алдын-ала қандайда бір өзгертулер енгізбестен аталған стандарт талаптарын орындай алмайды.

10.10 Бекітілген қолдану диапазоны

Дәнекерленген бұйымдарды қолдану аумағын бекіту дәнекерленген бұйымға қатысты ДТС цехтар дане өндірістік нысандарда осындай техникалық тексерулермен өндіруші сапа бақылауы талаптарына сай жасалды. Техникалық көзқарас тұсынан бұндай біртекті сынақтар болдырмау үшін (Тәжірибиеде қолданылатын басқарушылық қағидаттарын қара. Дәнекерлеу технологиясын бекіту, аталған стандарттың 1-беті), алдыңғы құжаттық деректер негізінде бекіту диапазондарын, мысалы, негізгі металлдарды, орнату металдарын, қалыңдығын, диаметрін және жабу ұзындығын анықтауға болады.

10.11 Дәнекерлеу технологиясын бекіту актісі (ДТБА)

Дәнекерлеу технологиясын бекіту актісі (ДТБА)әрбір тәжірибе сынамасның бағалануы нәтижесі туралы арнайы есеп болып табылады, оның ішінде қайта сынақтан өткендері де болады. Актіде сынақ барысындағы олқылықтар туралы мәліметтер көрсетіледі. Сәйкес келмейтіндігі орын алғанда немесе сынақ нәтижелері сәйкес болмағанда, сыналатын үлгілер үлгі түріне және жасалған сынамаларға қатысты келісілген критерийлерге сай және сарапшымен немесе сараптамалық комиссия құрамымен қол қойылып дайындалатын есеп беруқұрылады.
Н қосымшасында келтірілген нысан акт толтыру немесе дәнекерлеу технологиясының қабылдау сынамысына қатысты I қосымшасында келтірілген нысан осындай сынақ нәтижелері туралы мәліметтер толтырылуы үшін қолданылуға ұсынылады.

10-ТАРАУ ҚОСЫМШАЛАРЫ

А ҚОСЫМШАСЫ

Дәнекерлі байланыс ұшырауы мүмкін қолданылу шарттары!

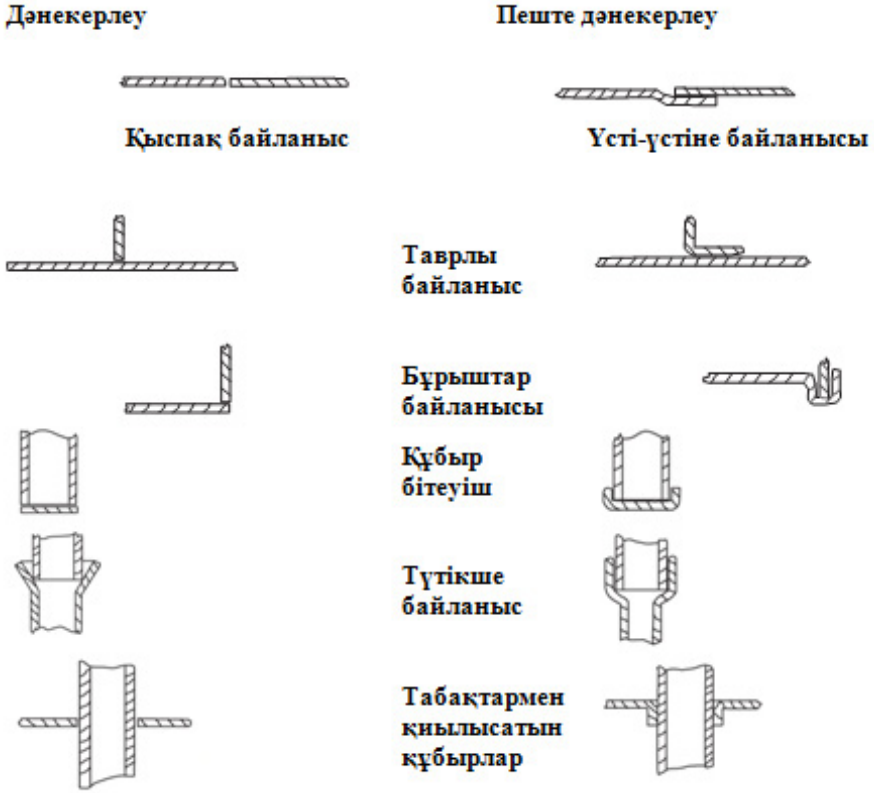
Ұсынылған кернеу сипаты	Дәнекерлі байланыстың қолданыстағы температурасы (°С)	Дәнекерлі байланыс ұшырайды
Иілім	–100 ден +10 ға	Қоршаған ауа
Бұралу	+10 нан 100 ге	Өзге газдар
Керіліс	+100 ден +150ге	Вакуум
Қысу	+150 ден +250ге	Тұрмыстық су
Тербеліс	+250 ден +300ге	Теңіз суы
	+300 ден+600ге	Қышқылдар
	+600ден аса	Сілті
		Органикалық еріткіштер
		Өзге сұйықтықтар

В ҚОСЫМШАСЫ

700°С-қа дейінгі бөлме температурасында түрлі металдарды қыздыру кезіндегі жылулық кеңейтілу әсерінен болған ұзындықтың өзгерісі

Метал	Ұзындықтың өзгерісі, мм
Алюминий	0,015 мм
Жез	0,013 мм
Мыс	0,011 мм
80%никель-20%мыс	0,011 мм
Қоспаланбаған болат	0,008 мм
Монель	0,010 мм
Никель	0,010 мм
Нейзильбер(мыс-никель-цинк)	0,011 мм
Фосфор-қола	0,013 мм
Күміс	0,013 мм
Тат баспайтын болат	0,014 мм
Вольфрам	0,003 мм
Вольфрам карбиді	0,004 мм

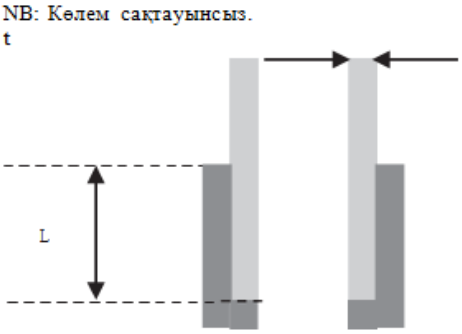
С ҚОСЫМШАСЫ



Дәнекерлеуге келетін байланыс түрлерінің жалпы қағидаттары және дәнекерлеуге олардың жетілдірілген формаларын қолдану

Байланыстардың ең көп тараған түрлері
Үсті-үстіне байланысы
Кеңернеу байланысы
Құбырдың табақпен түйістіріле байланысы
Табақтардың айқас байланысы
Блокқа жалғама құбыр
Блок арқылы жалғама құбыр

Табақпен қиылысатын құбыр
Құбырментабақтыңайқасбайланысы
Бітеуішті құбыр соңына дәнекерлеу
Бітеуішті құбыр соңына дәнекерлеп жамау
Құбырдың басқа құбыр қабырғасындағы саңылаумен бұрыштық байланысы
Айқас шабылған байланысы
Бұрандалы байланыс



1.Ұзынтасқындыдәнекерлеу:6t>L>3t(н-р,мыспенпешдәнекерлеуі)
2.Орташа тасқынды дәнекерлеу:4t>L>3t(н-р,күміспендәнекерлеу)
(құрамындаAg 40%-дан басталады және одан жоғары)
3.Алюминийлік дәнекерлеу:2.5t>L>1,5t

Үсті-үстіне дәнекерлеуге жататын, металдардың ұзындығы мен жалпақтағының ұсынылатын қатынасы

D ҚОСЫМШАСЫ

Қыздырудың ең үздік әдісін таңдау

Қыздыру әдісі

Түйіспе электрмен қыздыру	**Индукционды қыздыру**	**Қол оттық қыздыруы**	**Механикалық оттық қыздыру**	**Пеште қыздыру**
Бөлме температурасын даденекерлеп жамауға арналған флюс температурасы диэлектрик болғандықтан, онда электрлі түйісу қыздыру мен денекерлеп жамау тек мыс+мыс айқас қосылысын орындау қажет болған және қосымды материал ретінде 178 мыс сымы пайдаланылатын жағдайларда ғана жүзеге асыруға болады. Егер флюс пайдалану керек болған жағдайда, онда тек электрлі түйісу қыздыруының жанама әдісі ғана қолданыла алады.	**Индукцияаксиалды-симметриялық темір компонеттерді денекерлеп жамауға және индуктор байланысты қаусырмалайтын жағдайларда дап келеді. Тіпті егер бөлшектер аксиалды-симметриялық болмасада, индукция вольфрам карбидінің ойымдарын жону құралдарына денекерлеп жамауда, сонымен қатар ашылып- жабылатын саймандарды жасауда қыздырудың аса тиімді әдісі болып табылады..** **Қыздырылуы керек етілетің, өңделетің бөлшектің электрлік кедергісінің азаюымен бірге жылу көзі болып табылатын индукция тиімділігі де төмендейді. Мыс, алюминий немесе латуньнан жасалған бөлшектерге индукциондық қыздыру кері әсерлерін беруі мүмкін!**	Отпен қыздыру арқылы денекерлеп жамау барлық өзге әдістерді қоса алып салыстырғанда, денекерлеп жамауды қолдану шарттарына жауап береді. Қол процесі түрлі компоненттер бір салыстырмалы кішігірім топқа денекерленуі керек болғанда, немесе бірқатар экономикалық себептер бойынша автоматтандырылған денекерлеп жамау қолданыла алмайтын жағдайларда аса қолайлы болып келеді. Көп жағдайларда, процесті толығымен автоматтандыру бойынша ұзақ мерзімді мақсатқа қарамастан, үлгілер оттық қол денекерлеп жамауымен орындалған. Алайда, бұл әдістің айтарлықтай кемшілігі, оның оператордың тікелей бақылауында болуы, осылайша, жасалған термограммамен байланысты орындауға бөлінетіну ақы түнемі өзгеріске ұшырап отырады.	Оттық қыздыру арқылы денекерлеп жамауға арналған барлық механикалық білдектер үш категорияға бөлінеді: 1. Дөңгелекшелері бар жылжымалы білдектер; 2. Қаламдық немесе үздіксіз әрекеті бар жұмыс станциялары тізбекті орналасқан білдек; 3. Қаламдық немесе үздіксіз қозғалыстары торлы білдек. Оттық қол денекерлеп жамаудың күрделілік деңгейі нелге тең уақытта, жоғарыда аталған барлық жүйелер күрделілігі 1 ден 10-ға дейінгі шкаламен бағаланады. Есте сақтаңыз, 10-деңгейге жақындаған сайын, барлық шығындар артады, білдек әмбебаптылығы төмендейді, және автоматтандыру деңгейі артады. Әлбетте, толықтай автоматтандырылған білдектерде жасалды, алайда бұл сирек кездеседі.	Қыздыру әдістерінің барлық түрін қоса алып салыстырғанда, байланыстардың айтарлықтай бөлігі пеште қыздырылу арқылы орындалады, Қыздырудың бұл әдісінің артықшылығы оның флюске жүтінбей-ақ, байланыстарды атқара алу қабілеті. Процесс барысында пеш жабдығының кең түрі қолданылады, соның ішінде: 1. Кірпішті муфель пештері; 2. Үздіксіз қозғалысты, атмосфералық қысымның ішкі экзотермиялық генераторларымен жабдықталған кірпішті конвейерлі пештер; 3. Металды муфтелмен қапталған пештер, ыстыққа төзімді болаттан жасалған, онда өз еркі бойынша пештің қайта қалпына келтіруде тот баспайтын болаттан денекерлерлеу жүргізілуі мүмкін; 4. Әртүрлі қиындықтағы вакуумды пештер; 5. Алюминий жылу алмастырушыларды коррозийлік емес флюстермен денекерлеп жамауға арналған конвеерлі пештер(NOCOLOK технологиясы).

Автоматтандырылған дәнекерлеп жамау технологиясының күрделілік шкаласы

10	Толықтай автоматтандырылған білдек. Білдектің бұл түрін дәнекерленген бұйымдардың өндірісіне қажет құралдармен жарықтандырылған білдек жүйесі деп санауға болады.
9	Жұмыс станциялары түзу бойымен орналасқан, металдарды автоматты түрде дәнекерлеп жамауға, автоматты түрде жүктеуге және бөлшектерін итеруге арналған құралдармен жарықтандырылған қадамдық-құрастырмалы білдек.
8	Бөлгіш айналмалы үстелі бар, қоспа материалдарын автоматты түрде қолданумен, бөлшектерді автоматты түрде жоюмен, автоматты түрде жүктеумен және температураны бақылаумен жарықтандырылған роторлы білдек.
7	Бөлгіш айналмалы үстелі бар, және бөлшектерді автоматты түрде жою мен қоспа материалдарды пайдалану мүмкін қарапайым роторлы білдек.
6	Түзу бойындағы жұмыс процестерімен үздіксіз әрекет ететін конвейерлі білдек және үздіксіз әрекет ететін роторлы білдек.
5	Жүктеу-түсіру механизмі мен екі не одан да көп станцияларды басқару мүмкіндігі, сонымен қатар бөлшектер температурасын реттегіші бар білдек. (Автокөлік өнеркәсібінде қолданылатын алюминий бөлшектерінің ұсақ сериялы өндірісіне арналған білдектің үздік түрі.)
4	Екі жүктеу-алу механизмдері мен қыздыру құрылғысын тәуелсіз басқару мүмкіндігі бар білдек.
3 2	Күрделілігі әр түрлі бір жүктеу-алу механизмі бар білдек.
1	Процестің қарапайым таймерін жиі қолданатын, екі және одан да көп стационарлы жанарғысы бар қарапайым,статикалық, үстел станциясы.
0	Қолмен қыздырып ерітуге арналған қолданыс!

F ҚОСЫМШАСЫ

Дәнекерлеп жамаудың сәйкес параметрлері

	Дәнекерлеп жамау технологиясы[1]								
Параметрлер	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
Негізгіметалдар (түрлеріменқалыңдығы)	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Дәнекерлеп жамауға арналған қоспа материалдар									
Түрі	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Формасы	x	X	x	x	x	X	x	x	x

Қолдану тәсілі	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Қолданылу деңгейі	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Флюс									
Түрі	x	X	x	x	x		x	x	x
Формасы	x	X	x	x	x		x	x	x
Қолдану тәсілі	x	X	x	x	x		x	x	x
Қолданылу деңгейі	x	X	x	x	x		x	x	x
Бүркеме жабу	x	X	x		x	X	x		x
Бұйым құрылысы мен конфигурациясы, бөллме температурасы, жинау, дәнекерлеп жамау кезіндегі саңылау	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Бөлшектерге арналған құралдар мен ұстағыштар	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Дәнекерлеп жамау алдындағы тазалауәдісі	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Дәнекерлеп жамаудан кейінгі тазалау әдісі	x	X	x	x	x		x	x	x
Дәнекерлеп жамаудан кейінгі термиялық тазарту (бұйым тазартуының температурасы мен уақыты)	x	X	x	x	x	X	x	x	x
Уақытша- температуралық цикл		X	x		x	X	x	x	x
Температураны өлшеу (сенсорларды тексеру және орналастыру)		X	x		x	X	x	x	x
Газ түріндегі жанар май (түрлері мен қысымы)	x	X							
Күйдіргіш пеш түрі мен штуцердің сипаттамасы	x	X							
Коректендір үкөзі (түрі, жиілігіжәнеуақыты)			x						
Орамдар құрылысы мен байланыс жағдайы			x						
Электродтардың құрылысы мен қолданылатын металдар					x				
Ылдектің реттеуіш параметрлері (ток, уақыт, электродқысымы)					x				
Пеш түрі					x	X	x		
Атмосфера (түрі, конденсация нүктесі, беру жылдамдығы)			x		x				x
Ішкі үрлеп тазарту	x	x							
Вакуумметриялық қысым			x			X			x
Газдармен бөлу (түрі мен қысымы)						X			
Электролиттер құрамы								x	
Дәнекерлеп жамау алдындағы алдын ала қыздыру								x	

Ескерту: Инфрақызыл дәнекерлеп жамау мен кез келген өзге мамандандырылған процестер үшін келісім жасаушы тараптар жоғарыда аталғандардан бөлек, өзге де тиісті параметрлерді өзара келісулері керек.

G ҚОСЫМШАСЫ

Дәнекерлеп жамау технологиясының бекітілуі туралы акт (ДТБА)
1-бөлім: Технологияның бекітілуі туралы сертификат

Өндіруші Тегі, аты-жөні және мекен-жайы	Сарапшы немесе сараптама комиссиясы Тегі, аты-жөні және мекен-жайы
Өндірушінің дәнекерлеп жамау технологиясы Нөмірі	Сарапшы немесе сараптама комиссиясы Нөмірі

Бекіту әдісі
a. Тиісті технологияның тәжірибемен расталғандығы және қолданыста екендігі туралы құжаттық деректер ұсынымы*
b. Алдында өзге сарашымен немесе сараптама комиссиясымен бекітілген, сәйкес технологияларды ұсыну *
c. Сарапшының немесе сараптама комиссиясының қатысуымен дәнекерлеп жамау бойынша сәйкес сынамалар жүргізу *
* Қажет емесін сызып тастау
A немесе B жағдайларында ұсынылатын құжаттар нөмірін көрсету

Бекітілген қолданыс диапазоны, болған жағдайда:

Бекітілген қолданыс диапазонын бағалауға ұсынылған құжаттар нөмірі:

Бұл дәнекерлеп жамау технологиясының келесі стандарттардың немесе кез келген тең мәнді құжаттардың талаптарына сәйкес келуінің сертификатпен расталуы

Сарапшының немесе сараптама комиссиясы өкілінің тегі, аты- жөні, күні және қолы

Өндіруші өкілінің тегі, аты- жөні, күні және қолы

Н ҚОСЫМШАСЫ
(Ақпараттық)
Технологиялық дәнекерлеп жамау технологиясының бекітілуі жөніндегі акт (ТДБА)
2-бөлім: Дәнекерлеп жамаудың бекітілген технологиясы

Өндірушінің дәнекерлеп жамау технологиясы	Сарапшы немесе сараптама комиссиясы
Нөмірі	Нөмірі

Дәнекерлеп жамаудың бекітілген технологиясының бөлшектері:
Дәнекерлеп жамау процесі:
Байланыс түрлері:

Байланыстүрі
Эскиздер мен сызбалар нөмірі, оның ішінде: байланысты қвертикалға қатынасы бойынша орналасуы, бөлме температурасы кезіндегі және дәнекерлеп жамау кезіндегі байланыс саңылауы, сонымен қатар оның орындалу уақытында байланысқа қолжетімділікті шектеу

Негізгі метал(-дар) және сипаттамасы (-лары)
Дәнекерлеп жамауға арналған қосымды материал (-дар)
Түрі мен ерекшелігі
Нысаны
Байланыстың қолданылу тәсілі
Флюс
Түрі мен ерекшелігі
Нысаны
Флюсті пайдалану тәсілі
Бөлшектерге арналған құралдар/ұстағыштар:
Дәнекерлеп жамау алдында тазалау әдісі
Дәнекерлеп жамаудан кейінгі тазалау әдісі
Дәнекерлеп жамаудан кейінгі термиялық тазалау (температура мен бұйымды тазалау уақыты)
Процеске қатысы бар дәнекерлеп жамау технологиясының артықшылықтары (F қосымшасын қар.)

Өндіруші өкілінің тегі, аты-жөні, күні және қолы

Сарапшының немесе сараптама комиссиясының тегі, аты- жөні, күні және қолы

І ҚОСЫМШАСЫ
(Ақпараттық)
Технологиялық дәнекерлеп жамау технологиясының бекітілуі жөніндегі акт (ТДБА) Нысан
3-бөлім: Сынама нәтижелері

Өндірушінің дәнекерлеп жамау технологиясы	Сарапшы немесе сараптама комиссиясы
Нөмірі	Нөмірі

Келісімге отыратын тараптар мен өзара келісілген бұзбаушы бақылау нәтижелері

Сынама	**Нәтижелері**
Қажет етілген жағдайда толтыру	Талаптарға сәйкес келу, келмеуін растау, кез келген сәйкессіздіктің себебін көрсету

Келісімге отыратын тараптармен өзара келісілген бұзушы бақылау нәтижелері

Сынама	**Нәтижелері**
Қажет етілген жағдайда толтыру	Талаптарға сәйкес келу, келмеуін растау, кез келген сәйкессіздіктің себебін көрсету

Сынамалар келесі стандарттарға немесе алдында қабылданған құжаттарға сәйкес өткізілді:

Зертханалық есеп нөмірі:

Өндіруші өкілінің тегі, аты-жөні, күні және қолы

Сарапшының немесе сараптама комиссиясы өкілінің тегі, аты-жөні, күні және қолы

(Footnotes)
1 [a] A: қолмен қыздыру; B: механикаланған алаулы н.; C: индукционды н.; D: электрлі түйіспелі н.; E: атмосфералық қорғаныш пеші; F: вакуумдық пеш; G: алау пеші; H: флюстік, желіндіру және тұзды ванналар; I: инфрақызыл сәулелері бар дәнекерлеп жамау.

11. Дәнекерлеу кезінде байланыстыру саңылауының маңызы

11.1 Кіріспе

Әрине, бұл бөлім он бірінші емес, бірінші болуы тиіс деп дауласуға болады және бұл ойды автордың өзі сөзсіз қарастырған болатын, өйткені оның өзі форматты әзірлеумен және бұл кітаптың тұжырымдамасымен айналысты. Алайда өз әріптестерімен бұл мәселені мұқият ойланып, талқылағаннан кейін,
бұл бөлімді осы кітапта барлық айтылғандардың қысқаша баяндамасы ретінде қолдану орынды болар деген шешім қабылданды. Дәнекерлеу біріктіру тәсілі болғандықтан, сондай-ақ 85% жағдайда қолданылатын жалғанғанның үстінен ыстық балқытылған қоспа металмен толтыру жолында, жұмыс басталмас бұрын белгілі қимылдардың негізділік маңыздылығына көз жазбай көңіл аудару керектігі әбден анық. Әлбетте (сөзсіз) бұл кітапты бұл іске үйренбегендерге белгісіз, материалдарға және технологияларға әсіресе дәнекерлеу технологиясына нұсқау беретін бөлімдерден бастап жазу ойы, сәтсіздікке әкеп ұшырататыны анық болатын. Сондықтан берілген бөлім, кітапты аяқтауға, былай айтқанда соңына қалдырылған болатын. Саңылаудың маңызы туралы мәселені толық қарастыру, 1-9-бөлімдерде табылуы мүмкін, көп мөлшерде әртүрлі техникалық кезеңдерге тірелетінін болжауға болады. Бұл оқырмандардың осы кітапта көрген сәттерін еске түсіріп, қалай және қай жерде дәнекерлеу барысы технологиясын еппен пайдалану керектігін көре алатын жағдайда болатынын білдіреді.

11.2 Жұмыс орнын дайындау

Барлық осы бөлім дәнекерлеумен жалғауға ең негіз болатын аспектімен және қолайлы байланыста болған, бес техникалық топтамалы мақалаға негізделген.

Шынын айтқанда, дәнекерлеу басқа да процестерді қамтуы тиіс деп санайтын кейбір адамдар бар, мысалы қоламен дәнекерлеу, жалғауды орындау және дәнекерлеуден кейінгі жалғаудың мықтылығы, жалғау барысының маңызды қадам болып саналатын, сыртқы жалғаудың мықтылығына толтырғыш материалдың әсер етуіне байланысты, біз капиллярлық дәнекерлеу деп айтуымыз керек. Алайда, біздің арамызда дәнекерлеудің технологиялық барысы капиллярлық күшке негізделгенін түсінетіндер, біздің жалғауларымызды толтыру үшін, дәнекерлеу процесінің басталуына дейін жалғаумен қысылған, қоспа металдың жұқалтыры (қабықша) немесе жалатпалы қабаты қоспа материалдың балқу кезінде сонда қалатынына ең дегенде көз жеткізеді. Дәнекерлеу кезінде, қоспа материал үшін сондай-ақ қолданатын технология үшін, біздің саңылауларымыз дұрыс көлемде болмайынша, балқытудың дұрыс болып шығатынына ешқандай кепілдіктің болмайтынын біз өте тез түсіндік.

11.2.1 Флюсті пайдаланып дәнекерлеу туралы негізгі ережелердің қатары

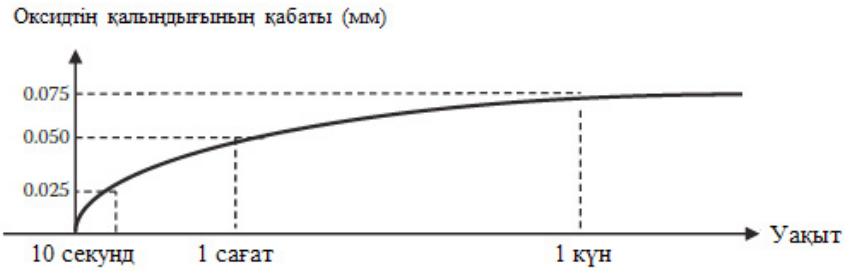
Ауада флюсті пайдалана отырып, кәдімгі (әдеттегі) дәнекерлеудің көмегімен жалғастыруды ойдағыдай орындау ең күрделі мәселе болып табылуы әбден мүмкін; бұған қоса тым үлкен немесе тым кішкентай саңылау қоспа материалды ұстай алмайды! Себебі балқытылған қоспа материалмен саңылауды толтыру кезінде, саңылаудан флюс ығыстырылып шығарылуы тиіс, егерде саңылау өте кішкентай болса, онда ол жерде тотық қабаты толығымен ерігенше, болмашы флюстің болуы мүмкін. Флюс әлсірейді, сол себепті осындай жағдайда балқытылған қоспа материал алға жылжытудың есебінен оны жалғанған жерден шығарып тастауға өте жабысқақ келеді.Бұл оның жартылай шығарылып тасталуына әкеп соқтырып, өте көп дақты және жалғанған жердің ішінде жібімегенаумақты қалдыруы мүмкін. Цилиндрлі бөлшектерді дәнекерлеу кезінде флюс үшін саңылаулар инженерлік - қозғалытқышты отырғызуды жиі еске түсіреді және өндіріс шығындар тәртібінің болуы мүмкіндігін мойындау (құптау) керек. Бірақ конвейерлік пеште үздіксіз азотты ортаны қорғау әрекетімен No-colok□T флюсін қолдану арқылы, алюминді жылу алмастырғыштарды және буландырғыштарды дәнекерлеу кезінде жиі кездесетін маңызды ерекшелік бар. Қондырғыш материалмен қапталған алюминий қолданылады және жалғаудың нөлдік саңылаумен жасалғанына қарамастан (яғни, бөлшектер бір-бірімен тығыз жалғасуда болады),

қондырғыш материал балқытылып және жайылғанда, жалғанған жерде жұмыс саңылауы пайда болады, ол жеткілікті үлкен және флюсті ұстап қалудан құтылуға мүмкіндік береді. *Шын мәнінде бұйымдарды дәнекерлеуде Nocolok технологиясын қолдану тәжірибесінің бөлшегі флюсті қолдануға және дәнекерлеу процесі жүргізілетін, таза, құрғақ, азот ортасына қажет аз мөлшерде пайдалану мәселесіне шектеу жасайды.*

Сұйық металды (қоспа материалды) қолдануда, дәнекерлеу процесі басты (негізгі) мәселе болғандықтан, қатты металдың (негізгі металдың) үстін сулау, әлбетте, ең алдымен бұл мақсатқа жеткенше балқытылатын бөлшектердің үсті дұрыс жағдайда - сұйық/қатты болуы тиіс.

Сулау үшін ең үлкен кедергі тұрақты тотық болып табылады. Бөлме температурасы кезінде күмістен, алтыннан және металдың платиналы тобын қоспағанда барлық металдар оксидті қабыршықпен қапталған. Үстіңгі қабаты оксидті қабыршықпен қапталғандарды ауада қыздырады, оксидті қабыршығы қалыңдай түседі және ең алдымен тез өседі, бірақ та оксидті қабыршықтың қалыңдығының ұлғаюына қарай қалыңдықтың ұлғаю жылдамдығы азаяды. 11.1-сурет бұл тұжырымды *көрнекі түрдекөрсетеді*. Алайда, дәнекерлеп жалғағанның көп бөлігі пешті дәнекерлеудің көмегімен жасалатынына қарамастан, дәнекерлеудің көп технологиясы ауада орындалады, бұл сөзсіз негізгі және қондырғыш материалдың үстіңгі жағында тотықтың пайда болуына әкеп соғады.

Ертеректе ескертілгендей, бұл тотықтардың пайда болуы, қондырғыш металмен балқытылған негізгі металдарды сулауға кедергі келтіреді, және оларды кетіру үшін флюсті пайдалану қажет. Бұл бөлімде



11.1-СУРЕТ Оның ауада тұрақты температурада 500 ° қыздырынуы металдың үстіңгі жағындағы оксидті қабаттың жылдамдық қалыңдығының артуының көрнекі көрсетілімі.

балқытылған қоспа материалдың суланuы және жайылуы негізгі металдың электрохимиялық тоттануына мүмкіндік беру мәселесі қарастырылмайды. Алайда ерекше жағдайлар, таза мысты дәнекерлеуде қолданылатын фосфорлы қоспа материалдың өзі флюстенуші қасиетіне қатысты көңіл аударуға тұрарлық.

Өздігінен флюстенуші қозғалыстардың қағидасын алдыңғы қатарлы Еуропалық және Американдық қоспа материалдарын өндірушілердің зерттеу және даму бөлімдері 1950 жылдардың соңында зерттеді. Аталған зерттеулер барысында қоспаны балқытқан кезде балқытылған қорытпамен бірге ваннаға құйылған фосфор ауадағы оттекпен әрекеттесетіні және тез арада фосфор оксидіне айналатыны анықталды.
Негізгі материалдың жоғарғы қабатында ол мыс оксидімен реакцияға түседі және осының нәтижесінде шын мәнінде мыс метафосфаты болып табылатын жеңіл еритін боқат түзіледі. Мыс оксидін ерітіп жібере алатын болғандықтан, осы боқат флюстің қызметін атқарады. Метафосфатты боқаттың едәуір көлемі фосфор оксидінің көп бөлінуінен түзіледі және осылайша қоспа материалының еселенуіне қарай, жұмыс температурасы бекітіледі және ол жайылады. Дәнекерлеу аяқталғаннан кейін жалғанған жерде пайда болатын, сұр түсті болып келетін алынған боқат тоттанбайды және оны бұйымдардың үстінде еш алаңдаусыз қалдыруға болады.

11.2.2 Флюсті қолданбай дәнекерлеудің бірқатар негізгі ережелері

Дәнекерлеудің флюссіз технологиялары қысуды қажет ететін флюстің болмауы себепті жеңілірек болуы мүмкін, ал кейбір қоспа материалдар қондырмаларға тартыс арқылы бекітіле алады. (Алайда, кейбір қоспа материалдарға және пештегі нақты жағдайларға байланысты ену тереңдігі салыстырмалы түрде алғанда үлкен болмауы мүмкін!). Флюссіз дәнекерлеудің ең тартымды ерекшеліктерінің бірі ең қарапайым түрі баспақты қондырма болып табылатын жұқа жанасуы бар өздік жинақталу техникаларының кең шоғырын қолдануға мүмкіндік беретіндігінде болып табылады. Тартылыс арқылы жасалатын қарапайым қондырма үшін кейбір дәнекерлеу әдістері сай келуі мүмкін, бірақ көбінесе барлығын өзгерту керек, және ең бастысы ішінде жайылатын қоспа материалдар. Осы мәселелер 11.2.4 және 11.2.5-бөлімдерінде толықтай қарастырылған және олардың көмегінсіз біз қазір бақылап отырған пештегі көп мөлшердегі дәнекерлеу мүмкін болмас еді.
Сонымен қоса, негізгі металдарды қоспа материалдардың жұқа қабаты

мен қаптау нөлдік саңылаулы бұйымдарды дәнекерлеу кезінде флюс қолданылатын жинақтау жағдайларына байланысты кейбір мәселелерді шеше алатын болғандықтан, осы технология вакуумдағы немесе қорғаныс атмосферасындағы флюссіз дәнекерлеу кезінде құнды көмекші бола алады. Жалғанған жерлердің бір немесе екі жағын да күміспен жалату арқылы мысты мыспен флюссіз ұйытқылау кезінде жалатпалы қоспа материалдарды қолданған және сонымен қатар жинақталғаннан соң осы бөліктердің түйістірілуі өте маңызды.

Қыздыру кезінде бөліктердің түйісу орнындағы мыс пен күмістің өзара алмасуы жеңіл балқитын күміс-мыс қорытпасын автоматты түрде түзеді және осыдан өзара бірігу пайда болады. Басқарылуы қиын болғандықтан, бұл әдіс көбінесе жоғарғы жиілікті радио жылдамдатқыштарға арналған қымбат және күрделі вакуумдық аспаптар мен бөліктерді өндіру кезінде қолданылады.

Осындай процесті тоттанбайтын болатты түйісетін беттердің біреуін химиялық никельмен жабу арқылы флюссіз дәнекерлеу үшін едәуір сирек қолданылуға болады. Тиісті жолмен қадағаланған кезде,әдеттегі қоспа материалға ұқсас, ISO 17672 стандартына сай, Ni 700 типтегі никель-фосфордың шамамен 10% қабаты алынады. Тағы да, бұл үшін бұйымның бөліктері бір-бірімен түйісуі керек. Аталмыш бөлімнің авторы ерекше ықшам жылу алмастырғыш шығарумен айналысқан зерттеушімен бірлесе отырып, осы технологияның қолданылуына қатысқан. Барлық қызығушылық білдірген тараптардың көңілдері табуы үшін технологияның тәжірибе барысында өте жақсы нәтиже көрсеткенін айтамын.

Дәнекерлеуді тудыру үшін жалғасқан жерге қойылып, қысылатын жұқа қабықша қоспа материалдың жалатылатын қабатының жақын «туысы» болып табылады. Көп жағдайда, қабықшаны сәтті пайдалану жалғасудың кескіндемесіне тәуелді. Кейбір жағдайларда, қабықшаны цилиндрлі жалғасу жерлеріне орналастыру нәтижесінде берік түйіспелі қондырмаға қолжеткізуге мүмкіндік беретін экспандерлерді қолданған жағдайда да қиынға соғады.

Кейінірек осы бөлімде қоспа материалдардың әртүрлі нысандарымен түйіспелі жалғасулары соның ішінде, қоспа материалдардың пастасы мен мөлшерленген дайындамалары тақырыбына қайта ораламыз. Дәл осы мезетте, бізді ең бірінші мазалайтын мәселе флюспен біріге отырып, саңылаудың көлемі дәнекерлеуге қалай әсер ететінін анықтау болып табылады.

11.2.3 Процесті қадағалау кезіндегі дәнекерлеу саңылауының мәні

Дәнекерлеу саңылауы дәнекерлеу процесінде, әртүрлі әсерін тигізеді: мысалы, жалғастыру кезіндегі қоспа материал өтуі қажет арақашықтық, дәнекерлеу көмегімен жалғастырылатын элементтердің беткі қабаттарын өңдеу, және ең маңыздысы, саңылаудың өзінің ені. Осы факторлардың қайсы бірінің өзгеруі дәнекерлеудің қорытынды сапасына айтарлықтай әсерін тигізеді. Флюссіз дәнекерлеу мен флюсті қолдану арқылы дәнекерлеудің кез келген өзгерістерінің мәнділігі (яғни, оның өлшемі және басқа параметрлері) біршама ерекшеленеді; бұл әсіресе дәнекерлеу қолмен атқарылған кезде аса маңызды.
Бұның негізгі себебі флюссіз дәнекерлеудің пештік циклі немесе үздіксіз жұмыс жасайтын пештердегідей алдын ала орнатылған қыздыру профилін пайдалану сияқты стандарты технологияларды қолдану арқылы көптеген жалғастыруларды орындайтын пештік дәнекерлеу болып табылатынында.

11.2.4 Флюсті қолдану арқылы дәнекерлеу

Еуропалық стандарт (EN1045: 1999) қазіргі кезде қолданылатын жеңіл балқитын флюстердің сұрыптамасының кестесін береді. Алайда, қазіргі таңда дәнекерлеуге байланысты стандарттарды құру және/немесе қайта қарауға жауап беретін ISO жұмыс тобы, қолданыстағы стандарттарды дәнекерлеуге арналған флюстерге қатысты пайда болған технологиялық өзгерістерді есепке алып, қанағаттандыру мақсатында EN1045 стандартын қайта қарау үстінде. Осы жұмыстың нәтижесінде, келесі жылы немесе соған жуық арада осы өнімдерге арналған ISO жаңа стандарттарының енгізілуі әбден мүмкін.
Дәнекерлеуге арналған әдеттегі флюстер бөлме температурасында қатты күйге енетін, ал негізгі металмен түйіскенде жоғарғы қабаттағы тотықтарды жою бойынша өз жұыстарын бастамас бұрын, балқуы тиіс. Көрініп тұрғандай, флюсті балқытудың температурасы қаншалықты төмен болса, жұмыс кезінде соншалықты аз мөлшердегі тотық түзіледі. Алайда, осындай талқылаудың кемшілігі, қағида бойынша, балқу температурасы төмен болып келетін флюстер сәйкесінше едәуір жоғарырақ температураларға тұрақсыз болып келеді. Осыдан шығатын флюстің жұмысы басталатын температура мен флюс қолданысқа жарамды болып табылатын температураның арасындағы келісім назар салуға тұрарлықтай маңызды мәселе болып табылады.
Көп жылдар қатарынан өз қисындылығын дәлелдеп келе жатқан қағида

үздік нәтижелерге жету үшін флюс таңдалған қоспа материалдың балқу температурасынан ең кемінде 50°С-қа төмен температурада балқытылуы керек және ол дәнекерлеу температурасына дейінгі қыздыру кезіндегі бөліктер ұшырайтын ең кемінде ең жоғарғы температурадан 50°С жоғары болатын температурада белсенді бола отырып, тотықтарды жоюын жалғастыруы тиіс. Сайып келгенде, дәл осы фактор флюс сызықшасының сегіз мүшеге дейін ұлғайғанын түсіндіріп береді.
Алайда, іс жүзінде, әдетте флюсті қолдану арқылы дәнекерлеу қоспа маериалдың температурасы ≈750°С –тан төмен болғанда ғана жүзеге асырылатыны да бар. Осындай шарттарда, флюс белсенділігінің тиімді температуралық диапазоны 550°С-тан 800°С-қа дейін болатыны анық. Осылайша, алюминийді дәнекерлеуге қолданылатын арнайы флюстерді ескермегенде, қолжетімді флюстердің көбісі сілтілі металдар фторидіне негізделеді және EN1045 стандартының FH10 немесе FH12 кез келген типіне сәйкес келеді. Осылайша, жақсы теңдестірілген төменгі температуралы фторид типтес дәнекерлейтін флюс жалпы қолданысқа арналған және төмендегідей мінсіз сипаттамаға ие:

• Балқытылады және 550°С шамасындағы температура кезіндегі тотықтарды жою кезінде белсенді қызмет атқарады
• Жалғасу аймағындағы пайда болған немесе бар болған кез келген тотықты жоя алады
• Алғашқы рет қайнағаннан кейін тегіс, жұқа, мөлдір, айқанқабықшаға айналады
• Тікелей қыздыру кезінде жылтырамайды
• Құрамында көп мөлшердегі жойылған тотықтар бар болса да, аққыштығын сақтап қалады
• Қоспа материалдың балқытпасын алға жылжыту арқылы ол капиллярлық жалғасуданығыстырылуы үшін төмен дәрежедегі жабысқақтыққа ие
• Жібіту қасиетіне ие және балқыған қалыпта тікқабаттарда тұра алады
• 800°С төмен болмайтын температураға дейін қатты күйде сақталады
• Дәнекерлеу циклі аяқалғаннан кейін бұйым бөліктерінен оңай тазаланатын қонулар қалдырады

Қоспа материалдың балқытылған ағыны арқылы флюсті жалғасу жерінен сәтті ығыстыруға әсерететін дәнекерлеу саңылауының бес қыры бар. Олар келесілерден тұрады:

1. Беткі қабатының бұдырлылығы

Егер дәнекерлеу саңылауын құрайтын беттердің бұдырлығы өте жоғары болса,балқытылған қоспа материалының ағыны қатты зақымға ұшырауы мүмкін. Осының нәтижесінде, 100 м км көп болмайтын ең жоғарғы бұдырлық деңгейін сақтау міндетті шарт болып табылады. 2-бөлімдегі 2.12-суретте көрсетілгендей, бұдырлылық бағыты пайда болған ағынның көлемі кезінде жеке талқылауды қажет етеді!

2. Жалғасулардың түйісетін бет қабаттарының тазалығы

Ең алғашқы болып жауап беруді қажететететін сұрақ ««Таза» дегеніміз қандай дәрежедегі «тазалық»?» Бұл жолғы жауап өте қарапайым. Егер дәнекерлеу циклі кезінде сұйық қоспа балқымасы беткі қабаттан ағып өтіп, оны дымқылдандырып, және жалғануын орындаса, онда ол жеткілікті дәрежеде таза болып саналады! Дегенмен, анықтамада, қағидаларда еш пайдасыз! Нақты жағдайға арналған тазалықтың шынайы анықтамасын берместен бұрын, орындалуы тиіс жалғасу бөліктеріне байланысты мүмкіндігінше көп фактілер қажет. Мысалы үшін, жалғасулар құрайтын металдардың беткі қабаттарында не бар екенін білу керек, және оны анықтау осы жалғастыруды орындамастан бұрын оларды тазалау үшін қажет! Факті: платина тобындағыметалдар, алтын, күмісті қоспағанда, барлық металдарда бөлме температурасында оксидті қабықша болады. Оксидтер балқытылған қоспа материалдардың қозғалыс ағынына кедергі жасайтын болғандықтан, алынып тасталынуы тиіс. Егер дәнекерлеу ауада жүргізілетін болса, онда, әдеттегідей, ол флюстің көмегімен орындалады; алайда, мысты мыс-фосфор қорытпасымен дәнекерлеу кезінде, қоспа материалдағы тек фосфордың мөлшері флюстік әсерді қамтамасыз етеді. (11.2.1-бөлімді қараңыз).

Қосылыстың түйістік беттеріндегі оксидтерді жою үшін ауада дәнекерлеу кезінде флюс қажет, ал оларды жойғаннан кейін флюс бұл беттерді тотықтардан бос ұстайды, осылайша, балқытылған қоспа материалдың дымқылдануы болуы мүмкін. Егер капиллярлық саңылау өте тар болса, онда ол жерде бұйымдардағы тотық үлдірлерін жою үшін флюстің жеткілікті саны араласуы мүмкін емес. Бұдан басқа, тотықтарды жойғаннан кейін, флюстің жеке қасиеттері: балқу интервалы, тұтқырлық және беткі керіліс жылжыма балқытылған қоспа материал қосылыстан оксидтермен ауырлатылған флюсті ығыстырып шығара алмайтындай өзгеруі мүмкін. Дәл осы себептен, флюсті пайдалануды талап ететін барлық жағдайларда, *саңылаудың көлемін* анықтау кезінде ерекше мұқияттылық таныту керек! Дәл осы ұғыныс дәнекерлеудің тағы бір іргелі қағидасын тудырды:

Егер флюсті ауада дәнекерлі қосылысты орындау кезінде пайдалану

керек болса, онда *дәнекерлеу циклінің барысындағы* жік саңылауы *кемінде* 0,05 мм *(алюминий үшін 0,075 мм)* болуы тиіс.
Түсінбестікті болдырмау үшін, қорғаныс атмосферасында немесе вакуумда дәнекерлеу кезінде ығыстырып шығарылуы тиіс органикалық емесфлюспайдаланылмайды.Сондықтанөтесұйыққоспаматериалдарды пайдалану кезінде, мысалы, таза мыс, бөлшектер түйіскенге шейін аз саңылаулар жасауға болады. Ол әртүрлі отырғызулармен дәнекерлеуді орындауға мүмкіндік береді. Бұл сұрақ осы бөлімде одан әрі *өндірістік рұқсаттар* тармақшасында қаралады.

Егер бөлшектерде оксидтің орасан көп саны болса, мысалға, болат бөлшектің беті қақтармен жабылса, онда түсінікті, дәнекерлеуге қандай да бір әрекет қылмастан бұрын, оның барлығы жойылу керек. Мұндай жағдайларда, қақты жою үшін бөлшек қарапайым құм ағынымен өңдеу рәсіміне ұшырауы мүмкін. Мұндай рәсім, сөзсіз, қақты жояды, бірақ ол дәнекерлеу процесін бастапқысына қарағанда *қиындатуы* мүмкін! Бұл, әрине, бетін абразивтік ағындық тазарту *глиноземді* немесе *кремнеземді* пайдалана отырып жүргізілген жағдайда болады. Бұл материалдар осы түрді абразивті тазарту процесі үшін кеңінен пайдаланылады. Осы түрдегі баяу балқитын оксидтер тазалауға ұшырайтын бетте жеңіл тереңдетіледі. Нәтижесінде, шын мәнінде дәнекерлеудің қарапайым рәсімі барысында дымқылдануы мүмкін емес, материалмен жабылған бұдыр бет болады! Ұқсас жағдайда біз бір қарағанда таза болуы мүмкін бет деп ойлар едік; бірақ, шынында, бұл жарамсыз бетті ауыстыру керек еді! Қорытынды: егер беткі қабаттарды жою үшін құм ағынымен өңдеу пайдаланылса, ажарлауыш бөлшектер тетіктердің бетінде шиеленбегеніне, және олардың болуы кейіннен балқытылған қоспа материалмен дымқылдатуға кедергі жасамайтынына көз жеткізу керек. Егер абразивті пайдалану керек болса, онда вольфрам карбиді мен темір ұнтағын немесе болат бөлшегін пайдалану *ұсынылады.*
2.11-суретте көрсетілгендей, май және басқа материалдар бетін балқытылған қоспа материалмен дымқылдатуға кедергі жасауы мүмкін! Бұл ластағыш заттарды цехта біршама жие (және демек, компоненттер жалғануы тиіс!) зауыт жағдайларында табуға болады.
Органикалық еріткіштерде бөлшектерді жуу және тазалау майларды жақсы кетіреді. Екінші жағынан, дәнекерлеу кезінде бөлшекте минералды майдың болар-болмас іздері проблема болатын жағдайлар да болады. Мысалы, құм ағынымен өңдеуді экзотермиялық атмосферада қалпына келтіру атмосферасы бар пеште төмен көміртекті болатты дәнекерлеген кезде, май жанғаннан кейін, бөлшекте пештің қалпына келтіру атмосфе-

расының ыстық аймағының кейбір құраушыларымен реакцияға түсетін, қалдық көміртек қалды, және көміртек тотығы және көмірқышқыл газының қоспасы болады, ал бөлшектің беті таза болады және балқытылған қоспа материалмен жібітілуі мүмкін.

Қорытынды: дәнекерлеу үшін бөлшектерді құрастыру алдында, жалғанатын бөлшектер әбден майы кетірілгеніне көз жеткізіңіздер.

Адам терісінен бөлінетін секреция, бөлшек бетінің ластану көзі болып танылмайды! Шынайлығы мынадай, бөлшектер құрамында күкірт бар қосылыстармен айтарлықтай қатты ластанған. Индукциялық дәнекерлеу кезінде, құбырларды таза никельден жасалған зымыран қозғалтқыштарының жанармай өткізгіштері операторлардың секрецияларынан бөлінген күкірттің никельге кристаларалық енуінен мерізімінен бұрын істен шыққан жағдайлар болады (5.23-суретті қараңыз). Бұл нақты жағдайда проблема компоненттерді ұстау кезінде мақта-матадан тігілген қолғапты кию арқылы шешілген балатын!

Осы үш қарапайым мысал, әртүрлі өндірістік жағдайларда «таза» деген ұғым әртүрлі затты білдіретіндігін көрсету үшін келтірілді. Әдеттегідей, дәнекерлеу процесінің алдында қақ тотығын, балшық пен майды кетіру керек.

3. Қыздыру әдістері және флюсті біріктіру.

Шамамен 750°С температурада бұйымды ұзақ қыздыру қажет болған жағдайда, флюстің сұйықтай аққыштығы күрделі бұзылады. Бұл мұндай температурада тотықтың *үлкен саны* бөлінуінен болады, ал ол жойылу керек болғандықтан, беті қоспа материал ағының қозғалысы кезінде бос екеніне көз жеткізу үшін флюс оксидпен қанығады және *«флюстің әлсіреуі»* сияқты құбылысынан азап шегеді. Сондықтан мұндай жағдайларда тым лайықты қоспа материалын таңдау және 670°С дәнекерлеу температурасымен материалды пайдалану мүмкіндігі туралы мәселелерді қарастыру орынды. Мұндай төмен температурада флюстің әлсіреуі едәуір аз болады. Бірақ, егер дәнекерлеу температурасын төмендету мүмкіндігі болмаса, онда жалғыз амал флюсті пайдалануды талап етпейтін дәнекерлеу технологиясына өзгерту болады!

4. Өндірістік рұқсаттар.

Бұл бөлім, әртекті негізгі металдар үшін кеңернеумен жалғауды дәнекерлеуді орындауға қажет болған жағдайларда, *тым жоғары* жылулық ұлғаю коэффициенті бар бөлшек жалғаудың қамтығыш бөлшегі болатынын болжайды!

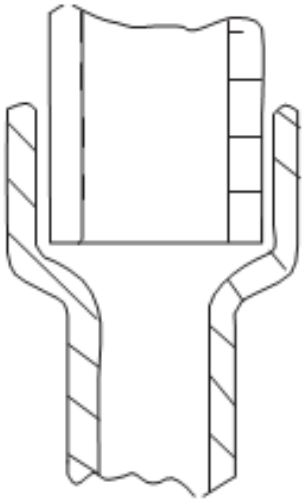
Көп жағдайларда флюсті пайдалана отырып дәнекерлеу саңылауы дәнекерленуі тиіс құбыр мен муфтаның арасындағы өлшемдердің шағын сақиналық айырмашылығымен ұсынылған. Бұл жұмсақ металдар

пішіндерін оңай өзгертеді, сондықтан дәнекерлеуге бөлшектерді дайындау кезінде нақты өлшемдерін алуға қиындық туғызбайды. Ол бөлшектерді жаппай жасау кезінде не жеке оларды дәнекерлеу алдында компоненттерді ақырғы құрастыру кезінде жасалуы мүмкін. 11.2-суретті қараңыз. Әдетте, қатты металдардан бөлшектердің нақты өлшемдерін алу өте қиын деп санайды, бірақ егер сәтті дәнекерлеуге кепілдік берілсе, онда ол істеліну керек! Мысалы, көбінесе жұмсақ және тот баспайтын болаттан жасалған жұқа қабырғалы құбырлардың кеңейтуіне калибрлеу жүргізіледі. Бірақ, қамтығыш бөлшек кеңернеуінің диаметрі соққылармен калиблеуді емес созуды қажет етеді.

5. Айқассалын ұзындығы

Үнемі пайдаланылатын пікір бар, шартты айқассалын ұзындығымен жалғау 6 мм айқасалынды 18 мм дейін ұлғайту арқылы үш есе мықты болады! *Әлі ешнәрсе ақиқаттан сонша алыс болған жоқ!*

Осындай пікірді практикалық қолдану, ұзынырақ қосылыс қысқаға қарағанда *айтарлықтай әлсіз* деген көзқарасқа әкеліп соғатын шығар! Балқытылған қоспа материалды қосу бойынша қозғалған сайын ол ағып жатқан материал бөлігі ериді, міне осы ерекшелік қоспа материалдар қосылыс бойынша жүрген сайын оның құрамын біртіндеп өзгертуге әкеліп соғады. Жалпы, қосылыс қаншалықты үлкен болса, оны қоспа материалмен толтыру қиынырақ болады. Қосылыстағы кез келген флюс, әдетте, сұйықтығын жоғалта бастайтынан естен шығармаңыз,



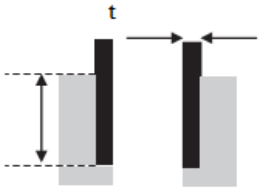
11.2-сурет. Кең қонышпен қалыпты қосу.

өйткені ол тігіс саңылауындағы қышқылдарды ерітеді. Демек, балқытылған қоспа материалына флюсті қосылыстан шығару қиындай түседі. Ол ұзын қосылыстар қысқа қосылыстарға қарағанда бос жерді ұстауға тән және флюсті көбірек ұстайтынын білдіреді. Осыдан, ұзын қосылыстар төзімділігі әрқашан аз болады да, соның салдарынан қысқаларға қарағанда, шынымен-ақ, әлсізірек болады, деген қорытынды жасауға болады!
Қосылыстарды, атап айтқанда, ұзақ немесе орташа ағыспен сипаттайтын қоспа материалдарын пайдалану арқылы дәнекерленуі тиіс құбарлар арасындағы қосылыстарды жобалаумен айналысатын инженерлер үшін басшы қағидат болып табылатын іргелі ереже бар. Оле реже 11.3-суретте көрсетілген, сонда-ақ 3.2-суретіне қатысы бар мәтінде сипатталған.

11. 2. 5 Флюсті пайдалану процесінің параметрлері

Қатты дәнекермен дәнекерлеу процесінде 4 маңызды талапты сақтау керек, оларды осы дәнекерлеу түріне қолданылатын жеңіл балқитын флюсті пайдаланған кезде назарға алу керек.
Әрі қарай келесі талаптар тізбектелген:

1. **Балқытылған қалпында ағысы жоғары құрамында күмісі бар қоспа материалдары.**
Бұл материалдардың балқу диапазоны, әдетте, 35 ° С төмен, және дәстүрлі түрде мыс, жез, қола, жұмсақ және тот баспайтын болат, вольфрам карбиді сияқты металдар бір текті металмен немесе

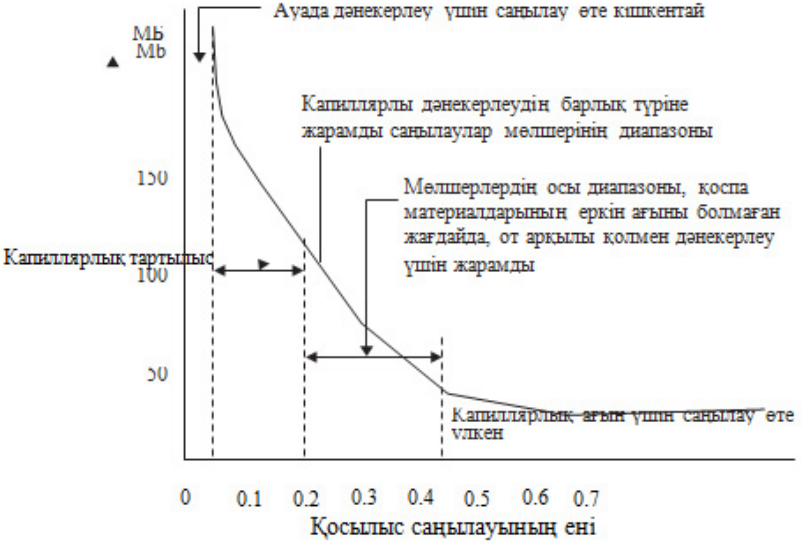


1. Ұзын тасқынды дәнекерлеу:6t>L>3t(н-р, жезбен пештік дәнекерлеу)
2. Орта тасқынды дәнекерлеу:4t>L>3t(мысалы, күміс дәнекермен дәнекерлеу)(күміс 40% жоғары)
3. Алюминийді дәнекерлеу 1.5t>L>2.5t

11.3-сурет.Айқас қосылыс арқылы дәнекерлеу барысындағы металдардың ұзындығы мен жуандығының қатынасы. «t» *жуандығы ең төмен* қосылыс элементі болып табылатындығына назар аударыңыздар.

бір-бірімен балқытылады. Осы типті ақпа қоспа материалдарын пайдаланып дәнекерлеу процесінде тігіс қосылыстарының сапасы тігіс периметрі бойынша капиллярлы тартылыс пен температура түсуінің үйлесуіне байланысты. Соның нәтижесінде осы процесс әдебиетте көбіне қатты дәнекермен капиллярлы дәнекерлеу ретінде сипатталады. Тігістер қосылысы барлық жағдайда бірдей капиллярлы тартылысқа байланысты бола бермейтінін білу керек. Осы жағдайлар осы тарауда төменде сипатталған.

Қоспа материалдардың осы тобына ұсынылатын тігіс саңылаулары салыстырмалы түрде үлкен емес, және 11.4-суретте көрсетілгендей, оның ұзындығы әдетте 0,05 - 0,20 мм шегінде болады. Әдетте қоспа материалының балқу интервалы қаншалықты қысқа болса, тігіс саңылауының мөлшері де соншалықты азырақ болады. Түтік тәрізді бөлшектерді дәнекерлеу қажет болған жағдайларда, тігіс саңылауларының ұсынылған мөлшерлері тәуелді болатын қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасындағы тігістің радиалды саңылауы өте маңызды шама болып табылады. Ол әртүрлі текті материалдармен дәнекерлеген кезде, қосылатын материалдарды дәнекерлеу барысында линиялық кеңіту коэффициенті бір-бірінен айрықша болатынан байланысты болады. Ол қосылыс ішіндегі компоненттердің бір-біріне қатысты салыстырмалы қалпына үлкен ықпал етеді. Озық практикалар, түтік бөлшектерін қолдану барысында



11.4-сурет. Капиллярлы тарту қосылыс саңылауы енінің бір функциясы ретінде. (Umicore&CoKG компаниясы ұсынған диаграмма, Ханау, Германия.)

кеңіту коэффициенті үлкенірек материал тігісте тура осылай орналасқанын көрсетеді, өйткені жинақтың қапсыру элементі болып табылады. 11.4-сурет тігіс саңылауы 0,05 мм болған кезде, капиллярды толтыру қысымы 200 Мб жуықты құрайтынын анық көрсетеді. Ол атмосфералық қысымның 20% құрайды! Нәтижесінде, тігіс периметрі бойынша сәйкес температура градиенті болған жағдайда, капиллярлық тартылыс күші балқытылған қоспа материалын саңылауды процесс барысында толтыра отырып, сорып алуға қабілетті болатындай жоғары болады. Осы қасиеттің ені 0,20 мм дейінгі барлық саңылаулар үшін күші бар. Алайда, суретте көрсетілгендей, саңылау ені ұлғайған сайын, капиллярлық қысым азаяды.

Міне сондықтан, тиімді капиллярлық ағыс және саңылауларды толтыру үшін, қатты дәнекермен дәнекерлеу барысындағы тігіс саңылауының ені 0,05-тен 0,20 мм диапазонында болу керек. Бұл мөлшерлер диапазоны процеске тез балқитын флюс қосылған қатты дәнекермен дәнекерлеудің кез келгеніне жарамды. Бірақ мұндай жағдайда ені 0,05 мм кем саңылауларды пайдалануға болмайды, өйткені флюстің осы көлемі қыздыру барысында тігістің түйіндес бетінде оксид қабатының ағысын тиімді баяулатуды қамтамасыз ету үшін жеткіліксіз.
Қоспа материалдардың осы тобына арналған дәнекерлеу температурасы, әдетте, солидустың 620 ° С мәнінен (ISO 17672 Тип Ag (серебро) 156 сәйкес қоспа материалымен сипатталады) ISO 17672 Тип Ag (күміс) 130 стандартына сәйкес қоспа материалын пайдалану барысында ликвидустың 775 ° дейін өзгереді. Осы диапазон шегіндегі жұмыс температурасындағы дәнекерлеу материалдарын 550 °С-тан 800 ° С дейін температурада белсенді болатын фтроы бар флюсті пайдаланған дұрыс, ол ҒН10 типті EN1045 стандартына сәйкес. Кейбір жағдайларда, атап айтқанда, тот баспайтын болат немесе вольфрам карбиді дәнекерленген кезде, белсенділігі өте жоғары флюсті пайдалану керек. Іс жүзінде, олар ҒН10 типті EN1045 флюсі, оларға кәдімгі бордың 1% қосылған. Осы мнақты нұсқа ҒН типті EN1045 сәйкес және бордың болуына байланысты олар қоңыр немесе қара флюс ретінде кеңінен танымал.
Тот баспайтын болатты дәнекерлеген жағдайда және соның нәтижесінде алынған қосылыс пайдалану барысында ылғалмен байланысты болатындықтан ҒН12 флюс типін пайдалануға мүлде болмайды! Ол, қыздыру циклі барысында флюстегі бос бор тот баспайтын болат бетінде диффузиялау қабілеті болады, онда ол компоненттермен, никель және хроммен байланысқа түсіп, осы екі элементтің боридтерін құрайтын болғандықтан болады. Ол міндетті түрде болаттың беткі қабаттары

темірге баюына және табиғатта тот баспауына әкеліп соғады. Егер қосылыс кейіннен ылғал әсеріне түсетін болса, болаттың жоғары беті таттанады және қосылыс мерзімінен бұрын бұзылады (9.6.8-бөлімді қараңыз). Бұл жағдайларда тот басу мәселесін белсенді диапазоны 600 ° С-ден 900 ° С-ге дейінгі FH10 типті EN1045-ке сәйкес калий метаборатына негізделген флюсті пайдалану арқылы шешуге болады. Бірақ осы флюс қалдықтары өте қатты, шыны тәрізді және іс жүзінде суда мүлде ерімейді. Соның салдарынан оларды механикалық құралдармен ғана жоюға болады.

2. **Күмісі бар ағысы төменірек қоспа материалдары**

Әдетте, дәнекереу температурасының диапазондары жоғарыда сипатталғанға ұқсас, демек, пайдалану үшін флюстердің сол типтерін пайдалану ұсынылады. Осы категорияға жататын материалдардың балқу температурасының диапазоны әдетті 40 ° С жоғары. Соған қарамастан, осы металдардың бірінің, немесе никель мен марганецтің - екеуінің де балқу температурасы бар кейбір құрамында күмісі бар толтырғыш материалдар да бар. Жоғарыда аталған материалдардың көбіне қарағанда, осындай қоспа материалдардың сұйықтық солидусының интервалы қысқарақ болады, олардың формуласы мынадай, тіпті олар толық балқыған кездің өзінде де олар сусымалы болмайды. ISO 17672: 2010-дағы Ag 351 менAg 449 сәйкес материалдар осындай материалдарға мысал бола алады. Соның нәтижесінде, озық практикаларда тігіс саңылауларының мөлшері 0.10 ден 0.175 мм дейін болады, ол осы материалдардың капиллярлық тартылыс әсерінен ағысының азаю қабілетінің нәтижесі болып табылады.

Кейбір жағдайларда, мысалы, вольфрам карбидін негізгі материалдар арасындағы кеңітудің дифференциалды коэфициенті өте үлкен тот баспайтын болатқа дәнекерлек керек болған кезде, тігіс саңылауы мүмкін диапазондар үстінде болу керек. Бұл жағдайда қосылыстар қоспа материалдарын жеткілікті деңгейде босата алады, ал ол дәнекерді суыту циклі кезінде қосылыстарда пайда болатын ширату кернеуін сіңіру үшін жеткілікті болады.

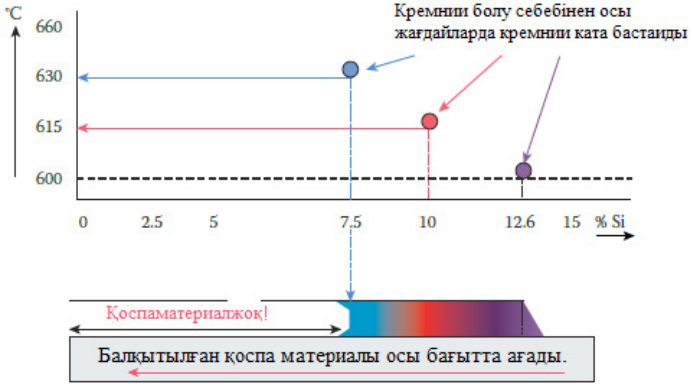
3. Өзара өте қатты әрекет ететін қоспа материалдары

Осы категорияның жарқын мысалы алюминийді дәнекерлеу болып табылады. Негізгі материал құрамы мен қоспа қорытпалары арасындағы ұқсастыққа байланысты, қыздыру циклі кезінде осы материалдардың ішкі диффузиясының мүмкіншілігі жоғары болады, ол қатты дәнекермен дәнекерлеу процесіне маңызды әсер етеді (11.1-кесте).

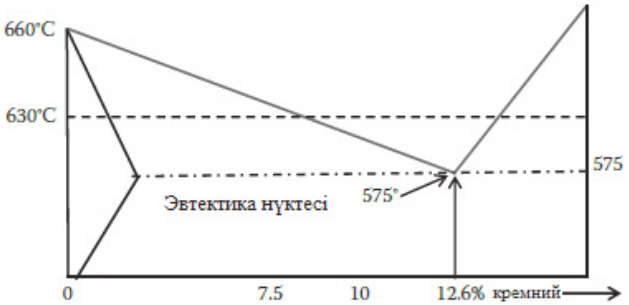
11.5-суретте көрсетілгендей, егер алюминийі көп негізгі материалды дәнекерлеу үшін пайдаланылатын қоспа материалы кремний алюминийінің эвтективті құрамында 12,6% болса, онда қоспа материалындағы кремний біртіндеп азаяды, өйткені ол өзі аққан материалдағы алюминийді ерітеді.

Ол қоспа материалын мерзімінен бұрын қатуға әкеліп соғады (11.6-сурет) және осы мәселені шешу қатты дәнекермен дәнекерлеудың тағы бір негізгі ережесін көздейді:

Егер балқытылған қоспа материалы мен негізгі металды артық ерітуді қатты дәнекермен дәнекерлеу уақыты мен температурасын қатал реттеумен бақылау мүмкін болмаса, зиянды әсерді мерзімінен бұрын қату және эрозия байқалған учаскеде азаю барысында тігіс саңылауын үлкейту есебінен барынша азайтуға болады.



11.6-сурет.Алюминийлі-кремнийқорытпасындағысиликонкөлемініңқатутемпературасынақатынасы



11.5- сурет. Қосарланған алюминийлі-кремнийлі эквилибрум

11.1 - КЕСТЕ
Өзгеріссіз 630 ° С температурада алюминийге бай субстратты балқыту кезіндегі 88% алюминий мен 12% кремний қорытпасын балқыту кезіндегі құрамы мен температура диапазонындағы болуы мүмкін өзгерістер

Қосылыстағы позициясы	Басында	25% кейін	50% кейін	50%+
Қорытпа құрамы	88Al: *12Si*	91Al: *9Si*	93Al: *7Si*	Нөлдік шығын
Балқыту температурасы С°	5	14	48	48 артық
Балқыту температурасыС°	577-582	577-591	577-625	577-630?

(а) 11. 6, 11.7-суреттерді қараңыз

11. 3 Флюс пайдалана отырып, жоғары температурада дәнекерлеу

950 °С, жоғары температурада флюспен ауада дәнекерлеу өте сирек жүргізіледі. Ол, осындай температуралық режимде, тіпті EN1045 FH21 типке сәйкес келетін мамандандырылған жоғары температуралы флюс пайдаланған жағдайда да, флюс өте тез әлсірейтіндіктен болады. Әдетте, оны пайдалану, қоысылыс саласы дәнекерлеу температурасына дейін тез көтерілген және бүкіл дәнекерлеу процесі 15 секундтан тез бітетін жағдайлармен шектеледі.

11.3.1 Крест тәрізді перфораторлар

Маңызды айрықшылардың бірі, вольфрам карбидінің индукциялық дәнекері крест тәрізді перфоратордың жоғарғы бөлігіне бағытталу тәсілі болып табылады (6.1-суретті қараңыз), онда қоспа материалдары купфер-никельді марганецтен немесе купфер-никельді кобальттан келеді. Қоспа металының типіне байланысты, балқыту температурасы 970 °С – 1040 °С шамасында өзгеріп отырады. Линиялық кеңітудің дифференциалды коэфициенті мен вольфрамнан жасалған ендірме мен бұрғы корпусы жасалған болат арасындағы өте үлкен айырмашылық, қосылыста ол дәнекерлеуден кейін суып тұрған кезде салыстырмалы түрде үлкен кернеу пайда болатынын білдіреді. Бұрғы диаметрі қаншалықты үлкен болса, пайда болған кернеу шамасы да үлкен болатыны анық, және осы

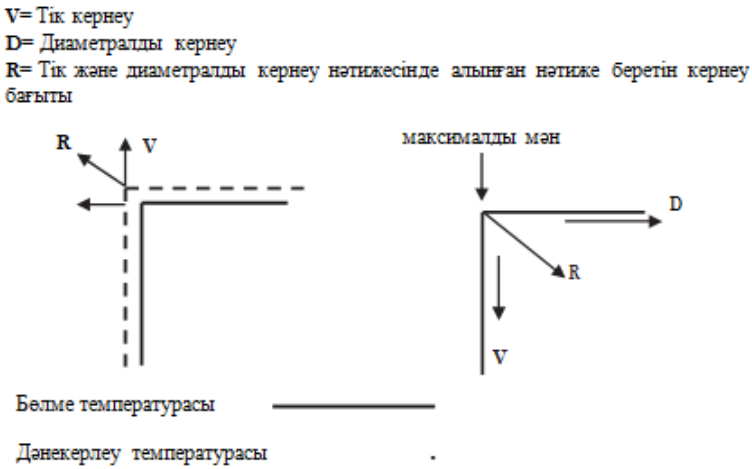
фактор қосылыс саңылауының мөлшерін таңдау үшін өте маңызды болып табылады. Кернеудің максималды мәндері қосылыстың сыртқы шетінде пайда болатынын көрсетуге болады және ол карбидтің жоғарғы бөлігіне бағытталған.

Демек, жарықтарды болғызбастан кернеуді сіңіру үшін, шеткі тігістер барынша жуан болу керек екені анық. Осы талаптан автоматты түрде жинаудың бүйір жіктері басындағы қосылысқа қарағанда айтарлықтай жуан бол керек екені анықталады. Біз 3.6а-с суретінде, кеңу процесі қатты дәнекермен дәнекерлеу температурасына дейін қыздыру кезінде жүретінін бақыладық. 3.б- суретінде, суыту кезіндегі қысылу қосылыстағы қатқан қоспа материалының болу себебінен шектелетіні және карбидтен жасалған ендірмелерде жарық пайда болуына әкеліп соғатыны көрсетілген.

Осындай аспаптарды жасаудың практикалық тәжірибесі, базалық қосылыс жуандығының бүйір қосылысы жуандығына қатынасы бұрғының әртүрлі диаметріне байланысты әртүрі болатынын көрсетеді. Демек, бұрғы диаметріне қарамастан, негіз жігі 0,10 мм жуанырақ және 0,05 мм аз, ал бүйір тігісі 0,10 мм кіші немесе 0,40 мм үлкен перфораторды табу мүмкін емес.

Аспапты пайдалану кезінде карбидтен жасалған ұштық тігінен дірілдейтіні анық. Демек, карбид бұрғылау жүретін жерге түседі, негіз қосылысы өте қатты қысатын күш әсеріне түседі, оның артынан дереу созу күші пайда болады, өйткені бұрғы қатты жерден ытқып шығады.

Бірақ, ытқу, ұштық сол жермен байланыста болмағанда және қосылыста



11.7-сурет. Крестті перфораторда қосылысты созу және қысу.

пайдаланылатын қоспа материалының тығыздығымен ғана ұсталып тұрған қозғалысқа дайын болған кезде болады. Нәтижесінде перфоратор жұмысының режимі, тіпті тұрақты циклді жүктемені қолданғанның өзінде де жүктемі циклі үнемі а циклді екендігін көрсетеді! Осы мәселені барынша азайту үшін, базалық қосылыс өте үлкен болмау керек, ал карбидтің ациклді тік ауысуын сіңіру үшін, аспаптың бүйір жақ қосылыстарында, материал көлемі жеткілікті болу керек.

11.4 Флюсті қолданбай дәнекерлеу

Cu-P қоспа мемалдарымен газ оттығы арқылы қыздырылатын дәнекерлеуден басқа, флюс қолданылмайтын барлық басқа дәнекерлеулер пештерде орындалады, олар дәнекерленетін жерлерді ауаны және басқа зиянды газдарды жою арқылы тотығудан қорғайды. Қорғаныс атмосфераларын кезеңді әрекеттер реторттарында немесе үздіксіз әрекет пештерінде немесе балама ретінде вакууммен қорғаныс деңгейін жақсарту керек болғанда пайдалануға болады. Флюс қолданылатын пештерді пайдаланудың ең көп тараған тәсілінің бірі құрғақ азот атмосферасында коррозияға төзімді флюспен қосылған алюминийді дәнекерлеу үшін Nocolok пешін пайдалану болып табылады. бірақ, оны өз категориясына орналастыру дұрысырақ болғандықтан, ол осы тарауда әрі қарай қарастырылмайды.

Флюс пайдаланылатын дәнекерлеуге қарағанда, флюссіз дәнекерлеу процесінде қосылыс саңылауына түсетін қоспа металына қосылысқа өту үшін кіру барысында балқытылған минералды флюсті итеріп шығарудың қажеті болмайды. Шынымен-ақ, вакуумды дәнекерлеу барысында, анықтама бойынша, ештеңені итеріп шығарудың қажеті жоқ!

Қорғаныс атмосферасында дәнекелеуде газ тәрізді атмосфераның ауысуы қажетті талап болып табылмайды, ал пеш арқылы, атап айтқанда, қосылыстың өзі арқылы газдың ағу жылдамдығы маңызды фактор болып табылады. Бірақ, газ атмосферасының тұтқырлығы балқытылған флюске қарағанда айтарлықтай төмен болғандықтан, және жоба бойынша кейбір қосылыстар, балқытылған қоспа материалының ағысы кезінде толтыруды қамтамасыз ету үшін, желдетуді қажет ететіндіктен, ауада флюспен дәнекерлеуге қарағанда, кедергі қоспа материалының ағысында үнемі айтарлықтай аз. Демек, флюссіз дәнекерлеу барысында қосылыстар эскизінің өте көп мөлшері мен жаңғыруы мен дизайнында үлкен артықшылығы бар жинау әдістері пайдаланылуы мүмкін.

Келесі қағидаттарды сақтау керек:

1. **Дәнекерлеу өнімділігіне қолдау көрсету**
Пеште дәнекерлеу өте күрделі жинақтар үшін пайдаланылады, олардың кезінде көптеген қосылыстар бір мезетте жасалады. Әр жинақта қосылыстар саны көбейген сайын, компоненттер өнімділігі барысында нәтижеліктің бірлескен коэфициенті жоғары болып қалу керек! Бұйымда ақаудың болмауы басты мақсат болу керек!
Өте жоғары көрсеткіш алу үшін, қосылыстар эскиздерін де, ақаусыз дәнекерлеу үшін жинау тәсілдерін де түрлендіру керек.

2. **Дәнекерлеуге практикалық дайындық**
• Жинақтарға немесе олардың пештегі қосылыстарына ішкі қолжетімдіктің болмауы. Барлық бөлшектер алдын ала жиналу керек. Жинау процесінде қоспа материалдарын алдын ала орналастыру тағы бір қадам болуы тиіс.
• Негізгі мақсатқа жету үшін қосылыстар нобайлары абсолютті минималды тиянақтау мен қоспа металын алдын ала орналастыру үшін дұрыс қалыпты талап ететін жинауды нақты сақтауды қамтамасыз ету керек.

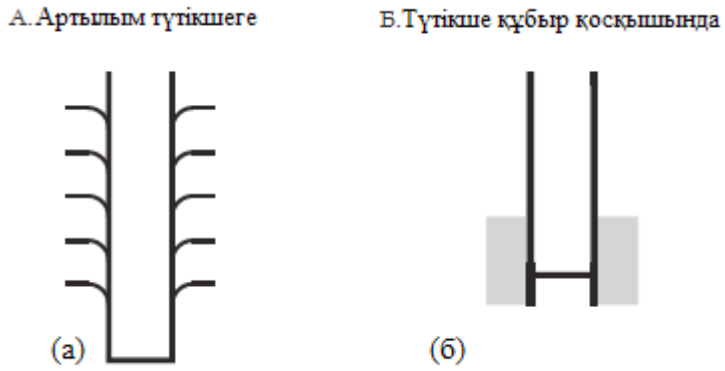
Осы тараудың басында біз пеште дәнекерлеу саңылауларының бірқатар аспектілеріне кездескенбіз, онді әрі қарай осы тарауда біз қоспа материалын алдын ала орналастыруды талқылаймыз.

3. **Пеште дәнекерлеу процесіндегі температуралар диапазоны**
Пеште дәнекерлеудің әмбебап ерекшелігі, индукция немесе ашық отты пайдаланып дәнекерлеу сияқты тікелей қыздыру процесіндегі температурадан оның температура диапазонының айтарлықтай төмендігі болып табылады. Атап айтқанда, жақындау жылдамдықтары (осы тараудың қорытынды параграфтарын қараңыз) көп баяу. Ол, қосылыс алдында сұйық қоспа металын түрлендіруге айтарлықтай ұзақ уақыт кететінін білдіреді. Мысалы, металл негізгі металлмен ағыс барысында балқиды немесе өзара әрекетке түсе алады. Технологиялық терезе кішірейіп, қоспа металының алдын ала орналастырылған екі жерді, сондай-ақ саңылаулар сияқты дәнекерлеудің жалпы параметрлерін бұрынғыдан да мұқият бақылау қажеттілігі пайда болуы арқылы соңғы нәтижеге қол жеткізіледі.
Бұдан әрі қатты дәнекермен дәнекерлеуге арналған саңылаулардың негізгі ерекшеліктері қарастырылады.

11.4.1 Саңылаулар типтері

Флюс қолданбай дәнекерлеу инженерлік жұмыс саңылауларының бірі деп санау қателік болып табылады. Әдетте, қоспа металл өндірушілер саңылаулар ұсыныстарын жариялайды, бұл ұсыныстар бірқатар түсіндірулерді талап етеді. Ең алдымен, флюстер пайдаланылған көптеген дәнекерлеудің флюссіз дәнекерлеуден айырмашылығы қоспа металдар саңылауларға өтпейді. Жеңіл және ауыр тартылыс арасындағы айырмашылық 11.8-суретте көрсетілген.
Сұйық қоспа металдар (мысалы, ИСО 17672 стандартындағы BCU-1, BNI-7 немесе BNI-5) үлкен шамадан бастап бірнеше миллиметрге дейінгі арақашықтықтағы осындай саңылауларға дейін өтеді. Оған қарағанда қоюырақ металдар (мысалы, BNI-2, немесе тіпті BNI-4) да бұрынғыдай өтеді, бірақ қысқарақ қашықтықта – мүмкін, 0,5 мм-ден 1 мм дейін шығар. Ол минералды флюс байланыс саңылауына бірінші болып өтпейтіндігінен болуы мүмкін және ең маңыздысы, оны өз кезегінде балқытылған қоспа металдың қозғалыс фронтымен ауыстырып қажеті жоқ.

Көптеген қоспа материалдар іс жүзінде жарық тартылысына өтеді. Осындай тартылыстар жинау тәсілі ретінде пайдаланылады, бірақ оларды өте абай зерттеу керек, өйткені олардың сипаттасы нақты анық емес. Мысалы, 11.8 а және б-суреттерін салыстырыңыздар. 11.8а-суретте көрсетілген қосылу формасы жақсы жұмыс істейді және көбіне түтікше жинағыштарда артылымдарды орналастыру құралы ретінде пайда-



11.8 –сурет. Жеңіл(а) және ауыр (b) тартылыс арасындағы айырмашылық.

ланылады. Артылымдар өте жіңішке табақтардан жасалған жағдайда, олардың орталық құбырға түсіретін күші өте аз, ал өзара әрекет ету арақашықтығы соған сәйкес үлкен емес. 11.8b-суретінде көрсетілген айтарлықтай үлкенірек өзара әрекет түйісетін беттер әрлерінің қорытындысы мен өлшемдердегі нақты айырмашылыққа, сондай-ақ пайдаланылатын қоспа металл типі мен құрамына әсер етеді.

Екіншіден, қоспа металл өндірушілер саңылау мөлшерлерінің нақты диапазондарын көрсетеді (мысалы, 0,05-тен 0,12 мм дейін), олар конструктор толық қауіпсіздік сақтай отырып жұмыс істеуге болатын шектерді көрсетпейді.Ол, кеңірек саңылау болған кездегі ұзынырақ қосылуға ең жақсы ағыс қажетті болған кезде, қысқа қосылу саңылаудың ең тар мөлшерін ескере отырып сенімді толтырылатын білдіретін шығар. Сондай-ақ саңылау қандай жазықтықта – тік немесе көлденең орналасу, ішінде немесе сыртында орналасқан қоспа материалға қатысты қай бағытта – жоғарыда немесе төменде болу фактісі де үлкен әсер етеді. Диапазон қоспа металдардың балқу ағысының жеке сипатына және жеткізу жылдамдығына да байланысты шығар (11.4.2-бөлімді қараңыз).

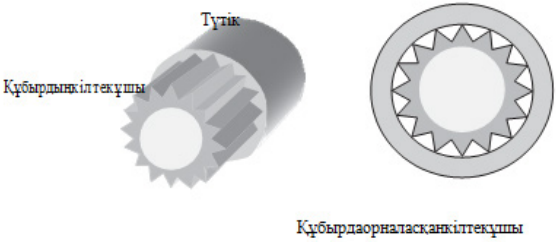
Саңылау мөлшерінің тағы бір аспектісін еске алу қажет. Қосылыстардың көптеген түрлері үшін, қосылатын екі жердің арасындағы байланыс айтарлықтай шектелген эскиздерді пайдаланған дұрыс. Мысалы, кішігірім бөлшектенетін дөңестер қосылатын тесіктердегі құбырларды орталықтандыру және тиянақтау үшін қызмет етеді. Кернердің бірқатар автоматты қысып жабылулары даму баламасын құрайды. Баламаны өндіру үлгісі, 0,1 мм диапазонындағы кері серпілістің тереңдігі жарамдыжеңіл қабырға гофрасын алу үшін пайдаланылады. Аңатын қоспа металл, тіпті саңылаулардың әртүрлі мөлшерін көптеп ұсынғанына қарамастан, шектелген ауыздықталған байланысқа түсетінін естен шығармау керек.

Үшіншіден, егер жоғарыда көрсетілген барлық ескертулер толық түсінікті болса, әсіресе жинаудың жиынтық әдістері дәнекерлеу үшін көлемі жоғары пештерді қолдану үшін дұрысырақ болады деген факт өзінен өзі-ақ түсінікті. Яғни, қосылыс жобалары тән саңылау жинау барысында көбіне құрамдас бөліктерді өлшеу нақтылығына тәуелдігі төмен артылым мөлшерлерін анықтауға көмектеседі.

Тағы бір маңызды артықшылығы, жинақ бөліктері де жинаудың бірлескен технологияларын пайдалану барысында өз бетімен тиянақталатындығы болып табылады!

11.8a-суретінде аздаған араласу арқылы жеңіл металл қосылыстарын пайдалану үлгісі көрсетілген. Ал ауырырақ учаскелер үшін одан да ке-

пілдірек өту керек – қосылыс күші жоғарырақ, ал қосылыстардың өтуі ұзағырақ болады. 11.9-суретте көрсетілген тура домалату тиімді болып табылады, өйткені ол екі үйлесімді қосылыстарды да қамтамасыз етеді, сондай-ақ қоспа металы өту үшін кішігірім арналар құрайды. Әдетте тура қадам 1,0 мм-ден 0,5 мм дейінгіні құрайды. Тура тесік немесе тесік диаметрі доңғалаудың үлкен және кіші диаметрлері арасында болу керек: ең дұрысы орта диаметрге жақын жерге орналастыру болып табылады. Алайда, домалатып қосу қасиеті өте қызық, ол қалыпты қосылыстарға қарағанда рұқсат етілген мөлшерлер айтарлықтай жоғары екендігінде болып табылады. Оның негізінде қосылыс ішіндегі суланған жер қалыпты жерден айтарлықтай үлкен болу фактісі жатыр.



Осы ең үлкен суланған жер бірлескен толтыруды жеңілдету үшін, сондай-ақ қоспа металының ішінара диффузиясын қамтамасыз ету үшін көбірек диффузиялық фракция беру үшін көбірек капиллярлық тартылыс береді. Бұл құбылыс, өндірушілердің ұсынған мөлшерлерге қарамастан, сондай-ақ үлкенірек тесіктерге де жарамды. Домалату қолданудың барлық салаларында пайдаланылады. Мысалы, олар СВВ практикасында 1 х 10-6 мм сын. байқалатын виртуалды ағыстар тудыруы мүмкін. Ол дірілге немесе ауысатын жүктемелерге түсуі мүмкін қосылыстардың шаршаған сипаттамаларын өзгерту себебі болуы мүмкін, және олар көптеген шаршаған сипаттамалармен қатар практикалық сынқтарға да түседі. Құбырларды домалату іс жүзінде мүмкін емес екендігі анық, бірақ осындай нәтижелерге қабылдайтын тесіктің сәйкестендіргішін аздап бекіту арқылы, мысалы, тесіктерді тігу арқылы қол жеткізуге болады. Сондай-ақ осындай ұқсас нәтижелерге жету үшін қысқа келтек жағынан патенттелген манипуляция әдісі де бар.

11.4.2 Пештер пайдаланылған дәнекерлеудің жуық диапазоны

Ол пештегі дәнекерлеуде жиі айтылмайтын пеш пайдаланылған ауыспалы дәнекерлеу. Жақындау жылдамдығы (минутына Цельсий

градусымен өлшенген) - қоспа металын балқытуды бастау (солидус) мен дәнекерлеудің таңдап алынған температура арасындағы қыздыру жылдамдығының айырмасы. Іс жүзінде ол өндірілетін қосылыстың қыздыру жылдамдығы болуы тиіс. Өндіріс жағдайларына байланысты вакуумды дәнекерлеуде жылдамдықтар диапазоны бар, өйткені жүктеменің сырт жағындағы немесе пеш бөлшектеріндегі құрамдас бөлшектер мен қосылыстар ішкі жақта орналасқандарға қарағанда айтарлықтай тезірек қызатын болады. Осы әсер қыздыру элементтерінің инженерлік құрылысқа жақындығымен негізделеді (7.12-сурет).

Тез қарқындар қоспа металдарының ағысын ұлғайтатын және саңылауларды толтыру қабілетін азайтады, ал жеткізу жылдамдығының баяу қарқыны кері процесті қамтамасыз етеді.

Жеткізу жылдамдығы алдын ала таңдап алынған берілген нүктеге жеткен сайын азаятын болғандықтан, бір қисықты екіншісіне салу екі қосымша арасындағы айырмашылықты сезсептеуге мүмкіндік береді. Берілген мәнді ұлғайтуға кейбір аэрокосмостық талаптарда қатаң тыйым салынғанына қарамастан, ол кейбір белгілі жағдайларда өте қажет; мысалы, егер 15 ° С және 10 минуттан кем емес шектеу болса. Ол, егер 4 ° С-5 ° С температура шегіндегі жүктеме ортасына орналастырылған бөлік үшін жеткізу жылдамдығы үнемі үлкен болмаса, қоспа металының тұрып қалуының алдын алады.

Бірақ бұл функция пештің белгілі жүктемесі кезінде құрылыстың басқа бөлшектерінің жоғары жылдамдығына үрей тудырмайды. Іс жүзінде, пеште дәнекерлеу кезінде болуы мүмкін жеткізу жылдамдығының диапазонының мәндер саны үлкен.

Бұзылуға тән жинақтаманың өте үлкен бөлігі, мысалы, үлкен табақты жылу алмастырғыштар минутына градусы үлкен емес жеткізу жылдамдығымен дәнекерленуі мүмкін.

Дәнекерлеудің үздіксіз пештеріндегі жинақтың кішігірім қалыпты бөліктері минутына 30-дан 50-ге дейін және одан артық жеткізу жылдамдығымен дәнекерленуі мүмкін, оның барысында олар қызудың соңғы зонасына кіреді.

Жеткізудің жұмыс жылдамдығы 7° С / мин және 30 ° С / мин арасында болуы өте мүмкін. Жылдамдықтағы айырмашылық өте үлкен емес, ал жеткізу жылдамдығының екі еселенуі немесе екі есе қысқаруы қатты дәнекермен дәнекерлеу нәтижесіне қарағанда үлкен әсер етеді. Атап айтқанда, қосылыстар мен оның саңылауларын дәнекерлеу үшін, осы айырмашылықтар маңызды болады. Оны, өндіріс процесіндегі пеш жүктемесінде нақты не болып жатқанын тіпті анықтау мүмкін емес өте үлкен болатын жеткізу жылдамдығымен дамудың кішігірім үлгілері

дұрыс дәнекерленбеген кездегі қателік барысында жиі бақылауға болады.
Егер жаңа өндірістік бөлшектер үшін жеткізудің ықтимал жылдамдығы әлі белгісіз болсаң оны анықтау үшін айтарлықтай жұмыс жүргізу керек. Автордың жақын досы бірде пеш жүктемесін көрсету үшін, тот баспайтын болаттан жасалған бірнеше тонна сым шыбықтарын «уақытша алған» болатын. Бірінші кезекте, болат бөлшектеріне нақты жеткенге дейін қыздыру жылдамдығы қандай болатынын анықтау керек болды. Бұл эксперимент өте қымбатқа түсті: көлік пен басқа штаттық шығындардан басқа, зерттеудің өзі өте ұзақ болды, сондықтан да ол өте қымбат болды. Бірақ оған қарамастан, ол керек болды: жеткізу жылдамдығы туралы ақпарат менің досыма қыздырудың нақты жылдамдығы бар кішігірім қоғамдық-өнеркәсіп пеші үшін бағдарлама жасауға мүмкіндік берді. Сыни маңызды параметрлер ішінде ол мүдделі компанияға сынақтар мен қателіктер әдісі арқылы:
а. Қоспа металдарының қорытпасы талап етілетінін
б. Дәнекерлеу үшін қоспа металының көлемі талап етілетіндігін
в. Жетуге болатын қосылысқа өту тереңдігін табуға мүмкіндік берді.

Осы мысалдан келесі қорытынды жасауға болады: көптеген жазушылар дәнекерлеу үшін жаңа ережелер жасағысы келгеннен бастап, назарға ең басты ережені алу керек:
Жаңа заңдарды шығару процесінде практикалық сынақтарды ешқашан кейінге қалдырмаңыздар
Бұл нақыл сөз, әрине, қосылыстардың бірлескен эскизін қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін де дұрыс. Ең бірінші, дәнекерлеу заңдарын өте дөрекі, батыл сынақ апталық зерттеу қаншалықты табыс әкелсе, осы зерттеу де соншалықты табыс әкеледі – бірақ екеуі де маңызды рөл атқарады. Әрине, қатты дәнекермен дәнекерлеуді келесі сынау біртіндеп негізделеді, өйткені конструкциялар эскиздері үнемі жаңарады және түрленеді.
Қоспа материалды алдын ала орналастыру қосылыстар жобасымен тығыз байланысты, сондықтан біз осы қатты дәнекермен дәнекерлеу аспектілерінің бірін келесі бөлімде қарастырамыз, атап айтқанда, қоспа материалы алдын ала дәнекерленетін жерлерге тартылған көп қабатты қосылыстарды қарастырған жағдайда. Осындай қосылыстар, әдетте, табақты жылу алмастырғыштарда және ұқсас құрылымдарда болады.

11.5 Дәнекерді алдын ала орналастыру: көпқабатты жалғаным

Осы тараудың басты тақырыбы тігіс саңылаулары мөлшерлерін жасау және бақылау маңыздылығы болып табылады: ол, қоспа металын алдын ала орналастыру дәнекерлеу технологиясын зерттеу кезінде маңызды да мәнді екендігін дәлелдейді. Ол сұрақ, қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін, қоспа металын алдын ала саңылауға орналастыру кезінде пайда болады, демек, технологиялардың осы екі маңызды бөліміне сәйкес келеді.

Технологиялар әлемінде, балқытылған қоспа металл саңылауға қыздыру температура барысында тек капиллярлық тартылу әсерінен ғана кіру керек, деп дәлелдей отырып, осындай рәсімді құзіретсіздік қатарына жатқызатын пікір бар. Мүмкін, бұл мәлімдеменің күші бар шығар, бірақ осы кітаптың мақсаты практикада тексерілген құбылыстарды қарастыру, олардың жемістерін зерттеу емес, теориялық көзқарасты анықтау болып табылады!

Осы тақырыпты зерттеу үшін, бізге осы қосылысты атау керек, және оңтайлы болу үшін, біз оны көп қабатты қосылыс деп атайтын боламыз. Осы қоспа металын алдын ала орналастыру әдісінің маңызды ерекшелігі, металды алдын ала ол дәнекерлеуді бастаған кезде болған қалпын дәнекерлеу аяқталған кезде сол қалпында болатындай етіп орналастыру болып табылады.

Біз көп қабатты дәнекерлеудің үш элементін қарастырамыз:

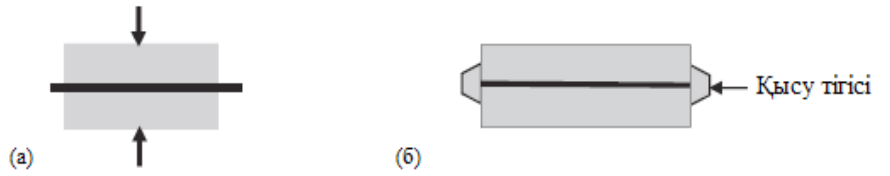
1. Қоспа металын қалыптастыру және қолдану
2. Пеште оңашалау
3. Дәнекерлеу әдісі

Бұдан әрі біз тармақтардың әрқайсысынан бірнеше мысалды қарастырамыз.

Жинау процесінде қосылысқа қоспа материалдарын орналастырудың бірнеше тәсілі бар:

• Қабықша
• Өндірістік процесс кезінде ыстық немесе суық жақындастыру арқылы бір немесе екі жердіде негізгі материалмен жабу
• Қаптау, әсіресе, электрқаптау, қиын жағдайларда пайдаланылатын электрді пайдаланбастан қолданылатын әдіс
• Қосылатын жерге металл ұнтақ себе отырып, отпен күптеу
• Байланыстыратын компоненттерді қолданатын немесе ауыстырғыш линияны пайдаланатын жабысқақ металл ұнтағы.

Сондай-ақ жинау және пешті оқшаулау тұрғысынан көп қабатты қосылыстардың екі түрі бар. 11.10а-суретінде пештің өз салмағымен жүктеме әсерінен фигураны жапқаны көрсетілген. 11.10b-суреті жабылмайды, бірақ толтыру әдетте толықтыру ретінде қосылыс маңындағы толтырғыштың металл қабықшасы қосымша көлемі түрінде жабын салу арқылы жүзеге асырылады. 11.10 б-суретінде қарапайым қосылыс көрсетілгеніне қарамастан, әдетте тұрба құбырлары арматурасы сияқты цилиндрлі қосылыстар осы әдістемені пайдаланып дәнекерленеді, мысалы, қоспа металын қолдана отырып, атап айтқанда жабын салу әдісімен. Ол тиянақталған типті саңылаудың қосылысы, бірақ әдетте осындай қосылыстар кеңіту немесе жылжытуды қысқарту арқылы тартылыспен жиналған. Тұйықталған қосылыстар барысында қоспа металын қолдану тәсілдерінің кез келгенін пайдалануға болады. Алдын ала тиянақталған саңылауы бар қосылыстар барысында жоғарыда көрсетілген тәсілдердің алғашқы үшеуін қолданған дұрысырақ шығар.
Ол қоспалар тығызырақ болғандықтан және жабу қажеттілігі соған сәйкес аз болғандықтан болады.
Қоспа металын қосылыс ішіне енгізу үшін жабынның ерекше түрі бар. Таза күмісті жез қосылысы мен жиналатын қосылыстың түйіндес жерінің біреуіне салады. Қыздыру кезінде 778 ° С температура барысында екі металл шекарасында жез-күміс эвтективті қорытпа құрылуға әкеліп соғатын күміс пен жездің өзара диффузиясы жүреді. Осы техника жоғары сапалы дәнекерлеу қосылыстарын, мысалы, вакуум қабыршығы бар құрылғыларды өндіру үшін қолданылады. Қатты дәнекер және көп қабатты дәнекермен дәнекерлеу әдісі арасындағы өзара байланыс айтарлықтай қоспа металының реологиялық қасиеттеріне байланысты. Флюспен қосылған қарапайым әдісте балқытылған қоспа металы флюс еріп, дәнекерлеу үшін орын тазаланғаннан кейін қосылады. Іс жүзінде балқытылған қоспа металының қозғалатын фронты қосылыс бойынша жоғары және төмен қозғалған кезде флюсті итеріп шығарады. Қалыпты дәнекерлеумен салыстырғанда, көп қабатты дәнекерлеу барысында



11.10. сурет. Көп қабатты қосылыстың екі түрі. (а) жабылатын саңылау, (б) тиянақталған саңылау

қоспа металл мен флюс, егер олар пайдаланылатын болса, қосылыста олар оғанға дейін болып үлгереді. Сондықтан балқытылған қоспа металы флюсті итеріп шығара алмайды. Оған қарамастан, осы тәсіл табысты қолданылады, кейбір тәсілдер төменде сипатталған.
Оған қарамастан, флюс қолданылмаған дәнекерлеу процесінде, атап айтқанда, вакуумда, баяу ағатын қоспа металын пайдалану мүмкіншілігі жоғары, өйткені кішігірім ағыс қажет, ал ол мүлде болмаған жағдайда, бөтен заттарды (газды немесе флюсті) ұстау мүмкін емес.
Балқыту температурасының диапазоны үлкен никель негізіндегі кейбір қоспа металы ликвидус мәнінен төмен температураларда дәнекерленуі мүмкін, және табақты жылуалмастырғыштарға арналған бөлімде сипатталған өте күшті жақсы қосылыстар береді.

11.5.1 Қолдану салалары

1. Вольфрам карбидін дәнекерлеу
Ағысы салыстырмалы түрде жоғары қоспа материалдарын пайдалану барысында, негізгі теорияда кішігірім саңылауларды пайдалану туралы айтылады. Ол қосылыстарда максималды күштің дамуына кепілдік береді. Вольфрам карбидін дәнекерлеу барысында кішігірім саңылау ұсақ қатты қорытылған токарь аспаптары мен бетон бұрғыларды дәнекерлеу үшін жарамды. Алайда, олардан үлкенірек аспаптарға басқа өлшемдер қажет. Ол вольфрам карбиді мен бола бар материалдар арасында болатын кеңіту және қысу мәндеріндегі үлкен айырмашылық себебінен болады. Орташа алғанда, дәнекерлеу саңылау 0,20 мм аз болғанда жақсы қолданылады. Егер одан ендірек қосылыс қажет болса, кернеуді сіңіру үшін, үр металл қосындысынан тұратын мамандандырылған материалдардың бірі пайдаланылады. Қоспа материал жез және купфер-никельді аралық қабаттың екі жағына бекітілген. Қоспа материалының осы формасы барлық жерде үш табақты материал түрінде белгілі (11.11-суретті қараңыз)
Қоспа материалы жуандығының аралық қабатқа қатынасы:
Қорытпаның бір бөлігі – аралық қабаттың бір бөлігіне (яғни 1 : 2 : 1), ол жуандығы 0,75 мм материал үшін, кондициялайтын өнім болып табылады. Осы көлемде қорытпалар қабаттарының жуандығы 0,20 мм жуық болады; балқытылған қалыпта материалдың осындай көлемі капиллярлық саңылауда жеңіл ұсталады.
Жуан тігістер қажет болған жағдайда, дифференциалдың котрактті кернеуінің қолданылатын деңгейлерін бейімдеу үшін 1 : 4 : 1 қатынасты материалдар, ал қиын жағдайларда 1 : 6 : 1 қатынасты материалдар

пайдаланылады. Осы материалдарды бүкіл дүниежүзі бойынша қоспа металдарын өндірушілерден алуға болады.

2. **Табақшалы жылу алмастырғыштар**

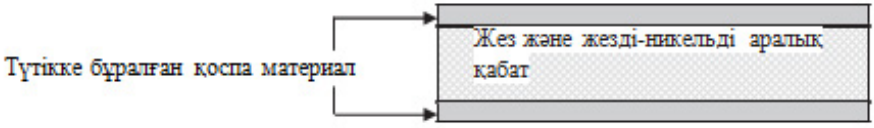
Көптеген табақшалы жылу алмастырғыштар тот баспайтын болаттан жасалған, әсіресе, жылу сұлбалары үшін пайдаланылатындар (Скандинавияда кеңінен таралған), қабықшаның аралық қабаты ретінде қолданылатын жезге дәнекерленген. Никельдің аморфты қорытпасы бар қабықша да пайдаланылады, бірақ қазіргі уақытта осы әдіс өте қымбат болып табылады. Осыдан біраз уақыт бұрын ғана құрамында никелі бар қоспа металдары бүркілетін желіммен де, пастамен де табақшаларға дәнекерленетін. Бүркігіштер мен пасталар қабықшаларға қарағанда табақшалар арасында үлкен саңылаулар жасайды. Осының салдарынан, осы екі әдіс те (пештегі ыстық оқшаулау және, мүмкін қатты дәнекермен дәнекерлеудің өзі) саңылауды сапалырақ жабу үшін тереңірек зерттеулерді қажет етеді. Бірнеше жеткізушілер әзірлеудің осы тәсілі жағдайында қоспа металының ұнтағын сақтау үшін, қатты байланыстырғыштары бар жарамды заттар ойлап тапқан.

Тігістердің жіңішке саңылауларын қамтамасыз ету үшін, пештегі статикалық жүктеменің салынған табақшаларды қысуы өте маңызды. Кішігірім жылу алмастырғыш үшін бас компонентті таразысы бар көп құрамды құбырларды дәнекерлеу қалыпты құбылыс болып табылады. Пеш жабдығының кейбір жеткізушілері қыздырудың бастапқы жылдамдығы толық қуат пайдаланатын ауыр өндірістік жүктememен өте қатты баяулатылған кезде оны жеделдету үшін, конвектуалды қыздырғыш деп аталатын қыздырғыштарды ұсынады.

Тот баспайтын болаттан жасалған жылуалмастырғыштарда тиісті саңылауларға қол жеткізу үшін қатты дәнекермен дәнекерлеу кезінде физикалық қысуды талап ететін гофрленген бұдыраралықтар пайдаланылады. 11,12-суретте бұдыр аралықтары мен көлденең ағысы бар жылуалмастырғыш конструкциясы тәптіштеп көрсетілген.

3. **Жылжымалы жылу алмастырғыштар**

Жеңіл және жүк автомобильдерін өндірушілердің көпшілігі алюминий

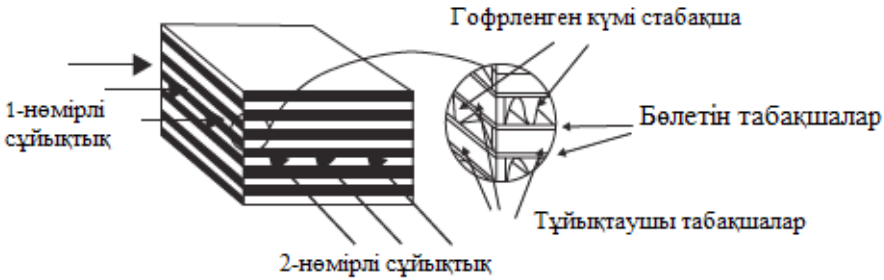


11.11. сурет.Қоспаматериалынынүштікметаллдәнекеріқабықшасынынформаты

радиаторларын және ауаны кондиционерлейтін буландырғыштар сияқты басқа жылжымалы жылу алмастырғыштарды пайдаланады.

Қазіргі уақытта жылу алмастырғыштар үнемі үздіксіз атмосфера жағдайында Ноколок фирмасының пештерінде дәнекерленеді деуге болады. Осы процесте алюминий қоспа металы бар алюминий табақша қаптамасы пайдаланылады. Алюминий табақты жұқарту кезінде қоспа металы бар қаптама (жалатқыш) болып табылады, ал қоспа қабаттары айтарлықтай икемді (тұтқыр), ол композициялық материалға жинар алдында мұқият қалыптасуға мүмкіндік береді. Көптеген қосылыстар флюстің үлкен көлемімен қайта киіндірілген екі орын арасында болады. Суретте жинақ бұйымдарының қарапайым бекітілгенінің көрнекі мысалы берілген.
11.14-суретте осыған ұқсас бұйымдарда көміртекті болатты жезбен дәнекерлеудің ертерек қолданылғаны көрсетілген. Қабаттарға тесіктер жасалады, содан кейін олар тазаланып, мыспен жабылып, жабық жинамаларды қалыптастыру үшін бітеледі, және олар қыздыру пештерінде дәнекерленген. Қоспа металын нақты өлшеу мыстың жаншылған қабаттарындағы жіңішке және нақты бақыланатын мысты пайдалану арқасында мүмкін болды, ол қандай да болмасын ішкі артықшылықтарды болдырмауға мүмкіндік береді: бұрынғы конструкцияларда кейбір қабаттарда кілттер коды болатын ойықтар пайда болатын.

4. **Қоспа металын тығыз никель негізінде қосу**



11.12-кесте. Ағысы көлденең түтікті-табақшалы жылу алмастырғыш конструкциясы. Алюминий жылу алмастырғышының кейбір конструкцияларында осы қағидаттар пайдаланылады

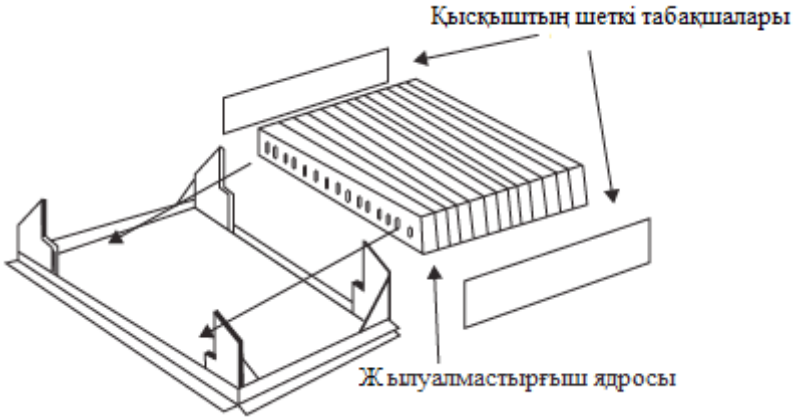
Никель негізіндегі қоспа металдары қосылыстардың белгілі бір түрлерінде тұтқырлықты көтеретінін назарға алу қабылданған. Мысалға жұмыс қысымы жоғары болған кезде таңбаланған қуыстар немесе қабырғалар арасындағы ішкі жіктер бұзылуы мүмкін табақша жылу алмастырғыштарды келтіруге болады.

Осы мәселенің шешімі эвтектика саны салыстырмалы түрде аз болатын никель негізіндегі қоспа материалдарын пайдалану болып табылады, ол қатты фазалардың пайда болуына әкеліп соғады. Бірақ осының нәтижесінде балқыту температурасының диапазоны кең және ликвидус температурасы жоғары және атап айтқанда, дәнекерлеу ағысы баяу және таратылатын қоспа металдары өндіріледі. Басқа сөзбен айтқанда, олар типті қоспа металдары болып табылмайды.

Егер осындай қоспа металдарын алдын ала көп қабатты қосылыстарға орнатса, дәнекерлеу процесін табысты аяқтау үшін, кішігірім ағыс керек, ол аз жойылуға әкеліп соғады. Тот баспайтын болаттан жасалған көптеген жылу алмастырғыштар осы техниканы пайдалана отырып, никель негізіндегі дәнекерлермен дәнекерленеді.

Стандартты диапазондардан ең кеңінен пайдаланылатын қоспа метал типі ISO 17672 Тип Ni 631 болып табылады. Құрамы әртүрлі және балқыту интервалы ұзағырақ бірнеше патенттелген композициялар бар. Олардың көпшілігі ликвидустан төмен температурада дәнекерленеді.

Үздік нәтижелерге жету үшін, қатысатын эвтектиканың үлесін әрі қарай қысқарту үшін, сондай-ақ металлургиялық формасын оңтайландыру мақсатында ішінара диффузияға арқа сүйеген дұрыс, бірақ техника пайдаланудың өте жақсы мысалы болып табылады. Алайда, осы техника

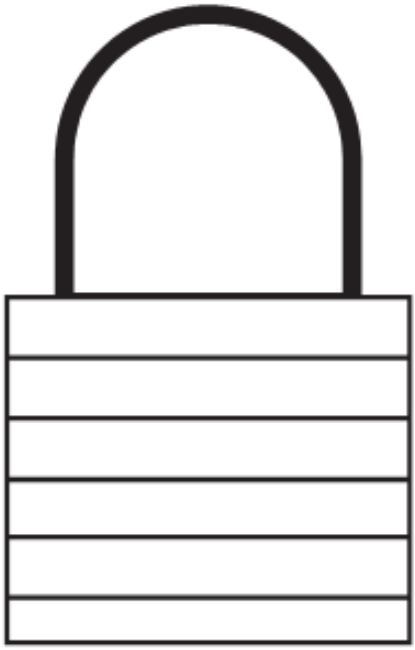


11.13-сурет.Дәнекерлеудегі жылу алмастырғышты қалыпты дайындау.

қатты дәнекермен дәнекерлеу мәселесін шешудің дәстүрлі емес тәсілі болып табылады.

11.5.2 Көп қабатты дәнекерлеу бойынша тұжырымдама

Дәнекерлеу процесінде орындар арасындағы қоспа материалдың осы орналастырылғанына қарамастан, ол конструкцияны пайдалану қауіпсіздігіне ешқандай әсер етпейтінін естен шығармау керек.
Іс жүзінде осы әдіс флюсті қолданбай дәнекерлеуге, атап айтқанда вакуумдық дәнекерлеуге жақсы келеді. Бірақ ол тиісті дағдылар мен болуы мүмкін қиындықтарды жеңу үшін талап етілетін тәжірибе талап етілетін басқа жағдайларда да оны қолдану мүмкіншілігін жоққа шығармайды. Мысалы, вольфрам карбидін қолдану арқылы дәнекерлеу үшін, үш қабатты қабықша мен флюсті пайдалану кезінде, әдетте дәнекерлеу операторы индукциялық қыздыру және жоғары температурада дайындамаларға қолжетімді болады. Ендірмені аздап ауыстыру үшін кішігірім отқа төзімді стержень пайдаланылады, ол кез келген қапсырылған флюсті мықты бекіту және мүмкін жоюды



11.14. сурет Ілінетін құлып үздіксіз тогы бар пештерде мыспен дәнекерленеді

қамтамасыз етеді.
Тағы бір қызықты факт: кейбір патенттелген қоспа материалдар, қалыпты капиллярлы дәнекерлеу барысындағыға қарағанда балқыту диапазоны әлдеқайда ұзақ болатын көп қабатты дәнекерлеу үшін жасалған.

11.6 ҚОСПА МАТЕРИАЛЫН СТАНДАРТТЫ АЛДЫН АЛА ОРНАЛАСТЫРУ

Дәнекерлеу үшін өңделетін бөлшектер пешке салынғаннан кейін қолжетімсіз болғандықтан, қоспа металын дайындамаға алдын ала орналастыру керек. Қоспа материалдың формасы қалыптастырылған шеңбер, білек, қандай да болмасын трассировка немесе паста шаригі сияқты болуы мүмкін. Балама ретінде ол қосылыс ішіне немесе құбыр қосылысының ішкі диаметріне немесе өте жоғары бағаға қосылыстың өзінің ішіндегі жыраға орналастырылуы мүмкін. Нұсқа ретінде ол қабақша тәрізді дәнекерлеу үшін орындар арасына тікелей қойылуы да мүмкін.
Осы тәсіл қоспа металл сыртынан дәнекерленетін газ оттығын қолданатын дәнекерлеуге тура қарама-қарсы тәсіл болып табылады. Ол көбіне қосылыс қыздырылып, қоспа металын қосуға дайын болған кезде пайдаланылады.Бұл жағдайда қоспа металл тез балқып, қосылысты дәнекерлеуді аяқтау үшін ағады. Кейбір пайдаланушыларды қоспа металды ішкі орналастыру үшін қосымша қаржы шығыны қорқытады, бірақ осы әдістің артықшылығы барлық шығындарды өтейді. Флюс қосылысқа қиын келген және оны қоспа материалының ағысымен ауыстырған кезде, жаңғыз мүмкін әдіс 11.15b-суретінде сипатталған әдіс болып табылатыны белгілі. Нақты және арзан патенттелген ішкі дайындық флюсті жоғары да сенімді дәнекерлеу үшін ең жақсы нұсқа болып табылатынын айта кету керек.
YorkshireFitting™ компаниясы жасаған қосылыстарда қоспа материалының немесе дәнекердің тұтас ішкі сақинасы болады. Алайда, оның авторлары, осымен қатар көп көлемде пайдаланылатын жұмсақ дәнекер формасын пайдалану керек, деп санайды. (YorkshireFittingLtd қараңыз, Ұлыбритания.) Жез негізіндегі жинақ ендірілген сақина преформасын алдын ала дайындалған жыраға немесе қуысқа қабылдау үшін жобаланған, флюссіз дәнекерлеудің баламасы жоқ.
Жүктелген қоспа металының негізінде жатқан теория түсінуге жеңіл. 11.15б-суретіндегі қарапайым құбыр қосылысын қарайық. Жылу конвекция немесе оттықтан, қыздырғыш элементтерден немесе ұшқын көзінен болатын дайындаманың сыртқы бетіне ағады.
Жылу температура градиенттері бойынша жүреді, демек, дайындама

бетінің температурасы іштегі температурадан жоғары, әсіресе конструкция екі қабырғалы немесе қаусырылған болса. Температура айырмашылығы, мүмкін, ішкі жылу беруге ықпал ететін флюс жоқ болса, жоғарырақ болады.

11.15а-суретінде, сыртқы беттегі қоспа металының депозиті балқытылған қоспа металын алу үшін конструкция қосылысы қызғаннан бұрын ертерек еритіндігі көрсетілген. Ол, оның балқытылған қалпында, әртүрлі жағымсыз процестер болуы мүмкін ұзақ уақыт бойы статистикалық, белсенді емес қалыпта болуы мүмкін. Егер дайындаманың салмағы аз болса, ал қыздыру жылдамдығы айтарлықтай жоғары болса, онда балқыту мен ағыс арасындағы кідіру ұзақ болмайды. Демек, сапалы қосылыс алуға болады. Кез келген жағдайда, осы орналастыру тәсілі жиі пайдаланылады. Алайда, үлкен, жоғары-термолы салмақты дайындамалармен жұмыс барысында қышқылдану процесіне байланысты жойылу, эрозия салдарынан жақсы нәтижеге сирек қол жеткізіледі. Ағыс толықтығын қосалқы құралдарды пайдалана отырып, ішінен бақылау мүлде мүмкін емес.

11.15б-суреті ішкі орналасудың айтарлықтай қарапайым баламасын көрсетеді. Қоспа металл тек дайындама температурасы дәнекерлеу температурасына тең болған кезде ғана балқитыны анық. Осы себептен қоспа металы ағысының жылдамдығы үлкен және көбіне толтыруға арналған қосылыс арқылы жүргізіледі, нәтижесінде кішкентай және ұқыпты сыртқы тігіс қалады. Тігістер алдын ала орналастырылу нүктесінен жойылған, ол дәнекерлеудің тез ағысы үшін жақсы жағдайды қамтамасыз етеді. Осы тігістердің басты артықшылығы да осында.

11.15в-суретінде қоспа металлға арналған резервуарлары қоспа металл үшін ағыс жолының ұзындығын екі есе қысқарту мақсатында қосылыстың өзінің ортасына орналастырылған құбырлардың маңызды арматуралары үшін жиі пайдаланылатын күрделі орналасу берілген. Қоспа металы флюссіз паста ретінде қолданылған кезде, осындай пасталарға арналған корпус жырасының көлденең қиылысының ауданы тігістің көлденең қиылысының масималды ауданының 2 ½- 3 құрайды.

1.15б-суретінде немесе одан дәнекерлеудің таң қалдырарлық нәтижелері көрсетілген. Мысалдардың бірінде газ турбиналарына арналған жоғары қысымды майлау майы келетін бірнеше жүздеген түтікшелері түтікшелері, фитингтері мен пайдалану барысында ақпайтын және жұмыс істемей қалмайтын ISO 17672 тип Ni 710 нақтылығы жоғары қоспа металының пастасын пайдаланатын 11.15с-суретінде баяндалған ережелер бойынша жасалған. Гидравликалық фитингтер қоспа металл

ретінде жез сымынан жасалған ішкі преформалармен жүктеліп балама дәнекерленеді.

Басқа 11.15в-суретінің сұлбасы пайдаланылған мысалда клапандардың алдын ала дайындалған 200-ден артық қақпақтары табиғи газды жабдықтау жүйесінің криогенді нысандары үшін дәнекерленген. Құбырлар диаметрі 60-тан 80 мм дейін, ал сынақтар сұйық азот ванналарына дірілмен түсіру арқылы жүргізіледі. Автор осы рәсімді нақты сипаттай алмайды және жүргізілген рәсімдер коммерциялық себептер бойынша. Бірақ жинау үшін домалату айтарлықтай ұлғайтылған рұқсаттар мен пайдаланылғаны белгілі.

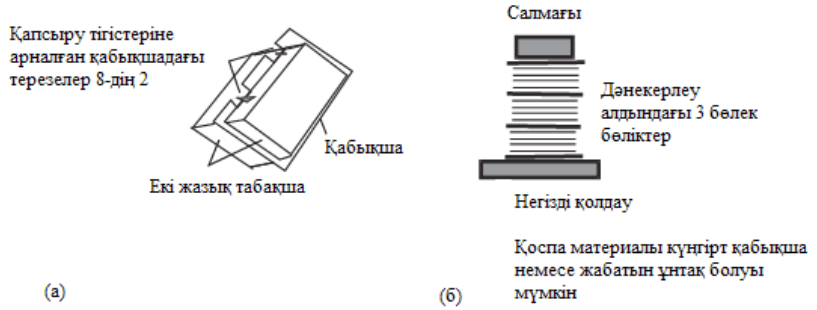
Қосылыста қоспа металын орналастырудың тағы бір тәсілі электролитті байланыс арқылы немесе әдетте аморфты типті қабықша негізінде никель қорытпасы арқылы жасалатын жез қабықша сияқты толықтығыз қабықша пайдалану болып табылады. Екі бөлек процесті бөліп көрсетуге болады. Бірінші жағдайда,дәнекерленетін жерлер ұқыпты жылтырлатылады, әдетте карбидті кремний дөңгелектерімен. Қоспа материаланың кішігірім артық болуын қамтаамсыз ету үшін, қабықша толық енгізілмейді, беттері қысылып, дәнекерлеу алдында бір-біріне дәнекерленеді. Тығыз жинақ дәнекерлеу кезінде жабылмайды, ал жұмыс сапасы мұқият түйісетін жерлерге байланысты. 11.16а-суретінде сипатталған осы әдіс пайдаланылған материалдардың бағасының жоғары болуына байланысты ең шығыны көп болып саналады, және ол газ турбинасы статорының қалақшаларын түйістіру әдісі (ГМТС) ретінде белгілі.

Келесі тәсіл дәнекерлеу температурасы кезінде беттерді бір-біріне дәнекерлеуге мүмкіндік беретін жинақ тәсілі болып табылады. Ең қарапайым әдіс салмақ пештегі ағыстың жоғарғы бөлігіне орналасқан

11.15-сурет. Қоспа материалын алдын ала орналастырудың үш тәсілі. Қоспа материалы(а) түтікшенің сыртқы бетіне орналастырылады, (б) құбырдың ішкі диаметрі, (в) арматура қабырғасындағы бұдырлар

граватациялық әдіс болып табылады. Табақша тәрізді жылу алмастырғышты ірі масштабты өндіру барысында келесі қағидат пайдаланылады: бір үлкен жылу алмастырғыштың табақшалары немесе көптеген бірінің үстіне бірі салынған табақшалар таза салмаққа қысылуы мүмкін. 11.16б-суретте бір салмақ (нетто массасы) толық ағысты қалай үнемді қыса алатыны көрсетілген. Бірқатар өндірушілер өндірістің үлкен көлемін қаттаудың жоғары тиімді әдісін жасап шығарған.

Дәнекерленетін жерлерді қысу кезінде меншікті салмақ әсерінен желім көмегімен жабын ретінде жағылатын қоспа металының қымбат ұнтағын пайдалану мүмкіншілігі пайда болады. Қабықшадан айырмашылығы, ұнтақ қабаттары сондай бір текті емес. Қоспа металдан толық бір текті қабатты алу үшін, қоспа металындағы қуысты болдырмайтын температура барысында беттерді бір-біріне қысу керек, сондай-ақ керемет тегіс болмайтын және бір-біріне жарамды болу үшін сығылған табақшаларды қорғау үшін формасын өзгертуі мүмкін. Белгілі бір қоспа металын пайдалана отырып, толық қосуға қол жеткізу үшін басқа әдістер де қолжетімді болуы мүмкін.
Қорыта келе, дәнекерлеу алдындағы қосылысқа қоспа металын алдын ала жүктеу бойынша осы техниканың жоғары бағасына қарамастан, ол өте нәтижелі екендігін айта кету керек. Теориялық түрде көптеген адамдарда осы әдіс шынымен-ақ капиллярлы дәнекерлеу екендігіне күдік туындауы мүмкін. Оны өте сенімді тігістер жасау үшін пайдалануға болады. Қоспа металы ағысының деңгейі төмен болуына байланысты осы әдісті дәнекерлеу жағдайында ағысы шектелген қоспа металымен



11.16-сурет. Қабықша ұсынылған қоспа материалы болатын жинақ мысалдары.(а) күңгірт қабықшамен жинау (б) салмақты қыса отырып, көп табақшалы жылу алмастырғышпен.

жұмыс істеу үшін пайдалануға болады.
Осы тарауда сипатталған технологияларды қатты дәнекермен дәнекерлеу маманының арсеналындағы өте пайдалы қосымша дағды ретінде қарастыруға болады.
Бірақ, қоспа металды алдын ала орналастыру процесінде оңтайлы нәтижелерге жету үшін, тек флюссіз дәнекерлеуді, атап айтқанда, қыздыру тәсілі ретінде вакуум дәнекерлеуін пайдалану мүмкін екендігін айта кету керек.

РИЗАШЫЛЫҚ БІЛДІРУ

Питер Уолтер, Массачусест (Кембридж) қатты дәнекермен, никель негізіндегі жоғары температуралы қоспа материалдарындағы дәнекерлеудің вакуумдық технологиясының нағыз халықаралық сарапшысы болып табылады, онымен достығымыз қырық жыл бұрын басталған, ол 2006 жылдың аяғында менің жұмысыма типтік емес баға берді. Ол, бұрын ешқашанда дәнекерлеу процесінде қосылыстағы саңылаудың үлкен маңыздылығы айтылмағанын түсіндіріп өтті. Біз осы тарау негізделген бес мақаланың бастапқы жобаларымен бірге жұмыс істедік; өкінішке орай, ол жобаны тура аяқтауға шақ қалған кезде 2011 жылдың басында өмірден озды. Тараудың осы мақаласына дайындау барысында менің оның материалдарын пайдалануға мүмкіншілігімнің болуы, оның осы жоба бойынша жұмысқа қосқан үлесі өте бағалы екендігін көрсетеді!

Глоссарий

А

Қажақты тазалау: Қажақты бөлшектердің басқарылатын ағынының әрекетімен бетін тазалау немесе бұдырлығын беру тәсілі.
Тиісті сапасын (жігін) қосу:барлық белгіленген талаптарды қанағаттандыратын дәнекерленген жігі.
Ацетилен:Ашық жалынмен жанатын сирек иісі бар түссіз көміртекті газ. Оттегімен араласу нәтижесінде бұл жалынды қатты дәнекермен дәнекерлеу үшін қолдануға болады.
Белсенді дәнекер: Инертті атмосферада және вакуумда керамиканың тура дәнекерлеу үшін қолданылатын қоспа материал. Титан немесе гафний мұндай материалдарда жиі белсенділендіруші элементтер болып табылады.
Адаптивтібасқарудықолданымендәнекерлеу:Машинаөнімділігіндегі өзгерістерді диагностикалайтын және диагностикаланатын өзгерістерді жою үшін машина жұмысын түзету үшін қажетті шараларды қабылдау туралы машинаға автоматты түрде бұйрық беруге қабілетті бақылау жүйесімен жабдықталған дәнекерлеудің механизацияланған жүйесі.
Қорытпа:кемінде екі металл элементтен тұратын қатты материал.
Қорытпа ұнтағы:Бір текті балқытылған қорытпадан немесе балқытылған материалдың қатаю өнімінен алынатын ұнтақ.
Жеткізіп салу жылдамдығы:Қатты дәнекермен қоспа материалды дәнекерлеу үшін таңдалған солидустың және қатты дәнекермен дәнекерлеудің таңдалған температурасының қыздыру жылдамдығы (Цельсий градуста бір минутта өлшенеді).
Дәнекерленген: (зат есім) Осы ұғым дәнекерлеу процесі аяқталғаннан кейін бірден бір немесе бірнеше қосылыстардың жай-күйіне жатады.
Жинау:Дәнекерлеп қосуға дейін бірге салынған екі немесе одан көп бөліктер.

Атмосфералық генератор: Пеште дәнекерлеу кезінде белгілі құрылғыда қорғаныш атмосферасы ретінде сәтті қолданылатын газдың белгілі бір түрінің өндірісі үшін арналған жабдық.
Автоматтандырылған дәнекер: Дәнекерлеу процесі бір немесе бірнеше құрылғысы қолмен қосымша бапталатын жабдықтарды қолданумен жүзеге асырылады. Осы құрылғы флюстің, қоспа материалдардың жоғары температурасын жүргізу үшін және одан әрі осы жабдықта дәнекерленетін компоненттерге арналған. Сондай-ақ **Механизацияланған дәнекерді** қараңыз.
Автоматтандырылған дәнекерлеу процесі: Сирек жағдайларды қоспағанда бақылау мен қолмен реттеуді талап етпейтін жұмыс барысында жабдықтар көмегімен жүзеге асыратын дәнекерлеу процесі. Сондай-ақ **Адаптивті басқарылатын дәнекерді** қараңыз.
Орташа ағын жылдамдығы: V (жылдамдық), белгілі уақыт аралығында белгілі қашықтықты өту кезінде параллель көлденең беттері арасында балқытылған қоспа материалдың орташа ағын жылдамдығы. Vшамасы математикалық формуламен беріледі:

$$V = \frac{D\psi \cos\theta}{6\eta S}$$

мұндағы
D = қосылыстың саңылау ені
ψ = қоспа материалдың беткі кернеуі
θ = Өзара әрекет ету бұрышы
η = балқытылған қоспа материалдың тұтқырлығы
S =қоспа материал өтетін қашықтық
(Сондай-ақ **өзара әрекет ету бұрышы**, **қосылу саңылауын** қараңыз)

Жалынның тез өтуі:жалынның шығуын қараңыз
Негіз материал: (зат есім) Басқа материалдың артқы немесе төменгі жағын қалыптастыратын, қорғайтын және бекітетін материал қабаты.
Сфероидизациялау: Дымқыл технологияның ішінара немесе толық жарамсыздығынан негізгі материал бетінде балқытылған қоспа материал немесе флюс шариктерінің түзілуі. Сондай-ақ **Базалық материалды, Қоспа материалды, Флюс** пен **Ылғалды технологияны** қараңыз.
Негізгі материал: Дәнекерлеуге ұшырайтын материал. **Негізгі металл** және **Субстратты** қараңыз.
Негізгі металл: Дәнекерге ұшырайтын металл немесе қорытпа. Сондай-ақ **Негізгі материал** және **Субстратты** қараңыз.

Негізгі металдан жасалатын сынау үлгісі: Толығымен негізгі металдан тұратын сынау үлгісі.
Тіреу плитасы: **Негізгі металдың** баламасы ретінде кейде қолданылатын стандартты емес термин.
Майысуға сынау: Дәнекерлеуден кейін үлгі майысудың көрсетілген радиусына дейін майысатын механикалық сынау.
Байланыстырушы зат:Қоспа металл ұнтағы шығын пастасын түзу үшін бір бірімен араласатын; немесе дәнекерлеу арқылы жасалатын қосылыста оларды кейін қолдануды жеңілдету үшін белгілі қатты пішінге сығымдалатын зат.
Электр көрпесі бар дәнекер: Жылу көзі иілімді, жылуға төзімді электр көрпесімен ілесетін дәнекерлеудің мамандандырылған процесі.
Тазалау:Қажақты тазалауды қараңыз.
Тұтас қосылыс:Қосылыстың бірде-бір бөлігі қаруланбаған көзбен көрінбейтін қосылыс типі.
Көпіршік:Кейде «ұсақ тесіктілік» ұғымымен бірге қолданылатын стандартты емес термин.
Дәнекерлеу түтігі:Дәнекерлеу түтігін дәнекерлеуді қараңыз.
Байланыс:Иондық байланыс және **Металл байланысын** қараңыз.
Ажыратқыш:Сұйық қоспа материал мен қатты негізгі металдың өзара әрекетінің нәтижесі болып табылатын қосылыстардың түзілуін сипаттау үшін қолданылатын термин.
Бөтелке:Газ баллонын белгілеуге арналған стандартты емес термин.
Дәнекер: (зат есім): Капиллярлық тарту әрекеті есебінен шектес тығыз-түйіспелі беттері арасында балқитын, ағатын және ұсталынатын қоспа материалдың температурасы едәуір артатын температураға дейін жинақтауларды қыздыру жолымен материалдарды қосу. G.1-суретті қараңыз.
Дәнекерлеу: (етістік): дәнекерлеу процесі
Дәнекерленетін бөлшектердің жанасу беті:Дәнекерлеуден кейін қосылыста негізгі металл мен қоспа материал арасындағы шекара.
Дәнекерлеу-пісіру:Қосылыстың түзілуі үшін қоспа материал капиллярлық тартуды немесе негізгі металдың балқуын қолданбай қосылысқа салынатын жинау процесі.

G.1-сурет.Дәнекерлеудің негізгі қағидаттары.

Дәнекерленушілік: Болжамды қолдану жағдайында пайдалануға болатын пішінді құру үшін нақты ерекшелік талаптарына сәйкес дәнекерлеуге ұшырайтын материал қабілеті.
Дәнекерленген қосылыс: Дәнекерлеу процесінде жүзеге асырылатын қосылыс.
Дәнекерленген бұйым: Термин дәнекерлеу процесіндк алынған жинақтауларды белгілеу үшін АҚШ-та жиі қолданылады.
Дәнекерленген паста: Қоспа материал пастасын белгілеуге арналған стандартты емес термин.
Дәнекерші: Дәнекерлеу процесін орындайтын және басқаратын қызметкер. Сондай-ақ **Дәнекерлеуші операторды** қараңыз.
Дәнекерлеу:Қосылысты құру үшін талап етілетін қоспа материалдың ликвидусын едәуір арттыратын температураға дейін оларды қыздыру жолымен материалды қосуға арналған термиялық процестер тобы. Процесс 450 ° С жоғары, бірақ қосылатын материалдардың балқу нүктесінен төмен температура кезінде өзгеріссіз өтеді. Қоспа материалдың балқытылған қоспа материалдың беткі тартуына байланысты қосылыстың тығыз жатқан түйіспелі беттері арасында бөлінеді және ұсталынады.
Дәнекер:Қоспа материалдың дәнекерін белгілеуге арналған стандартты емес термин.
Дәнекерлеу кабинасы:Ауа ағыны дәнекерлеу станция(лары)сы арқылы өтетін және бұл ретте буланды, газды және ұсақ қатты бөлшектерді қауіпсіз жоятын механикалық желдетілетін жартылай жабық жұмыс саласы.
Қоспа металл: Қыздыру сатысының алдында не дәнекерлеу процесіндегі қыздыру сәтінде қосылысқа қосылатын таза металл немесе металл қорытпа. Қоспа материалдың 450 ° С жоғары солидус температурасы және қосылатын материалдардың температурасынан төмен ликвидус температурасы болады, **Дәнекерлеу қабықшасы, Қоспа материал пастасы, Дәнекерлеуге арналған ұнтақ, Қатты дәнекер шыбықшасы, Қатты дәнекер табағы, Дәнекер төсемшесі, Дәнекер лентасы, Сым түріндегі қатты дәнекер**.
Қоспа материал пастасы: Бейтарап байланыстырушы затпен үйлесімділікте қоспа металдың өте ұсақ ұнтақтан тұратын паста түріндегі қоспа.
Дәнекер флюсі:Қорытылған түрінде қосылу процесінде олардың алдын алатын және қосылуға жататын беттерінде болатын қолдағы оксидтерді немесе басқа зиянды таспалардың жұмсартуға ықпал етеді.Шындығында флюстің балқуы және қоспа материалдың солисуидынан шамамен 50

° С төмен температура кезінде беткі оксидтер балқи, ери бастауы және 50 ° С –қа қоспа материалдың ликвидусын арттыратын температура кезінде белсенді қалуы тиіс. **Флюсті** қараңыз.

Дәнекерлеу пленкасы:қалыңдығы 0,20 мм немесе одан аз болатын жұқа беті түрінде қоспа материал.

Дәнекерлеуші оператор:Автоматты, жартылай автоматты және механикалық жабдықтарды басқаратын адам.

Дәнекер пастасы:Қоспа материал пастасын белгілеуге арналған стандартты емес термин.

Дәнекерлеуге арналған ұнтақ:қоспа материал.

Дәнекерлеу рәсімі:Дәнеркерге ұшырайтын жиналымның сапалы өндірісі үшін қолданылатын дәнекерлеу әдістері мен кезеңдерінің жазбаша детальдері. **Дәнекерлеу рәсімінің ерекшелігін (ДРЕ)** қараңыз**.**

Дәнекерлеудің біліктілік есебі (ДБЕ):Дәнекерлеудің тиісті өнімін алу үшін қолданылатын ауыспалылар туралы жазбаша есеп және дәнекерлеудің біліктілік есебімен өткізілген тәжірибелік сынау нәтижелері.

Дәнекерлеу рәсімінің ерекшелігі (ДРЕ): Бұл дәнекердің нақты рәсімнің нәтижесінде тұрақты сапаға қол жеткізу үшін сақтау қажет дәнекерлеудің нақты операциясының рәсімдік бөлшектерін анықтайтын жазбаша құжат.

Қатты дәнекер шыбықшасы:Түзу кесіндіде жеткізілетін қоспа материалдың қатты пішіні. Соған қарамастан, кейбір жағдайларда материал флюспен жабылуы мүмкін немесе флюстің ішкі білігінен тұрады.

Қатты дәнекер табағы:Дәнекерлеу қабықшасына ұқсас, бірақ қалыңдығы 0,20 мм асатын материал.

Дәнекер төсемшесі:Дәнекерлеуге арналған қабықшаның немесе табактың стандартты емес термині.

Дәнекер лентасы:Ұзын, бірақ тар дәнекерлеуге арналған қабықшаның немесе табактың пішіні.

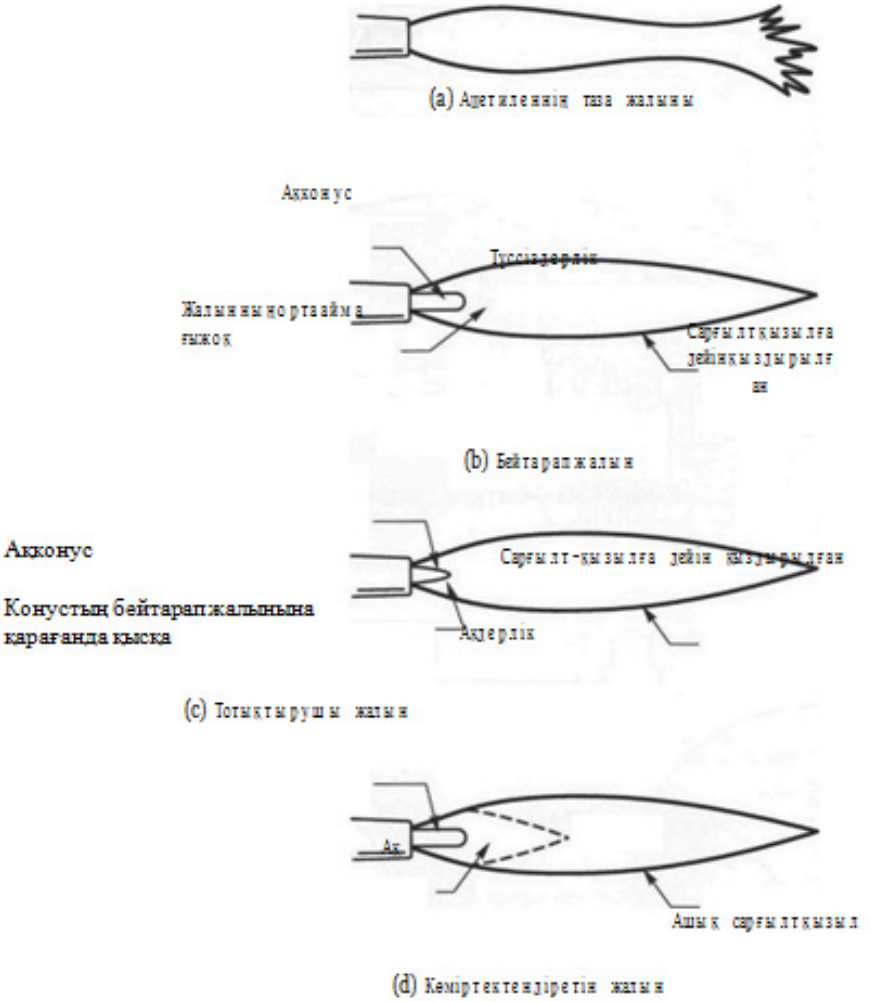
Дәнекерлеу техникасы:Дәнекершінің немесе **дәнекерлеуші операторды**ң бақылауымен дәнекерлеу рәсімінің бөлшектері.

Дәнекерлеу температурасы:Қоспа материал негізгі материалдың бетін суландыратын немесе сұйық фаза олардың арасында тұрақты байланысты орнату үшін екі қатты материалдар арасында металл диффузиямен басқарылатын температура; мысалы, күміс пластиналы мыс беті оттегісіз ортада 778 ° С температура кезінде мыстың басқа кесектерімен тікелей байланыста табылғанда.

Дәнекерлеу сымы:Орам немесе шарық ішінде орауыш түрінде жеткізілетін қоспа материалдың қатты немесе флюсте негізделген пішіні.

Қоламен дәнекерлеу: Стандартты емес термин кейде дәнекерлеп пісіру

1.2-кесте Шетінің шетіне жіктік қосылысы



G.3-сурет.Жалын сипаттамалары

сипаттамасы ретінде қолданылады.
Жіктік қосылыс: Бір немесе одан артық жұмыс бөліктерінің жіктік ұштары шамамен бір жазықтықта тегістелетін қосылған құрылымы. G.2. N.B-суретті қараңыз: Мұндай типті қосылыстар қолдануға ұсынылмайды.
C:
Капиллярлық әрекет:Дәнекерлеу уақытында тығыз жатқан қосылыстағы саңылаумен сұйық қоспа материалға қосылған бөліктері арасындағы саңылауға тартылуы мүмкін күш сапалы қосылыс үшін олардың түйіспелі беттерінің арасында оны бөледі. Бұл әрекет тіпті ауырлық күші заңдарына қарсы жасалуы мүмкін.
Қалпына келтіруші жалын: **Көміртектендіретін** жалынды анықтауға арналған стандартты емес термин.
Көміртектендіретін жалын: Оттегі мен көміртегінің құрамын азайтатын газ жалыны көміртекті газдың артылуынан тұрады, бұдан конус айналасында және шегінен тыс орналасқан аймақ көміртегімен бай екені шығады. G.3-суретті қараңыз.
Жалатпалы материал:Дайындау процесінде бір немесе екі жағынан қоспа материалмен қапталған металл табақ. Жалатпалы материал нәтижесінде токарь құралдарының беткі бөлігіне қойылатын вольфрам карбидінің қосылысы ретінде екі жағынан пластиналы жалатуды қолданудың көрнекі мысалы болып табылатын дәнекерлеу бұйымдарының өндірісі кезінде құрылымдық материал ретінде қолданылады.
Байланыс бұрышы: Негізгі металл бетінде жататын балқытылған қоспа металдың глобул бетіне жанама өтеді. Осы бұрыштың мәні (θ) неғұрлым аз болса, соғұрлым негізгі металл бойынша жұмсартуға және бөлуге балқытылған материалдың қабілеті көбірек болады. G.4-суретті қараңыз.
*Мыспен дәнекерлеу:*Пештің қалпына келтіру атмосферасында болатты дәнекерлеу кезінде қоспа материал ретінде мысты пайдалануды белгілеуге арналған стандартты емес термин.
Бұрыштық қосылыс:Бір немесе бірнеше өңделетін бөлшектердің жіктік және жіктік емес ұштары бір біріне перпендикуляр сәйкес келетін біріктірілген дизайны. G.5b-суретті қараңыз.
Коррозиялық-белсенді флюс:Қалдықтары дәнекерлеу рәсімін аяқтау кезінде дәнекерлеу жинақтауларынан жойылуы тиіс флюс, себебі атмосфералық ауамен байланыс кезінде олар гидролизге беріледі, бұл олар байланыста табылатын жинақтаулар бөліктерін коррозияға әкеледі.
Сілтілі коррозия: Фазааралық коррозияны белгілеуге арналған

стандартты емес термині.

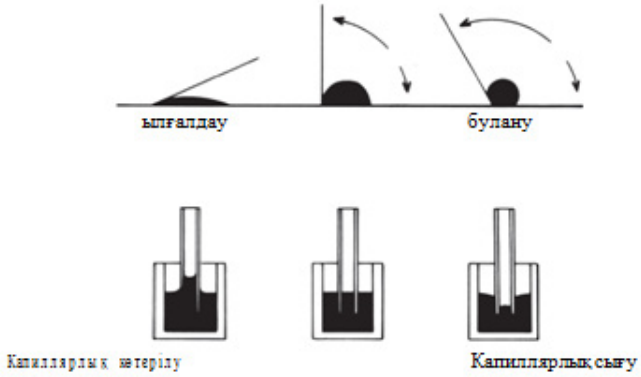
Мысты қолданумен дәнекерлеу: Осы процесс 1990 жылдары әзірленді, мақсаты шамамен 650 ° С температура кезінде пештің қорғаныш атмосферасында мыс-латун жылу алмастырғышты дәнекерлеу болды. Осы процесте қолданылатын балқытылған негізгі материалдың 300 ° С жоғары температурасы кезінде жұмсартылатын мыс пен латуннан жасалған стандартты материалдардан айырмашылығы дәнекерлеу уақытында қатаяды. Негізгі материалдың қатаюына әсер ететін қасиеттерді қолдау үшін біртекті қосылыстар үшін қолданылатын күміс, мыс және фосфордан тұратын қоспа материалдар топтарымен жұмыс істеу үшін қарастырылған ең төмен дәнекерлеу температурасы таңдалынады. Сондықтан, 590 ° С-610 ° С балқу диапазонымен 590 ° С-610 ° С байланысқа негізделетін жаңа қоспа материал процестің техникалық талаптарын қанағаттандыру үшін әзірленеді.

Цикл уақыты (автоматтандырылған дәнекер): Бұл бір жұмыс станциясынан келесіне құрастырымның қозғалысын және машина жүйелі көрсеткіштер арасында тыныштық күйінде табылатын уақытты үнемі көрсететін дәнекерлеуге арналған машинаның шығындалған жалпы уақыт.

Цилиндр: Газ цилиндрін қараңыз

D

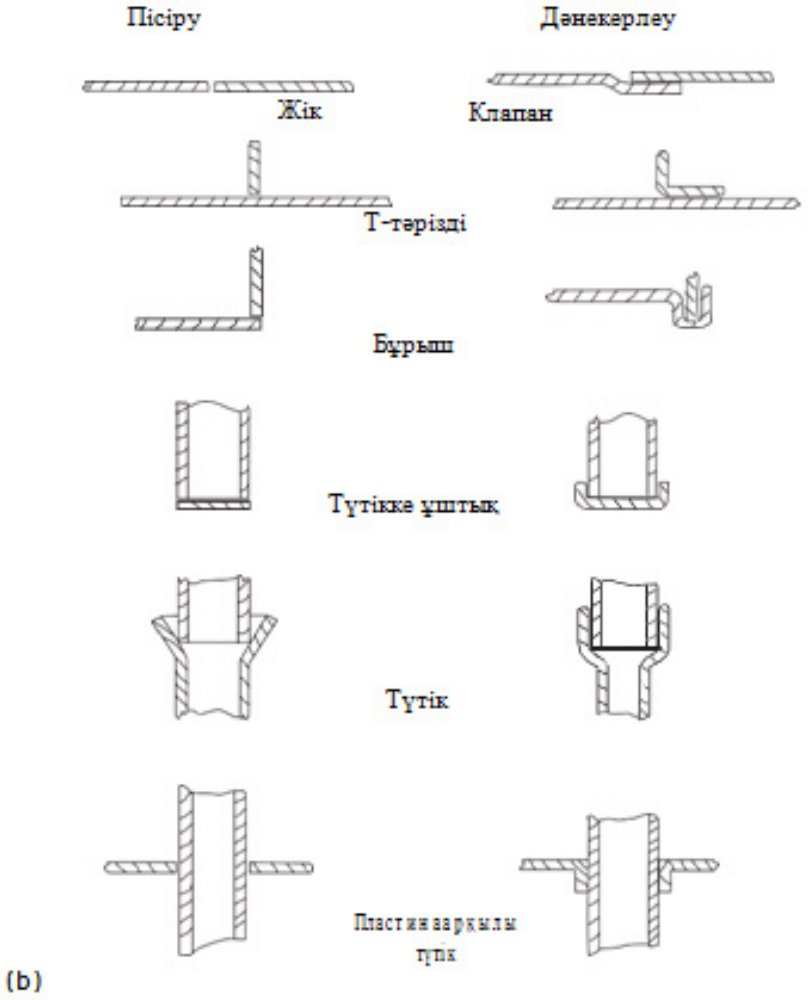
Ақау:Өзінің мәні бойынша бір немесе бірнеше ажыраулар нақты мақсатта пайдалану үшін өнімнің бөлігін немесе барлығын жасайды. Осы термин дәнекерлеу аяқталғаннан кейін қосылыстарды тексеру кезінде қолданылады және көрсетілген жинақтаулар жарамсыз деп



G.4-сурет. Байланыс бұрышы

танылатынын түсіндіреді. **Ажырау сызығы** және **Жарықтарды** қараңыз.

Балқытылған металл:Дәнекерлеу рәсімі уақытында қосылатын қоспа металл.



5-сурет.Қосылыстар нобайы.

G.1-кесте
Дәнекерлеу үшін арналған пеш атмосферасындағы су құрамының конденсация нүктесінің, температураның қатынасы

Конденсациян үктесі	Конденсация нүктесі	Буланатын судың құрамы
(°C)	(°F)	(ppm)
–90	–130	0.092
–80	–112	0.562
–70	–94	2
–60	–76	11
–50	–58	40
–40	–40	130
–30	–22	380
–20	–4	1000
–10	+14	2700
Zero	+32	6000

Конденсация нүктесі:Атмосферадағы су буы су тамшысының түзілуімен конденсацияланатын температура. G.1-кестені қараңыз.
Булану: Бастапқыда қоспа металл материал беті бойынша бетін алдын ала теріс тазалаудан, флюстің жеткіліксіз санынан немесе қоспа материал табылатын бетінің оқшауланған қызуынан өтетін негізгі материалдың беті бойынша суланбаған салаларында арашықтардың түзілуі.
Мырыштандыру:Күміс үлесі кемінде 43% құрайтын қоспа материал құрамында мырыш және күмісті қолданумен дәнекерленген кез келген қосылыстан мырыштың басым еруі. Бұл қосылыстар судың әсеріне, атап айтқанда пайдалану процесінде теңіз суының әсеріне ұшырайды. Егер кадмий қоспа материалында болса, минималды құрамы мырыштанудан қорғауды қамтамасыз ететін 50% құрайды.
Дифференциалды термиялық кеңею:Қосылыс компоненттерінің жылумен кеңею коэффициентіндегі айырмашылықтардан немесе дәнекерлеу процесінде өңделетін бөлшектер немесе жинақтаулар шегінде жылу градиенттердің болуына байланысты туындайтын өлшемдік әсерлер.
*Диффузиялық желімдеу:*Дәнекерлеу диффузиясын анықтауға арналған стандартты термин.
Диффузиондық дәнекерлеу:Негізгі материалдардың қасиетіне жуық

қасиеттерге ие болатын қосылыстар алу мақсатымен негізгі металдарға диффузияланатын қоспа материалды немесе жергілікті басқарылатын сұйық фазаны қолдануды түсіндіретін дәнекерлеу процесі. Құрастыру уақытында қысымды қолдану міндетті фактор болып табылмайды. (Әсіресе осы рәсім алғаш рет Месопотамияда алтын әшекей заттарды дайындау үшін 5000 жыл бұрын қолданылды.)

Батырумен дәнекерлеу:Қыздыру көзі балқытылған материалы бар ванна болып табылатын дәнекерлеу процесі химиялық заттардың қоспасын көрсетеді. Бұл процесс қазіргі уақытта тек өте сирек жағдайларда ғана қолданылады.

Ажырау нүктесі:Механикалық, металлургиялық немесе физикалық сипаттамаларда біртектіліктің болмауы сияқты материалдың қарапайым құрылымын үзу. Ажырау нүктесі үнемі ақау болып табылмайтынына назар аударыңыз. **Ақау** және **жарықты** қараңыз.

Еру:Қоспа материалдың негізгі металының еруі немесе керісінше!

Кідіріс уақыты (автоматтандырылған дәнекер): Дәнекерлеудің автоматтандырылған жүйесіне көршілес жұмыс станциялары арасында жинауды үнемі белгілейді, бұл кезеңде машина келесі индекстер арасында тыныштық күйінде қалады.

Е

Электрлік дәнекерлеу: Доғалық, индукциялық дәнекер және кедергісі бар дәнекер үшін қолданылатын қыздыру процесін белгілеуге арналған стандартты емес термин.

Электрод:Кедергімен дәнекерлеу проценсінде ток өткізетін материал ток ағыны қосылысты дәнекерлеу үшін қажет жылу мөлшерін жасайтындай құрылғымен байланысқа түседі.

Электронды-сәулелі дәнекерлеу:Жылу көзі электрондар шоғыры арқылы қамтамасыз етілетін дәнекерлеу процесі.

Эрозия:Негізгі металл балқытылған қоспа материалмен ішінара еритін жағдай.

Эвтектикалық қоспа:Бірыңғай балқу температурасы (яғни, нақты материалдың солидусы және ликвидусының температурасы ұқсас) болатын қоспа материалының кез келген қорытпасы.

Экзотермиялық дәнекерлер: Жылу көзі экзотермиялық химиялық реакция арқасында ұсынылатын дәнекерлеу процесі. Мұндай жағдайларда қоспа материал салдарында экзотермиялық реакция көрсететін химиялық заттарда болатын және ұнтақ түрінде жиі кездеседі.

F

Түйісетін беті: Термин дәнекерленуі тиіс басқа бөлшектермен тікелей жақындықта немесе байланыста табылатын дайындаманың күңгірт бетін белгілеу үшін АҚШ-та кеңінен қолданылады. Бұл термин «түйіспелі бетіне» алмасады және қолданыстан жиі шығады.

*Беру жылдамдығы:*Алдын ала қыздырылған және ағымдағы уақытта дәнекерлеуге үшін станцияда орналасатын жинақтауға қоспа металдың сымдарын дәнекерлеу үшін машинаны кідіріс уақытында автоматты қолдану жылдамдығын білдіретін стандартты емес термин.

Қоспа материал: Металл материал дәнекерленген қосылысты жасау кезінде қосылуы тиіс. Сондай-ақ, Дәнекерлеуге арналған қоспа материал, Қоспа материал, қоспа материал ұнтағы сияқтыларды қараңыз.

Қоспа материал ұнтағы:ұнтақ түрінде қоспа материал.

Жік:Температураны қолданумен дәнекерлеу процесін оны салқындатқаннан кейін қосылыс сағасына ойыс пішінді қатты қоспа материал учаскесі.

Жалынмен қыздырып дәнекерлеу:Дәнекерлеу үшін жылу көзі ретінде жалынды пайдалану. Сондай-ақ Отын газын қараңыз.

Жалынды тарату жылдамдығы:м/с өлшенетін жалын жанатын жылдамдық шамасы. **Жалынды тарату жылдамдығын** қараңыз.

Ағын бағыты:Қосылысты дайындау процесінде өтетін материал ретінде балқытылған қоспа материал маршруты.

Флюс:Балқытылмаған түрде дәнекерлеу арқылы қосылуы тиіс және қосылу операциясы уақытында олардың қайта түзілуінің алдын алуы тиіс беттерінде болатын оксидтердің немесе басқа зиянды қабықшаны жою жолымен негізгі металл беттерін жұмсартуға ықпал ететін металл емес материал.

*Қату нүктесі:*Салқындату кезеңі уақытында ликвидус пен дәнекерлеу процесін қыздыру кезеңінде солидус пропорцияларымен байланысты қолданылатын стандартты емес термин.

Отын газы:Ауамен немесе оттегімен араластыру кезінде тұтанатын және жалынмен қыздырып дәнекерлеу кезінде жылу көзі ретінде қолданылатын кез келген жанатын газ. Сондай-ақ **Жалынмен қыздырып дәнекерлеуді** қараңыз.

Пеште дәнекерлеу:Пеште дәнекерлеу температурасына дейін дәнекерленетін бөліктері қыздырылатын дәнекерлеу процесі.

G

Газ жалынымен қыздырып дәнекерлеу:Газ жалынымен қыздырып дәнекерлеуді анықтауға арналған стандартты емес термин.
Газ цилиндрі:Сығылған газды тасымалдау және / немесе сақтау үшін қолданылатын тасымалды контейнер. **Бөтелкелерді, Цилиндрлерді** қараңыз.
Газ генераторлары:Тот баспайтын болаттан дәнекерлеу үшін арналған қалпына келтіруші атмосфераның тоқтаусыз конвейері бар пештерде қолданылатын сутегі, газ өндірісіне арналған жабдық.
*Газ қалтасы:*Қосылыстағы кеуектілікті анықтауға арналған стандартты емес термин.
Газ қысымын реттегіш:Берілген тұрақты қысым кезінде газ берілісін басқаруға арналған құрылғы.
*Газ жанарғысы:*Жалынды қыздырып дәнекерлеу кезінде жылу көзі ретінде құрылғының қолданысын анықтауға арналған стандартты емес термин.
Газ сорғыш:Дәнекерлеу көмегімен қосылуы тиіс пештегі бөлшектерді дәнекерлеу температурасына оларды жақындату шамасы бойынша вакуумды пеш ішіндегі оттегі мен азот сияқты қалдық газдардың ізді мөлшерін жою үшін қолданылатын металл (титан, цирконий немесе магний сияқтылар).

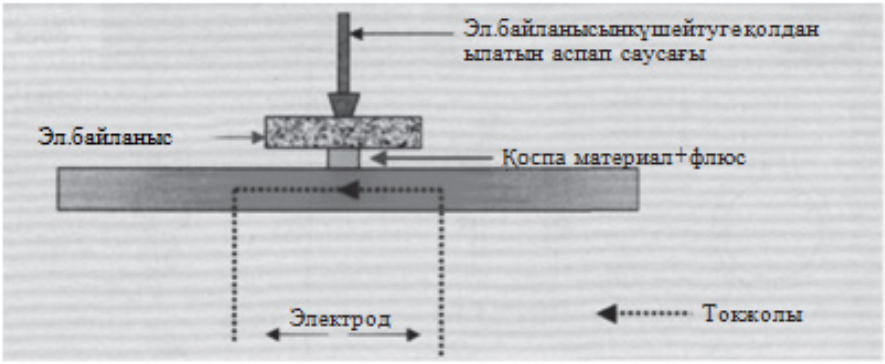
Н

Қолмен дәнекерлеу: Стандартты емес термин қолмен дәнекерлеуді анықтау кезінде қолданылады.
Жылуды жеткізіп салу:Дәнекерлеу уақытында дайындамаға қолданылатын энергия. **Жылуды жеткізіп салу жылдамдығы:**Бөлме температурасынан дәнекерлеу температурасына дейін арттыру кезінде жылудың бұрып әкетуді, қажетті компонентті немесе қосылысты өлшеу.
Термограмма:Қоспа материалының балқу жағдайында ол сапалы қосылыс үшін талап етілетін бағытта өтуіне кепілдік беру мақсатымен талап етілетін градиенттің дамуы.
Температураны бөлу картинасы: Жылу көзі сапалы қосылыс өндірісін қамтамасыз ету үшін өңделетін бөлшектегі температураның сәйкес градиентінің өндірісі үшін құрастыру процесінде жылуды қолдануы тиіс картина.
Қыздыру уақыты:Дәнекерлек температурасына дейін қоршаған орта температурасынан нақты қосылысты немесе құрастырымды қыздыру үшін қажетті уақыт.
Жылумен әсер ету аймағы:Механикалық беріктігі немесе микроқұрылымы дәнекерленген қосылыс өндірісіне әсер ету мақсатымен

өзгеретін бастапқы материал бөлігі.
Сутегімен дәнекерлеу: Сутегі атмосферасында дәнекерлеуді сипаттау үшін қолданылатын стандартты емес термин.

I

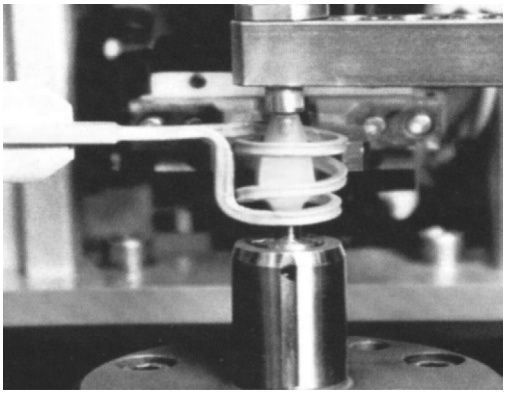
Қосу:Дәнекерленген қосылыстың қатайған қоспа материалында металл оксидінің флюсі сияқты қамтылған бөтен қатты материал.
Жанама кедергісі бар дәнекерлеу: Дәнекероенетін, бірақ қолданылатын ток қосылыс арқылы тікелей берілмейтін қосылыстың элект қызуы үшін қолданылатын электродтардың орналасу сызбасы. G.6-суретті қараңыз.
Индукциялықдәнекерлеу:Дайындамада тармақты жоғары жиілікті алмасатын тоқтың түзілуімен жүзеге асырылатын қыздыру тәсілі G.7-суретті қараңыз.
Индукциялы қорауыш: Одан тікелей қашықтықта айнымалы жоғары жиілікті энергия өрісін қамтамасыз ететін электр өткізгіші. Бұл өріс дайындамада тармақты токтарды құрады. Одан кейін олар айнымалы индукциялық ток арқылы өту кезінде қызады. Индукциялық дәнекерлеуді қараңыз.
Индукциялық қуат көзі: Индукциялық орауышқа берілетін талап етілетін жоғары жиілікті айнымалы токты басқаратын машина.
Инертті газ:Металмен химиялық реакцияға түспейтін газ. **Қорғаныш атмосферасын** қараңыз.
Инфрақызыл сәулелермен дәнекерлеу:Жылу көзі ретінде инфрақызыл сәулесі қолданылатын дәнекерлеу процесі.
Бөлу шекарасы:Дәнекерлеу процесіндегі бөлу шекарасын қараңыз.
Беткі коррозия:Негізгі материалдардың бірі кемінде осы қос элементтен не мырыштан не кадмийден тұратын қоспа металлмен



G.6-кестеТікелей емес электр қыздырғышы

дәнекерленетін тот баспайтын болаттан жасалған қосылыстардың коррозиялық зақымдануы. Қоспа материал пайдалану процесінде ылғалдың қаныққан оттегімен әсеріне ұшырайды.
Кристалит аралық ену:Негізгі металл дәнінің шекарасы бойынша сұйық металдың енуі (көбіне балқытылған қоспа металл).
ХСҰ:Халықаралық стандарттау жөніндегі ұйым.
Қоспа материал + ағын (егер талап етілсе)
Электродтар
Электр байланысының өте жеңіл күші болып табылатын бүркеншік шеге тіреуі!

J
Жалғау:Материалдарды бірге қосу үшін қолданылатын процестің кез келгені.
Қосылыс:Дәнекерлеу үшін дайындалған немесе дәнекерленген дайындамалар арасындағы қосылыс.
Дәнекерлеу технологиясы:Дәнекерлеу рәсімінің ерекшелігі (ДПЕ) терминінің орнына қолданылатын стандартты емес термин**.**
Жіктік саңылау:Қосылыстың түйіспелі беттері арасындағы қашықтық.
Қосылыс конструкциясы:Қосылыстардың өлшемдері, пішіндері мен конфигурациялары.
Беріктік коэффициенті:Негізгі металдың беріктігімен байланысты қосылыстың беріктік коэффициенті.
Қосылыстар геометриясы:Жалғағанға дейін қосылыстың пішіні, өлшемдері мен конфигурациясы.
Ену тереңдігі:Қосылыста балқытылған қоспа материалды жеңіп шығатын қашықтық шамасы. Нәтижесінде, әдетте пайызда көрсетілетін қо-



G.7-кесте.Индукциялық қыздыру

сылыстың жалпы ұзындығына енуші ағын ұзындығының қатынасы көрсетіледі.
Қосылыстың қайта балқу температурасы:Осы қосылыстың құрамына кіретін балқытылған қатты қоспа материал үшін дәнекерленген қосылысты қыздыру керек температура. Көптеген жағдайда, қайта балқу температурасы алғашқы дәнекерлеу температурасына қарағанда жоғары.
Қосылыс типі:Қосылыс бөліктерінің өзара бағдарына негізделген жіктеу. G.5b-суретті қараңыз.

К
Айналдыру:Шыбықшаның немесе жуан түтік периметрі бойынша кішкентай шығыңқы артылымдар қатары. Құрамдас элементтің айналдырылған бөлігі құрастырымды өз бетімен бекіту үшін күшті қолданумен түтік саңылауына жиі орнатылады. Осы жинақтау келесі дәнекерлеу уақытында балқытылған қоспа материалдың ішіне оңай енуі мүмкін бірқатар ағын каналдарына ие болады. G.3-суретті қараңыз.

L
*Шала пісірілім:*Дәнекерлеу рәсімі барысында балқытылған қоспа металдың, қосылыстың толық емес балқуына арналған стандартты емес термин.
Қыртыстану:Әдетте ақау болатын материал бетіне параллель орналасқан бөлумен немесе беріксіздікпен ажырау типі.
Үсті-үстіне қосу:Құрамдас бөліктері шамамен бір-біріне параллель жабылатын қосылыстар жобасы. G.5a-суретті қараңыз.
Лазер сәулесімен дәнекерлеу:Жылу көзі лазер сәулесі болып табылатын дәнекерлеу процесі.
Жалынның тез өтуі:Жағылатын газ ағынының жылдамдығына қарағанда газ қоспасы жалынының үлкен жылдамдығынан жанарғыда жалынның аяқ астынан құлдырауы. Ол қатты жарылумен және жанарғы ұштығында жалынның сөнуімен өзгеріссіз ілеседі.
Сығылу:Қалған қатты бөлшектерден жасалған қоспа материалдың төмен температуралы фазасының нүктесін бөлу. Бұл әдетте дәнекерлеу уақытында баяу қыздыру жылдамдығы кезінде балқу температурасының кеңейтілген диапазоны болатын қоспа металды қолданумен байланысты.
Ликвидус:Бұл металл толығымен сұйық болатын температура.
Ұзақ ағынды қоспа материал: Бұл тұрақсыздықтың жоғары деңгейіне және қосылыстың капиллярлық саңылауы бар байланыс кезінде қысқа

балқу аралығына ие болатын қоспа материал әрекетінің сипаттамасы.
Бойлық жарық:Қосылыс осіне параллель өтетін қатайған қоспа металл қабатындағы жарық.

М

Дәнекерлеуге арналған машина: Механизацияланған және автоматтандырылған дәнекер ретінде анықтауға арналған стандартты емес термин.
Балқу макроқұрылымын бақылау:Таза өңделетін үлгі уланған және көзбен немесе шағын ұлғаю кезінде зерттелген үлгіні визуалды тексеру.
Нұсқама: (қосымш.), Флюсті не (және) қоспа материалын қолданатын қыздыру көзі қолмен қолданылатын процесті бақылауға жататын ұғым.
Қолмен өңдеуді қараңыз.
Қолмен өңдеу:Дәнекершімен толық көлемде жүзеге асырылатын дәнекерлеу процесі.
Механизацияланған: (зат есім), Ұғым егер оператор бөлшектің сапалы өндірісі үшін түзетуге қажеттілікті анықтаса, уақыт келе операторсыз қолмен баптауды талап ететін жабдығы бар дәнекерлеу процесін бақылауға жатады.
Механизацияланған дәнекерді пайдалану:Сапалы дәнекерленген элементтердің өндірісі үшін жабдықталған жоғарыда сипатталған типті машинаны қолдану.
Орта ағынды қоспа материал: Осы процесс капиллярлық тартылу қосылыста ағымдағы қоспа материалының балқуы кезінде маңызды рөл ойнайтынын, бірақ бұл функция балқытылған қоспа материалының физикалық қасиеттерімен бірге дәнекерлеу процесінің кейбір ерекшеліктеріне қатысты төмендейтінін бақылауға болады. Мысалы, 50 ° С және 100 ° С балқу диапазоны және қыздырудың шектеулі жылдамдығы болатын қоспа металды қолдану.
Балқыту температурасының диапазоны:Нақты материалдың солидус пен ликвидус арасында температураның айырмашылығы. **Икемділік диапазонын** қараңыз**.**
Балқу жылдамдығы:Көрсетілген уақыт аралығында балқытылатын қоспа материалдың салмағы немесе ұзындығы. (Бұл термин қазіргі уақытта дәнекерлеу технологиясында сирек қолданылады.)
Металл: Әдетте, қатты, түссіз, жылтыр және (сынапты қоспағанда) бөлме температурасында қатты, басым, икемді, жақсы жылу және электр өткізгіштікке ие қатты материал (мысалы, алтын, күміс, мыс, алюминий).
Металл ваннаға батырумен дәнекерлеу:Қосылатын бөліктері балқытылатын қоспа материалды ваннаға орналастыратын ваннаға батырып

дәнекерлеу процесі. (Бұл процесс қазіргі уақытта ескірген саналады)
Микро-өңдеумен сынама: Жылтыратылған беті өңделетін және үлкен ұлғаюмен микроскоп астында зерттелетін қосылыстың визуальды тексерісі.
Микро-сараптама:Жоғары ұлғаюмен микроскоп астындағы дәнекерленген жіктің визуальды тексеру.
Доғалы дәнекерлеу: Қағидаттары доғалы дәнекерге сәйкес келетін қосымша. Процесс үшін жылу көзі қоспа материал ретінде қолданылатын электр доғалары және мамандандырылған мыс қорытпалары болып табылады. Қосылысқа жататын негізгі материалдар әдетте табиғатта қара металл болып табылады. Сонымен бірге, осы процесс уақытында сым балқытылатын уақытта негізгі материалдар балқуға берілмейді; бұл дәнекерлеп пісіруді қатты еске түсіретін дәнекерлеу түрлерінің бірі ретінде рәсімді жіктейді.

N

Бейтарап жалын:Тотықпайтын және жанбайтын оттекті-отын газының жалыны. G.3-суретті қараңыз.
Азот:Қорғаныш атмосфералық немесе вакуумды пештерде атмосфералық, сығушы немесе салқындатушы газ ретінде қолданылатын газ.
Коррозиялық емес флюс: Ол орналасқан негізгі металмен химиялық реакцияға түспейтін дәнекерлеуден кейін қалдық түрінде не оның бастапқы түріндегі флюс.
Бұзылмайтын бақылау:Сыналатын заттардың жарамдылығына әсер етпейтін әдістер көмегімен материалдардың немесе объектілердің жарамдылығын анықтау.
Бұзылмайтын бақылау:Бұзылмайтын бақылау.

O

Оптикалық пирометр:Пирометрді қараңыз.
*Пеште дәнекерлеу:*Пештегі дәнекерді анықтауға арналған стандартты емес термин.
Қатты қызу:Бұл нәтижесінде бастапқыда болжамданға қарағанда дәнекерлеу уақытында материалға жылудың артылуын қолдану.
Тотықтандырушы жалын: Бұл конус айналасында және шегінде орналасатын оттегімен қанықкан аймақты құруға әкелетін оттегінің артылуынан тұратын оттегілі-отын газының жалыны. G.3-суретті қараңыз.

P

*Негізгі металл:*Кез келген негізгі **металды немесе субстратты** анықтауға арналған стандартты емес термин.
Қосылыстың ішінара енуі: Дәнекерлеуді тексеру уақытында қоспа металдың қосылыстың тек бөлігі толтырылатын қыздыру кезеңі процесіне қосылатыны анықталды.
*Пастамен дәнекерлеу:***Пастамен дәнекерлеуді** анықтауға арналған стандартты емес термин.
*Пастамен дәнекерлеу кезінде қоспа металл:*Пастамен д**әнекерлеуді** қараңыз.
Қыртыстануын сынау:Қосылыс үсті-үстіне қыртыстанудан бұзылатын тестілеудің бүлдіргіш әдісі.
Икемділік диапазоны: Нақты материалдың солисуды мен ликвидусы арасындағы температура диапазоны. **Балқу диапазонын** қараңыз.
Дәнекерлеу біткеннен кейін қыздыру:Дәнекерлеу температурасынан салқындатудан кейін дәнекерленген қосылысқа жылуды қолдану.
*Қорытпа ұнтағы:*Ұнтақ түрінде қоспа металды анықтауға арналған стандартты емес термин.
Ұнтақты қоспа: Екі немесе одан артық ұнтақтан тұратын қоспа. Араластыруға арналған материалдар кез келген типті ұнтақтар болуы мүмкін.
Қуат көзі: Кез келген типті дәнекерлеуге арналған машинаға немесе дәнекерлеуге арналған станок электродына, индукциялық катушкаға электр тогын және кернеуді беруге арналған құрылғы.
Қуат көзін жеткізу:Қуат көзін анықтауға арналған стандартты емес термин.
Алдын ала жабу:Дәнекерлеу операциясы басталмас бұрын дәнекерлеу компоненттеріне қоспа металының пастасын немесе флюс пастасын жалғау.
Преформа:Дәнекерлеп қыздыру кезеңінде іске қосу мақсатымен қосылысқа жақын жерге оны орналастыруды жеңілдетуге мүмкіндік беретін пішіндегі қоспа материал.
Алдын ала қыздыру: (зат есім) Сапалы дәнекерлеп қосу үшін қажетті температураға жету, одан кейін сақтау үшін дайындамаға жылу беру.
Алдын ала қыздыру: (етістік) Дәнекерлеудің маңызды сатыларының бірі ретінде дайындамаға жылу беру процесі.
Алдын ала қыздыру температурасы:Сапалы қосылысты құру үшін қоспа материалына еруге, ағуға мүмкіндік беретін қосылыстан тікелей жақындықта негізгі материалдың температурасы.
Әрекет ету тәртібі:Белгілі нәтижеге қол жеткізу үшін сақтау қажет дәнекерлеу әдісінің немесе процесінің толық қадамдары.
Технологияны аттестаттау:Нақты дәнекерлеу процесін, негізгі метал-

ды және пайдалану әдістерін қолдану көрсетілген беріктік пен талап етілетін механикалық қасиеттерге сәйкес келетін қосылысты алуға әкелетінін көрсету.

Аттестациялық сынау хаттамасы: Дәнекерлеу әдісін аттестациялық сынау хаттамасын қараңыз**.**

Процесс: (Дәнекерлеу) Кепілдікті сапалы қосылысты алу үшін сақтау қажет негізгі қадамдардың жиынтығы.

Технологиялық терезе:Қыздыру процесінде қосылыс бөліктері зақымданатын температурадан 15°Стөмен температурамен және қосылысты құру үшін қолданылатын қоспа металдың солидусы арасындағы температура диапазоны.

Қорғаушы атмосфера:Бейтарап газбен немесе қалпына келтіруші атмосферадағы газбен толтырылған орта; бетінен басқа қорытпаларды жоюды жеңілдету және технологиялық цикл уақытында оларды қайта қайталануының алдын алу үшін арналған ауасыз вакуумды камера. Сондай-ақ **Инертті газ және Қалпына келтіруші атмосфераны** қараңыз.

Тазарту:Қосылыстан немесе дәнекерлеу процесі уақытында жүйеден немесе ластаушы заттарды жою үшін қолайлы газды енгізу.

Пирометр: Температураны өлшеу үшін қолданылатын зондтаудың қашықтан термометрінің типі.

Оптикалық пирометр температурасы алдын ала анықталуы тиіс элементтермен байланысқа түспейтін құрылғыны көрсетеді. Ол ыстық объектіден шығатын жылу сәулесін өлшейді және Цельсий градуста бұйым бетінен температура ретінде өнеркәсіптік қолданыста қолданылатын мәнде электронды түрге мәнді түрлендіреді.

Q

Жіктеу: Жіктеу рәсімін қараңыз.

Шыңдау: (етістік) Қоспа материалы қосылыста қатайған және компонент температурасы 300 ° С аспайтын оны жылы суға батырумен ауада дәнекерленген құрастырымды тез салқындату; ең жоғары температурасы қосылыс үшін қолданылған қоспа материал солидусының температурасынан 300 ° С төмен шамада болғаннан кейін пеш жүктелімін салқындату үшін вакуумды пеште камерасында аргон немесе азот сияқты газды енгізу.

R

Абайсыз орау:Алуан қабатта оралған және жазылмаған қоспа материал.

Жалынды тарату жылдамдығы:Жалынды тарату жылдамдығын

қараңыз.
Қалпына келтіруші атмосфера:Әдетте жұмыс пешінің температурасына және атмосфералық газдың конденсация нүктелеріне тәуелді сутегі құрамды қорғаныш атмосфера типі химиялық төмендету тетігі бойынша негізгі металл бетінен металл оксидтерін жояды.
Қалпына келтіруші жалын:Конус айналасында және шегінен тыс орналасқан аймақтың бай газымен түзілуге әкелетін отын газының артылуы болатын оттекті-отын газының жалыны. G.3-суретті қараңыз.
Көміртектендіретін жалынды, Бейтарап жалынды, **Тотықтырушы жалынды және Қалпына келтіруші атмосфераны** қараңыз.
Қайта балқыту температурасы:Қайта балқыту үшін алдында дәнекерленген қосылыстағы қоспа материалдың қатаюы үшін қажетті температура.
Қалдық кернеу:Қандайда бір сыртқы күштерге немесе температуралық градиенттерге ұшырамайтын қосылыста немесе қосылыс элементінде болатын кернеу.
Кедергімен дәнекерлеу: Қосылысты жасау үшін қажетті жылу қосылыспен қатар орналасатын материал арқылы не құрылыс арқылы өтетін электр тоғының қыздыру әрекетінен алынатын дәнекерлеу процесі. **Жанама кедергімен дәнекерлеуді** қараңыз**.**
Автоматтандырылған дәнекер: Автоматтандырылған процесті қараңыз.
Автоматтандырылған процесс: Компьютерлермен бақыланатын машинаның жүйелі әрекеттерінің сериясы немесе әрекет. Процесті іске қосу үшін қалауды нәтижеге қол жеткізу үшін қолмен іске қосу қажет емес.

S

Тұзды ваннаға батырып дәнекерлеу: Қосылатын бөліктері талап етілетін қоспа материалмен алдын ала жүктелетін және тұзды ваннаға салынатын дәнекерлеу процесі. (Бұл процесс ескірген саналады.) Сонымен қатар **Металды ваннаға батырып дәнекерлеуді** қараңыз.
Көп қабатты қосылыс:Дәнекерленген қосылыс біртекті немесе біртекті емес негізгі материалдардың екі немесе одан көп қабатынан тұрады, қоспа материал дәнекерлеуді қыздыру кезеңі басталғанға дейін негізгі металдың қабаттары арасында орналасады.
*Тігіс:*Үсті үстіне дәнекерленген қоспа материалдың көрінетін шетін сипаттауға арналған стандартты емес термин.
Өздігінен флюстелетін қоспа материал:Дымқыл болатын және дәнекерлеу кезінде негізгі металл бетінде ағатын қатты қоспа материал жеке

флюсті қоспай ауада жүзеге асырылады. Бұл құбылыс дәнекерлеуге арналған мысты пайдалану кезінде мыс-фосфор және күміс-фосфор жүйесінен жасалған қоспа металдар үшін тән болып табылады.
Жартылай автоматты: (сын есім) Пайдалану параметрлерінің кейбіреулері автоматты орындалатын, сол уақытта басқалары қолмен өткізілетін жабдық. **Жартылай автоматты процесті қараңыз**.
Жартылай автоматты процесс: Процестің белгілі кезеңдері тек қолмен немесе балама ретінде, автоматты орындалатын процесс!
Шөгіндік қуыс:Дәнекерлек процесін салқындату уақытында қоспа материалды салыстыру кезінде түзілетін қуыс түрінде ажырау.
Шөгінік кернеу:Дәнекерлеу температурасынан салқындату кезінде негізгі материалдарды тартудан дәнекер құрастырымдағы қалдық кернеу.
Механикалық талдау:Елек саңылауының азайтылған мөлшерінен әдетте дәстүрлі електің әр сериясынан қалған барлық пайыздық салмақ ретінде көрінетін ұнтақ бөлшектерінің фракциялық бөлінуін анықтау әдістемесі.
*Күміс қорытпаны қолданумен дәнекерлеу:*Күмістен тұратын қоспа материалды қолданумен дәнекерлеу процесін сипаттау үшін қолданылатын стандартты емес термин.
*Күміс қоспамен дәнекерлеу:*Күмістен тұратын қоспа материалды қолданумен жүзеге асырылатын дәнекерлеу процесін сипаттауға арналған стандартты емес термин.
Қож:Ішінара балқытылған қоспа материалды тарату нәтижесінде туындайтын балқытылмаған қалдық. Сондай-ақ **Сығылуды** қараңыз.
Қож:Флюс және металл емес қоспалар дәнекерлеу операциясы уақытында басқа материалдармен қосылғанда туындайтын металл емес өнім.
Солидус:Қатты материал бөлме температурасына дейін қыздыру кезінде ери бастайтын температура.
Орауыш:Сым білік деп аталатын цилиндрге оралған металл сымды орау. Біліктің қажетті күйде сымды ұстауға арналған әр ұшында бетіне және білікте орауышты бекітуге арналған орталық саңылауы болады.
Дәнекерлеу кезеңі: Құрастырымның бір немесе одан артық компоненті балқыту алдында қандай да бір қосылыссыз дәнекерленетін дәнекерлеу процестерін түрлендіру.
Оқшаулаушы заттар:Балқытылған қоспа металдың немесе құрастырым бетіндегі флюстың қалаусыз ағынының алдын алу үшін қолданылатын заттар.
Коррозиялық жарылу:Қолданылатын немесе қалдық кернеудің, коррозияның әрекетімен металдың бұзылуы. Атап айтқанда, бұл құбылыс кернеу астындағы негізгі металл сұйық қоспа металдың әсеріне ұшы-

райтын жарылуды анықтау үшін қолданылады.
Субстрат:Балқытылған қоспа металл немесе флюс ағатын дайындама.
Балқыма қаптама:Беттерінің талап етілетін қасиетін алу мақсатымен дайындаманың беткі жабынын термиялық тозаңдату немесе дәнекерлеу кезінде жүзеге асырылатын әрекеті.

T
Созылуын сынау:Үлгі кернеу астында бас тарту нүктесіне дейін жүктелетін бүлдіргіш механикалық сынау.
Сынамалы үлгі: Саралау рәсімі үшін қолданылатын дәнекерленген желінің үлгісі.
Сынау үлгісі:Сынау үшін зерттелетін үлгінің мысалы.
Жылу кернеулігі: Әрқайсысы жылумен кеңейетін тамаша коэффициенті болатын құрастыру кезінде қолданылатын материалдардың немесе температураның біркелкі емес бөлінуінен құрастырымда немесе материалда туындайтын кернеу
Үштік қосылыс:Дайындаманың жіктік ұшы дәнекермен қосылатын беттеріне немесе өзінің бетіне перпендикуляр тегістеледі G.5b-суретті қараңыз.
Жанарғы:Ауамен немесе оттегімен аралас отын газын жағу есебінен дәнекерлеуге арналған жылу көзін қамтамасыз ететін құрылғы.
Жанарғымен дәнекерлеу: Жанарғыны қараңыз**.**
Түтікті қосылыс: Екі немесе одан артық түтікті элементтердің қосылысы.

U
Осы әріпке басталатын кең таралған терминдер жоқ.

V
Вакуумды дәнекерлеу: Қыздырудың барлық кезеңі бойы едәуір төмен немесе 1 × 10-3 атмосфералықпен ұқсас қысым кезінде қолданатын қорғаныш атмосферадағы ретортта немесе камерада жүзеге асырылатын және технологиялық циклге суық құрғақ аргонды немесе азотты енгізу жолымен жеделдету немесе пешті ашуға мүмкіндік беретін бөліктері суығанға дейін өзгеріссіз қалатын дәнекерлеу процесінің қатарын сипаттау.

W
Сумен шыңдау: Оларды жылы суға батырумен дәнекерленген желілерді тез салқындату.

Сумен шаю: Барлық бөтен заттарды жою үшін су ағыны арқылы дәнекерлеуге арналған будқадан шығатын пайдаланылған газды беру.
Суландыру:Осы процесс деріс дәнекерлеу уақытында балқытылған қоспа материал ери бастағанда және осылайша ол орналасқан негізгі металдың шағын мөлшерімен балқытылғанда өтеді.
Сымды беру жылдамдығы: Қоспа металл сымы индекстелген дәнекерге арналған машина аспабында орнатылған дәнекерлеу температурасы кезінде қосылысқа автоматты берілетін жылдамдық.

X және Y
Осы әріпке басталатын кең тараған терминдер жоқ.

Z
Нөлдік ағыны бар қоспа металл: Қоспа металл жинау уақытында қосылысқа орналасады және балқытылған қоспа материалдың келесі капиллярлық ағыны болмайтын немесе қосылыста балқытылған қоспа металды бөлуде мүлдем ешқандай рөл ойнамайды.

А-қосымша: SafeFlame® жобасы

А.1 Судан жалынды бұру

Соңғы он жыл бойы саясаткерлер мен жетекші ғалымдар адамзатты қоршаған ортаның бақылаусыз ластануын тоқтату қажеттілігі туралы апта сайын дерлік шақырады. Олар бұл мәселеге біздің енжар қарым-қатынасымыздың нәтижесі барлық дүние жүзінде ауа-райы жағдайда жаман әсер ететін шекті дәрежеге дейін атмосфераны ластау болуы мүмкін екенін мәлімдейді. Осының салдарынан, жердің кез келген учаскесіндегі орта температура Цельсий бойынша 2 немесе 3 градусқа ұлғаяды. Өз кезегінде, бұл Солтүстік және Оңтүстік полюстың мұз жабындарының еруінің ұлғаюымен қатар бұзушы күштердің нөсерімен және желдермен ілесетін циклондар мен дауылдардың түзілуіне әкеледі, нәтижесінде теңіздердің тереңдігі бірнеше метрге артады. Он мыңдаған шаршы километрді су басуды домино әсерімен салыстыруға болады; миллион адамдар су деңгейінің көтерілуінен кейін қаза табады! Жағымсыз келешек – егер біз табиғат ананың ескертулеріне құлақ аспасақ, біз үшін болашақты дайындайтыны туралы болжамдардың шынайылық дәлерінің жиыны болатыны сөзсіз! Осы жағдайларға байланысты кез келген сәтті жағдайда «жасыл» бағдарламаға негізделген дәнекерлеу әдістерін қолдану қажет. Бағымызға орай, Еуропа Одағымен қаржыландырылатын SafeFlame жобасы қоршаған ортаны ластауға қарсы қозғалысты қолдайтын «жасыл» бағдарламаның жақсы мысалы болып табылады.

Жоғарыда 5-тарауда айтып өткеніміздей, жалынмен қыздырып дәнекерлеу нәтижесінде металл бөліктері қосылатын басқа әдістердің көп мөлшерінің арасында қыздырудың ең қолайлы әдісі болып табылады. Бұл әзірше қыздыру көзі жалын болып табылатынын білдіреді, қыздыру барысында атмосфераны ластаушы заттардың мөлшері артатыны әбден айқын. Сутегіні таңдау кезінде отын газы ретінде, ал тотықтандырушы газ таза оттегі түрінде берілетініне қарамастан, дәнекерлеу барысында

өндіріс қалдықтары жылу ретінде және су буы ретінде беріледі.
Су екі химиялық элемент: сутегі мен оттегіден тұратынын сіз білетін шығарсыз. Шындығында су бұл НОН химиялық формуласы болатын *оттегі гидроксиді* деп аталатын химиялық зат. Бұл формулада бірінші Н сутегі болып табылады, ал ОН гидроксид негізі болып белгіленеді.
Істің мәні су құрамына сутегінің екі атомы және оттегінің бір атомы жатады және бұл осы формуланың әдетте Н2О деп неге жазылатынын түсіндіреді.
5-тарауда жанудың оттегі болған кезде тек жану учаскесінде ғана өтетінін түсіндіру келтірілген. Осы күнге дейін бұл дәнекерлеу температурасына дейін бұйымды жалынмен қыздыру кезінде жанарғы ұшында жалынды алу үшін жағылатын отын үнемі отын газының қоспасын (мысалы, ацетиленді, табиғи газды, пропанды, метиацетилен-пропадиенді және т.б.), сығылған газды (шамамен 21% оттегі құрамымен) немесе таза оттегіні көрсететінін түсіндіреді. Бұл жағдайда таңдалған газдар газ оның ұшына жеткенге дейін жанарғы ішінде алдын ала араласады!
Жалынмен дәнекерлеу әдісімен қатар басқа ескі әдіс болады, онда оттегі және/немесе ауа таңдалған отын газымен бірге керек-жарақ құрылғысына бекітілген, Вентури түтігі немесе жанарғы корпусында орналасқан бүріккіш атаоатын түтік арқылы жанарғыға беріледі (5.6-суретті қараңыз).
5.6-суреттегі түсініктемеден жанарғы ұштығына жолда бүріккіштен шығатын өнім сығылған ауасы немесе/және таза оттегісі бар отын газының біртекті қоспасын көрсетеді. Егер қандай бағытта жалын жанатыны туралы сұрақ қойылса, адамдардың шамамен 98%-ы «жанарғы ұшынан жалын ұшына бағыт» деп жауап береді. Алайда шындығында жанарғы ұштығы жағына кері жалын ұшынан жану бағыты ең тиімді болып табылады.
Өте маңызды фактор газ қоспасы жанатын жылдамдық болып табылады!
Себебі тотықтырғыш қоспада болады, жалын жанарғы ұштығына берілетін газ қоспасының жылдамдығына қарағанда үлкен жылдамдықпен оның көзінің жағына жанады. Мұндай жағдайларда, жалын жанарғыға кері бағытталады, бұл ретте қатты тарсылды боямалайды! Бұл әсер жалынның тез өтуі сияқты танымал. Оны қолданудың қажеті жоқ және оның себебі төменде түсіндірілетіні мәлім.
Жалын технологиясының негізгі сипаттамасы отын газының алуан қоспалары алуан сипаттамаларға ие болатыны болып табылады. Жалпы, қол жетімді жылу саны емес (отын газы қоспасының жылу коэффициенті), ал *қыздырылатын компоненттерге қолжетімді жылу тарала-*

тын жылдамдығының үлкен мәні болады. мысалы, *табиғи газ қоспасы және оттегінің* оттегі мен сутегі қоспасына қарағанда, *жылудың көп мөлшері болатынын* түсіну өте маңызды. Соған қарамастан, табиғи газ бен оттегі қоспасы сутегі мен оттегі қоспасына қарағанда көрсетілген нүктеге дейін энергияны баяу таратады.

Жалыннан энергияның таралу жылдамдығы кемшілік сияқты артықшылық болып табылады: бұл ол үшін *қолжетімді энергия* талап етілетініне байланысты*!* Егер мақсат компоненттерді пісіруінде болса, жалын оларға түсетін нүктедегі негізгі металдың еруін кепілдендіру үшін жеткілікті жылдамдықпен энергияны беруі тиіс. Себебі оттегі-ацетилен өз энергиясын тез жеткізетін отын-газ қоспасы болып табылады, бұл оның неліктен газ дәнекері үшін кеңінен қолданылатынын түсіндіреді. Дәнекерлеу процесінде салыстырмалы баяу қарқынмен энергияны беретін жалын өткізетін газ қоспасын пайдалану үнемі жақсы. Осы әдіс әдетте отынның бұзылуына жиі әкелетін компоненттердің қызу тәуекелін төмендететін компоненттердің біркелкі қызуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жылу жалыннан таралатын жылдамдық қоспаны жану *жылдамдығымен* таралады: *жану жылдамдығы ретінде танымал*. Алайда, осы мән кейде *жалынды тарату жылдамдығы*ретінде сипатталады. Бұл отын газы қоспасының қасиеті әдетте *секундына футта* өлшенеді.

Жоғарыда айтылғандардан қорытынды жасауға болады:

• Жалын жалын ұшынан жанарғы ұштығына жанады.

• Газ жалынының жылдамдығын дәл өлшеуді анықтау өте күрделі.

Бұл жағылатын қоспаның құрамы алуан жылдамдық кезінде жанарғыға жануға мүмкіндік беретін, шамасы бойынша алуан қоспа ретінде біртекті еместігін түсіндіреді!

Әдетте номиналды қоспа өзін әр түрлі ұстайтын кезде әрқайсысы жалынның жылдамдығын анықтаудың бірнеше әдістері болады. Нәтижесінде кітаптарда және техникалық баптарда көрсетілетін мәндер ешқашан сәйкес келмейді!

Сол жағдайлар кезінде бағаланатын алуан газдар мен газ қоспалары үшін қолданылатын нәтижелерді салыстыру маңызды болып табылады. А1.1-кестеде ең дұрыс мәндер көрсетілген. Бұл цифрлар газ қоспасының жалын жылдамдығы егер газ тек ауамен ғана емес, оттегімен араласса, елеулі жоғары болатынын көрсетеді.

Қоспаның жану жылдамдығы қоспаның қандай мөлшерін белгілі уақыт ішінде өткізуге болатынын анықтайтыны және өз кезегінде жалындағы энергияны қаншалықты тез бұйымға жеткізілетініне мүмкіндік беретіні

белгілі.

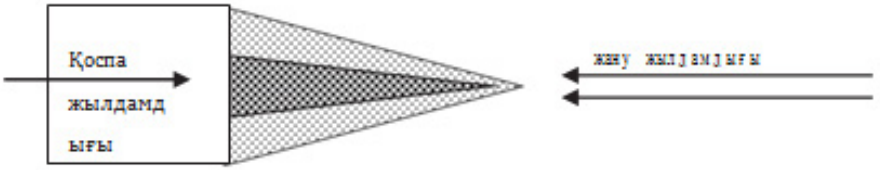
А1.1-сурет егер қоспа жылдамдығы мен жану жылдамдығы шамамен тең болса, жалын жанарғының сыртқа шығаратын бетінде тұрақтанатынын көрсетеді.

Егер жану жылдамдығы қоспа жылдамдығын арттырса, жалын жанарғы ішінде жоғалады. Біз бұл жай-күйдің жарықтың кері секірісі ретінде танымал екенін (А1.2-сурет) және операторды күтпеген жерде шошытып алуы мүмкін қатты тарсылмен үнемі дерлік жалғасады!

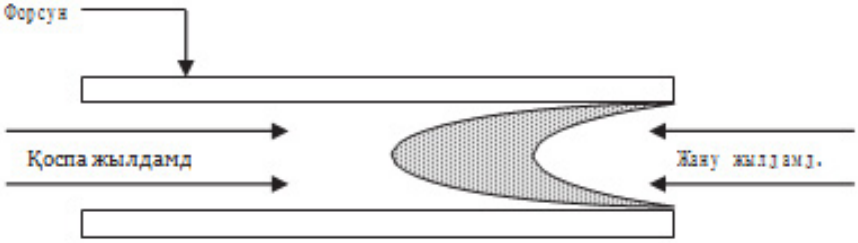
А1.1-кесте
Газ қоспасының жану жылдамдығы

Газ қоспасы (фут/сек)	**Жалынның жуық жылдамдығы**
Табиғи газ–ауа	1–2
Сутегі - ауа	9–10
Ацетилен-ауа	8–9
Табиғи газ-ауа	11
Сутегі-ауа	30
Ацетилен-ауа	32

жану жылдамдығы



А1.1-суретЖалынның тұрақтылығын ұлғайтатын жану жылдамдығы мен қоспа жылдамдығы арасында жылдамдық балансы.



А 1.2-кесте.Жану жылдамдығы қоспа жылдамдығынан асып түсетінінен мысал

Алайда, егер қоспа жылдамдығы жану жылдамдығын арттырса, онда нәтижесінде жалынның ажырауы түзіледі (А1.3-сурет). Болмаған жағдайда жалынның ажырауы жалынды тұтас жұтады!

Барлық аталғандардың ішінен ең маңызды фактісі дәнекерлеу температурасына дейін қолданылатын жалын *SafeFlame жобасының мұндай мүмкіндікті жоятыны* – қалаусыз болып табылатыны түседі.

Енді біз осы өте қызықты нәтиженің себебін қарастырамыз!

А1.4-сурет SafeFlame негізінде жататын және сутегі мен оттегінің қорларын құру үшін қолданылатын әдіс қағидатын сызбалық суретін көрсетеді. Алайда SafeFlame жобасының жабдығының мүлдем өзге құрылымы, бірақ суретте көрсетілгендей өнімі болады.

SafeFlame электролизді аппараттың газдың жеке ағындарын қамтамасыз ететін фактісін назарға алады. А1.5-суретте көрсетілген жанарғының арнайы құрылымының көмегімен отын-газ ағынының тұтанатын ағыны (сутегі) оттегімен ол А1.6-суретте көрсетілгендей жанарғының ұшына берілгенде ғана қосылады.

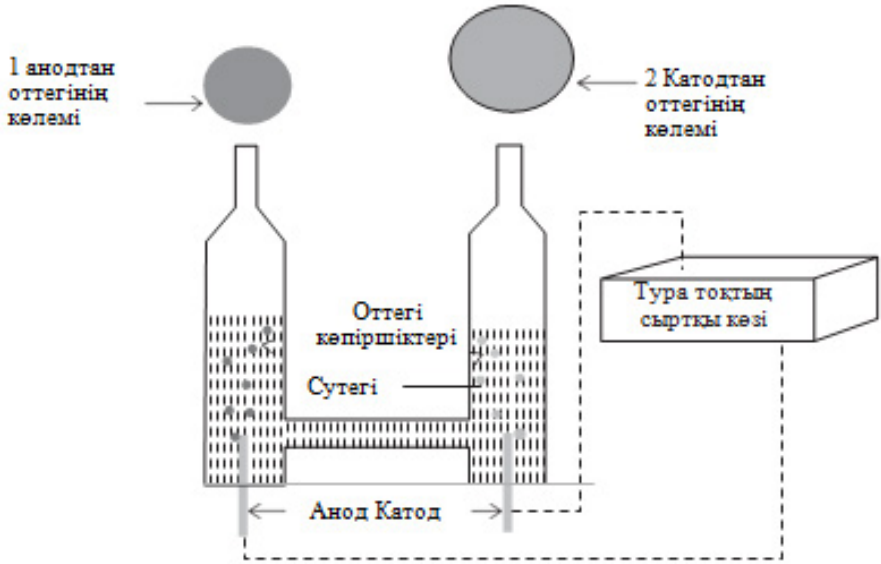
Себебі бұл екі газ ағыны газ қоспасының кері серпілісі мүмкін емес жасайтын *жанарғыдан босатылғаннан кейін* ғана байланысқа түседі. Бұл жанарғының нақты типі беткі қоспаның жанарғысы ретінде танымал.

Соған қарамастан SafeFlameартықшылығы кері секірістің болмауында ғана емес, сонымен бірге өнім жанғанда алынатын жалынның өзінің мәнінде қорытындыланады

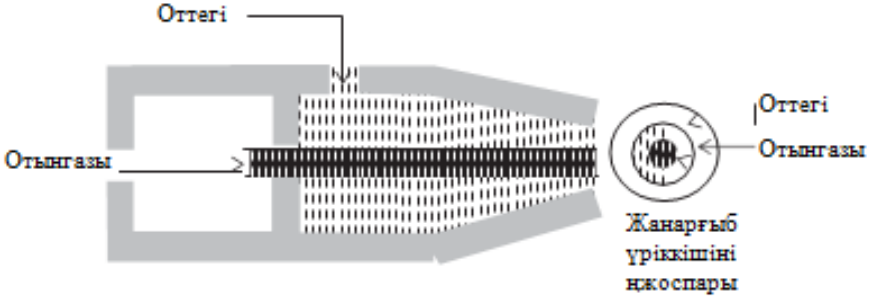
1.3-сурет.Егер қоспа жылдамдығы жану жылдамдығынан асып түссе, жанарғыдан жалынның кері секірісі байқалады. (Фото ThesscoLimited компаниясымен берілген, Sheffield, Біріккен Корольдік.)

Осы эксперименттер SafeFlame жабдықтарынан жүретін газ ағындарының температурасы кезінде беткі қоспа жанарғысынан алынатын оттекті-сутегі жалынының ең жоғары температурасы 2800 ° С құрайтынын көрсетті, бұл 5-тараудағы 5.1-кестеде көрсетілген оттекті ацетилен мәндерінен 250 ° С төмен.

Бұл тарауда оттегі мен сутегі газдың бітеу баллондарынан берілетін мыс түтігінің ұшында шағын саңылауын іс жүзінде көрсететін шүмекпен жабдықталған қарапайым қол жанарғысын пайдалану туралы айтылады.



А1.4-сурет Сутегі немесе оттегінің жеке ағынын басқаруға арналған суэлектродтарының қарапайым форматы



А1.5-сурет. SafeFlame жобасы бойынша арнайы жанарғы арқылы кесік. Оттегі ағыны сутегі ағынымен қоршалған

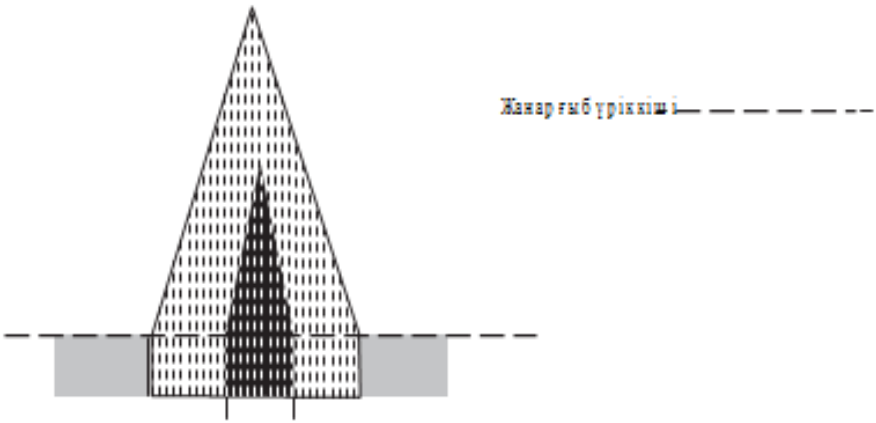
Соған қарамастан, одан әрі эксперименттер жалын температурасының жану процесінде барлық ұзындығы бойынша азаятынын көрсетті.

Су электролизінен газдың шығуында құрылатын жалын іс жүзінде жұмсақ жалын ретінде сипатталады, салдарында ол оттекті-ацетиленді жалынға қарағанда, бұйымға салыстырмалы және баяу жылужы жеткізеді. Жалынның осы физикалық қасиеттеріне байланысты түтік жіктерін қыздыру кезінде, мысалы, жалынның қосылысты қыздыру процесін сол арқылы жеңілдетіп, қосылыстың сыртқы жағының айналасында іліну беталысы болады.

Техникалық тұрғыдан жалынмен қол дәнекерін қыздыру көзін пайдаланатын SafeFlame жобасын қолданған дұрыс екенін атап өтуге болады.

Артықшылығы бойынша оқырмандар бұл жаңа жалын жалынның кері секіру мүмкіндігін жоятынын ғана емес, сонымен бірге қоршаған ортаға зиян әкелмейтін технологияны пайдаланудың тамаша мысалы болып табылатынын бағалайды. Осы процестің қалдықтары осы әдісті пайдалану үшін оң ұсыныстар болып табылатын су буы болады.

SafeFlame газ өндірісінің жүйесі уақыт келе қолмен дәнекерлеудің ең тиімді және қымбат емес түрі ретінде өнеркәсіпте қолданылатыны күмән тудырмайды.

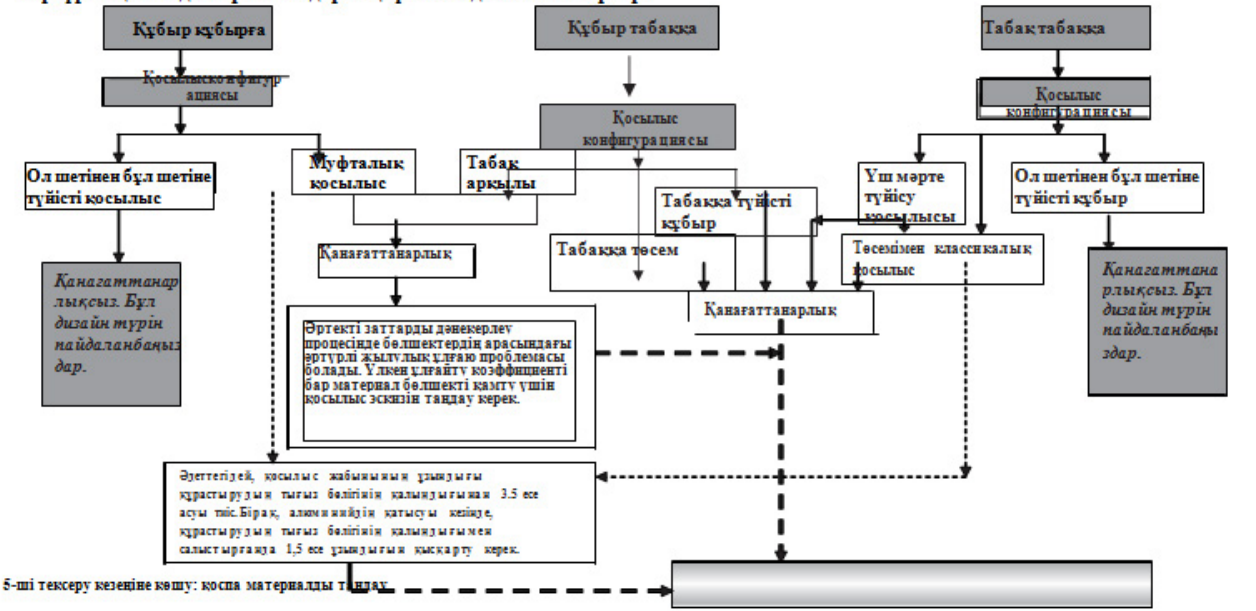


1.6-сурет.Сутегі ағынының жанарғы ортасынан алынатынына және жанарғыдан екеуі де алынатын шамасына қарай оттегі ағынымен қоршалатынына назар аударыңыз.

А-қосымша: Қоспа материалдарды таңдау кестелері

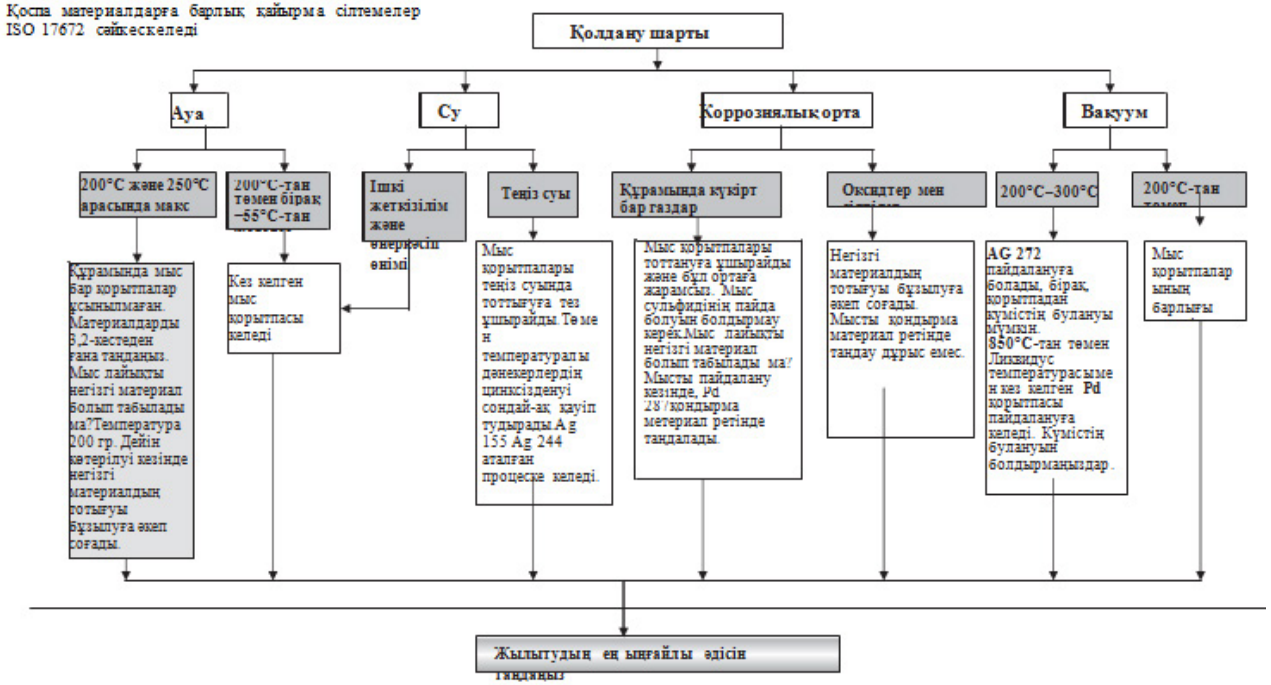
А.1-кесте

Әртүрлі қосындылар эскиздерінің үйлесімділігіне пікірлер



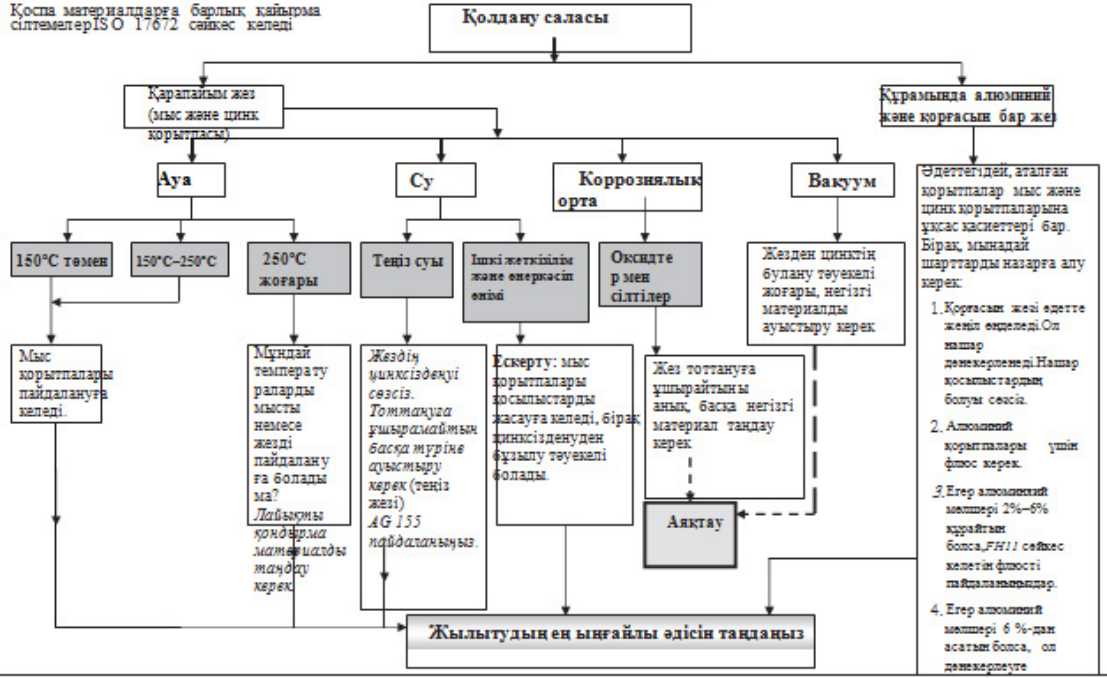
А.2-кесте

Мыс конструкцияларын дәнекерлеу процесінде қоспа металды таңдау кестесі



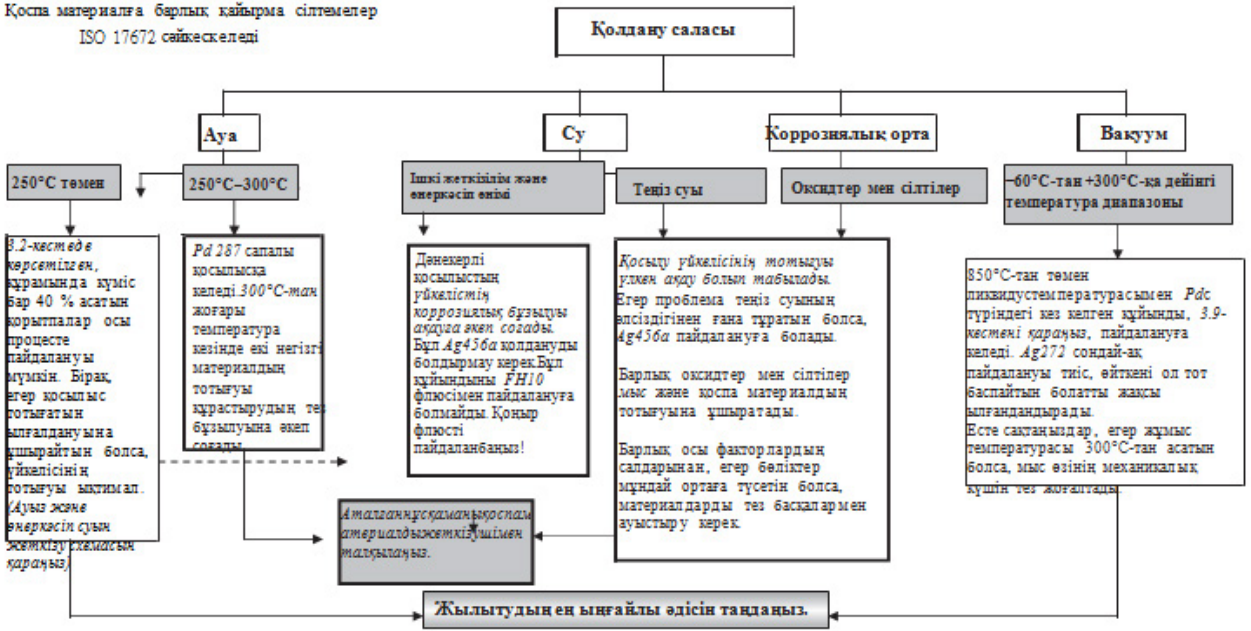
А.3-кесте

Жез бен мысты және жез бен жезді дәнекерлеу процесінде қоспа материалдарды таңдау кестесі



А.4-кесте

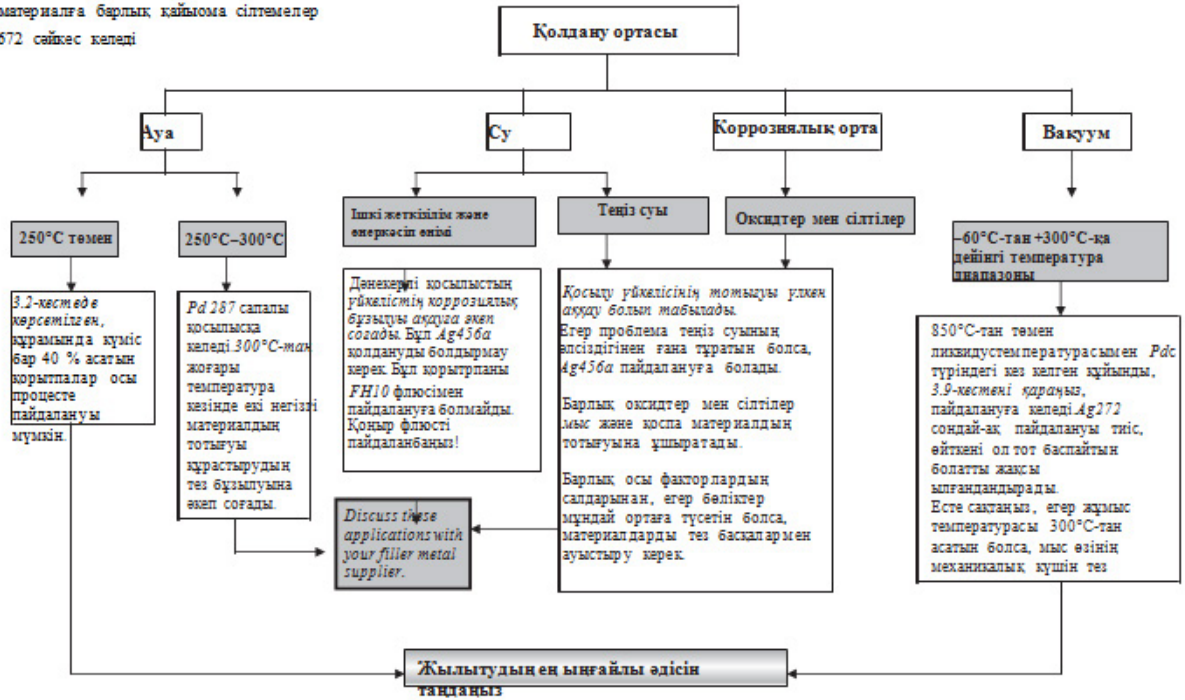
Тот баспайтын болатпен мысты дәнекерлеу үшін қоспа материалды таңдау кестесі



А.5-кесте

Мыс пен жұмсақ болатты дәнекерлеу процесінде қоспа металды таңдау кесте

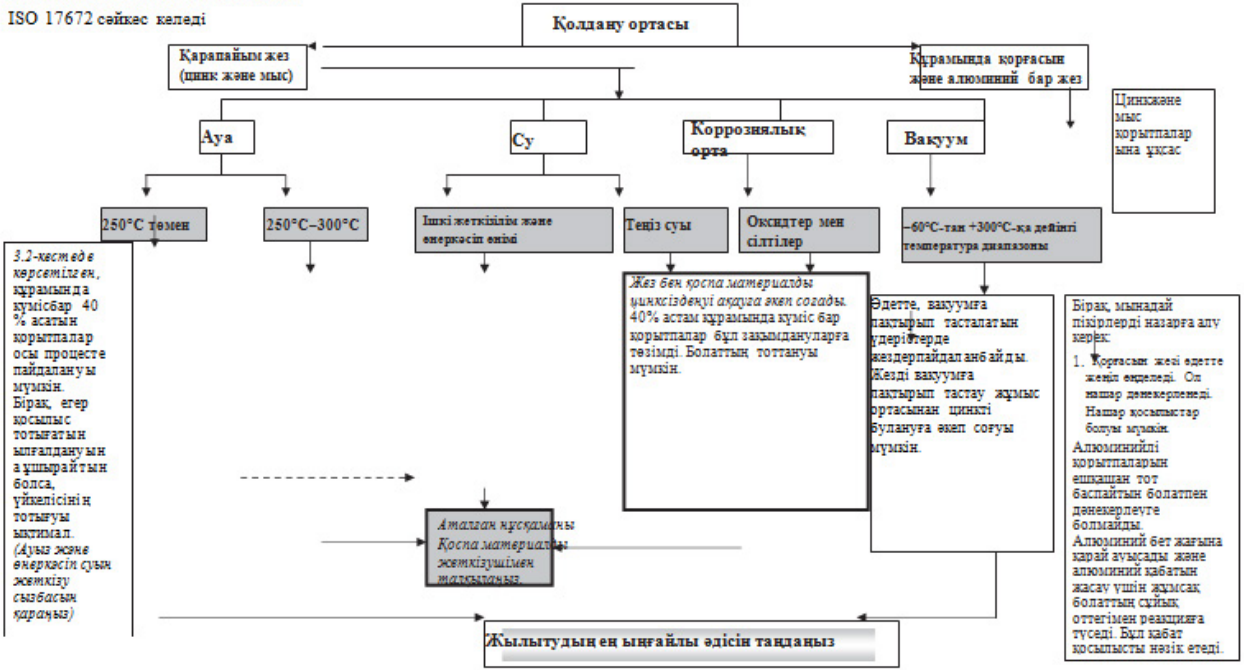
Қоспа материалға барлық қайыома сілтемелер ISO 17672 сәйкес келеді



А.б-кесте

Жез бен жұмсақ болатты дәнекерлеу процесінде қоспа материалды таңдау кестесі

Қоспа материалға барлық қайырма сілтемелер



А.7-кесте

Тот баспайтын болаттың жезін дәнекерлеу процесінде қоспа металды таңдау кестесі

Қоспа материалға барлық қайырма сілтемелер

ISO 17672 сәйкес келеді

Ауа: 1) *3.2-кестеде көрсетілген*, құрамында күміс бар 40 % асатын қорытпалар осы процесте пайдалануы мүмкін. Бірақ, егер қосылыс тотығатын ылғалдануына ұшырайтын болса, үйкелісінің тотығуы ықтимал. *(Ауыз және өнеркәсіп суын жөткізу сызбасын қараңыз)*

2) Ag 160 керек. *300°С –тан* жоғары температура кезінде екі негізгі материалдың тотығуы құрастырудың тез бұзылуына әкеп соғады. *Қосылу үйкелісінің тотығуы үлкен ақау болып табылады.*

Су: 1) Дәнекерлі қосылыс *үйкелісінің коррозиялық бұзылуы* ақауға әкеп соғады. о*Ag45ba пайдалануға болады.* Бұл құйындыны *FH10* типінің BSEN 1044 флюсімен пайдалану керек. Қоңыр флюсті пайдаланбаңыз!Флюстің цинктенуі мүмкін.

2) Дәнекерлі қосылыс *үйкелісінің коррозиялық бұзылуы* ақауға әкеп соғады. о*Ag45ba пайдалануға болады.*Егер проблема теңіз суының әсіздігінен ғана тұратын болса, о*Ag45ba* пайдалануға болады. *Қосылу үйкелісінің тотығуы үлкен ақау болып табылады.*Барлық оксидтер мен сілтілер *мыс* және қондырма материалдың тотығуына ұшыратады.

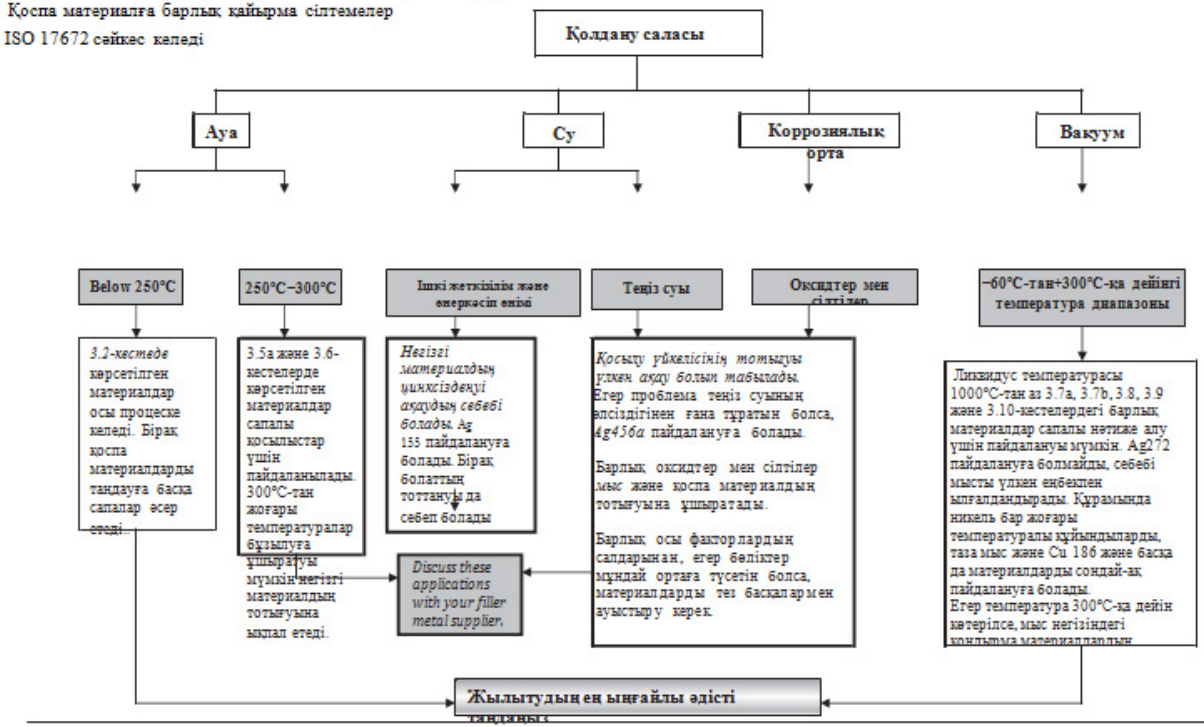
Барлық осы факторлардың салдарынан, егер бөліктер мұндай ортаға түсетін болса, материалдарды тез басқалармен ауыстыру керек.

Вакуум: Әдетте, вакуумға лақтырып тасталатын процестерде жездер пайдаланбайды. Жезді вакуумға лақтырып тастау жұмыс ортасынан цинкті буланауға әкеп соғуы мүмкін.Алюминий құйындылары үшін құрамында күміс бар 2-6% арнайы флюс қажет. Алюминийсіз аталған бөліктер дәнекерленбеуі мүмкін.

8-кесте

Дәнекерлеу процесінде қоспа металды таңдау кестесі

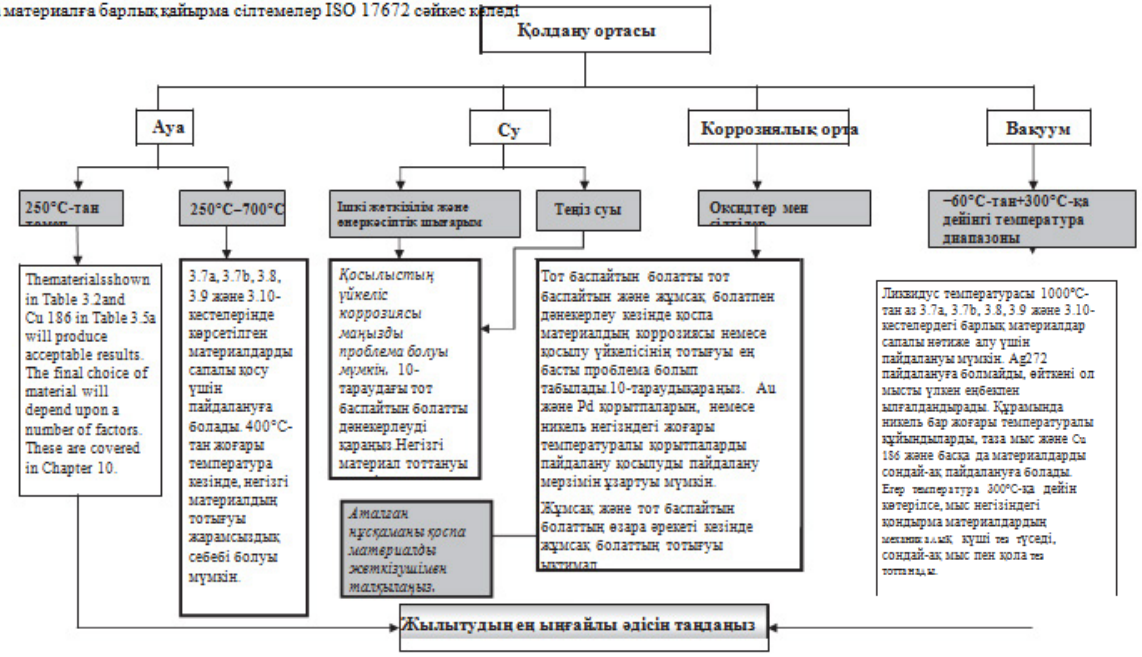
Қоспа материалға барлық қайырма сілтемелер ISO 17672 сәйкес келеді



А.9-кесте

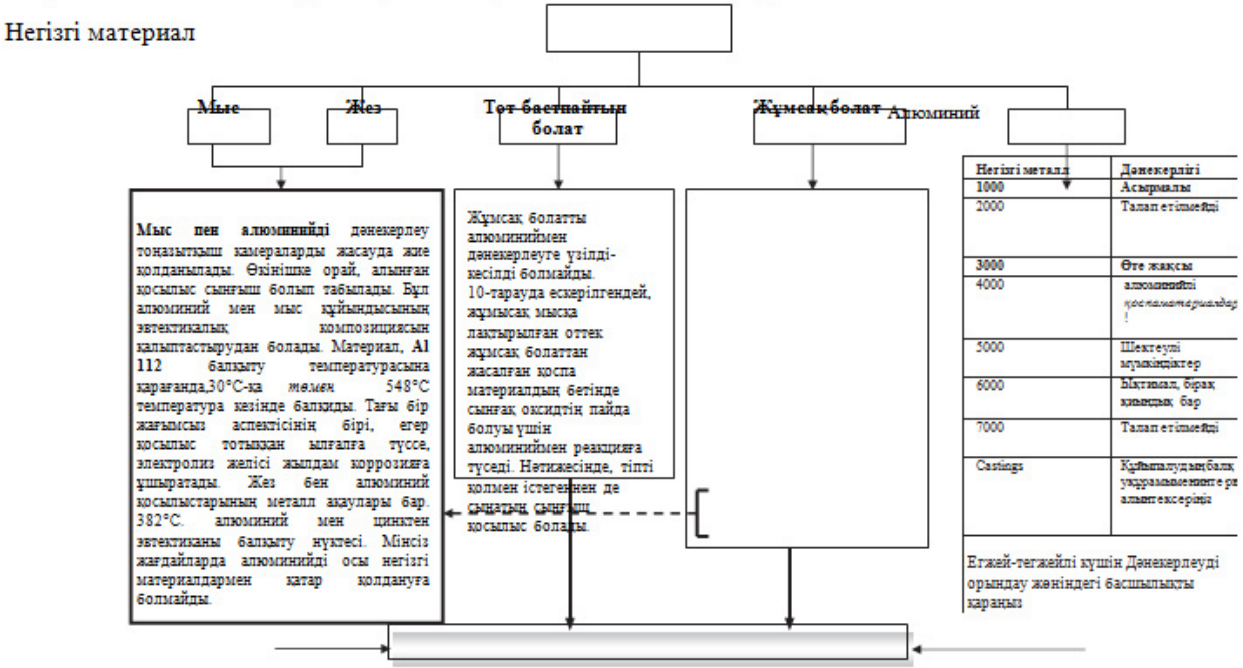
Тот баспайтын болатты жұмсақ болат және тот баспайтын болатпен дәнекерлеу процесінде қоспа материал таңдау кестесі

Қоспа материалға барлық қайырма сілтемелер ISO 17672 сәйкес келеді



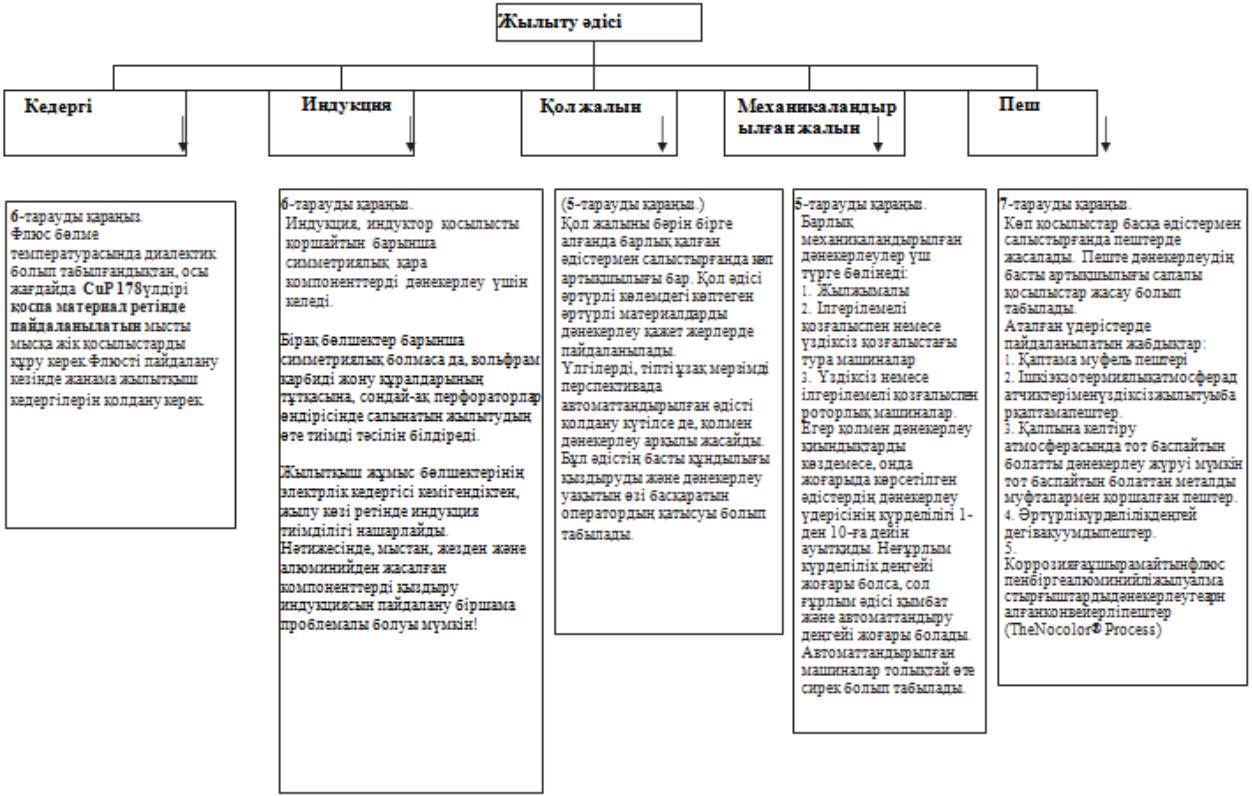
А.10-кесте

Біртекті емес негізгі материалдармен қатар алюминийді дәнекерлеу.



А.11-кесте

Жылытудың ең жақсы әдісін таңдау



B-қосымша: қоспа материалдардың салыстырмалы кестесі

Қоспа материалдардың баламалары

ISO коды	UNS саны	AWS	EN1044	JIS
		Құрамында алюминий бар		
Al 105	A94109		AL 101	
Al 107	A94343	BAlSi-2	AL 102	BA4343
Al 110	A94045	BAlSi-5	AL 103	BA4045
Al 112	A94047	BAlSi-4	AL 104	BA4047
Al 210	A94145	BAlSi-3	AL 201	BA4145
Al 310	A94004	BAlSi-7	AL 301	BA4004
Al 311	A94104	BAlSi-11	AL 302	BA4104
Al 315				BA4005
Al 317	A94147	BAlSi-9		
Al 319				BA4N04
Al 410				BA4N45
Al 415				BA4N43
Mg 001		BMg-1		
		Құрамында күміс бар		
Ag 125	PO7125	BAg-37	AG 108	
Ag 130	PO7130		AG 107	
Ag 134	?		AG 106	BAg-7B
Ag 138	PO7380	BAg-34		BAg-34
Ag 140	PO7401	BAg-28	AG 105	BAg-28
Ag 145	PO7145	BAg-36	AG 104	BAg-7A
Ag 155	PO7155		AG 103	
Ag 156	PO7563	BAg-7	AG 102	BAg-7
Ag 160	PO7600	BAg-18	AG 402	BAg-18
Ag 205	PO7205		AG 208	
Ag 212	PO7212		AG 207	
Ag 225	PO7254		AG 205	BAg-20A

Ag 230	PO7301	BAg-20	AG 204	BAg-20
Ag 235	PO7351	BAg-35		BAg-35
Ag 244	PO7453		AG 203	
Ag 245	PO7453	BAg-5		BAg-5
Ag 250	PO7503	BAg-6		BAg-6
Ag 265	PO7560	BAg-9		BAg-9
Ag 270	PO7700	BAg-10		BAg-10
Ag 272	PO7720	BAg-8	AG 401	BAg-8
Ag 325		BAg-33	AG 307	

В-қосымша

Ag 330			AG 306	
Ag 335		BAg-2	AG 305	BAg-2
Ag 340			AG 304	
Ag 345		BAg-1	AG 302	BAg-1
Ag 350		BAg-1a	AG 301	BAg-1A
Ag 351		BAg-3	AG 351	
Ag 425		BAg-29		BAg-26
Ag 427	PO7427		AG 503	
Ag 440	PO7440	BAg-4		BAg-4
Ag 449	PO7490	BAg-22	AG 502	BAg-22
Ag 450	PO7505	BAg-24		BAg-24
Ag 454	PO7540	BAg-13		BAg-13
Ag 456	PO7560	BAg-13a		BAg-13A
Ag 463	PO7630	BAg-21		BAg-21
Ag 485	PO7850	BAg-23	AG 501	BAg-23

Құрамында мыс және фосфор бар

CuP 178	C55178			BCuP-1
CuP 179	C55179		CP 203	
CuP 180	C55182		CP 202	BCuP-2
CuP 181	C55181	BCuP-2		
CuP 182	C55181		CP 201	
CuP 279	C55279		CP 105	
CuP 280	C55280	BCuP-6		BCuP-6
CuP 281a	C55281	BCuP-3	CP 104	
CuP 282	C55282	BCuP-7		BCuP-7
CuP 283	C55283	BCuP-4		BCuP-4
CuP 283a			CP 103	
CuP 284	C55284	BCuP-5	CP 102	BCuP-5

CuP 285	C55285	BCuP-8		
CuP 286	C5585		CP 101	BCuP-8
CuP 385	C55385	BCuP-9		BCuP-9
CuP 386	C55385		CP 302	
CuP 389	C55389		CP 301	
		Мыс қоспа материалдары		
Cu 087		Bcu-2		BCu-2
Cu 099		BCu-1a	CU 103	BCu-1A
Cu 102	C10200	BCu-3	CU 102	
Cu 110	C14180	BCu-1b	CU 101	BCu-1
Cu 141	C11000	BCu-1	CU 104	
Cu 186	C18601		CU 105	
Cu 188	C18803		CU 106	
Cu 922	C92201		CU 201	
Cu 925	C92501	**Мыс және цинк қорытпалары**	CU 202	
Cu 470	C47000	RBCuZn-A	CU302	BCu-6
Cu 470a	?		CU 301	BCu-5

B-қосымша

Cu 471	C47100	RBCuZn-C	CU 304	
Cu 670	C67000		CU 303	
Cu 680	C68000			
Cu 681	C68100	RBCuZn-B	CU 306	
Cu 773	C77300	RBCuZn-D	CU 305	BCu-8
Құрамында никель және кобальт бар				
Ni 610	N99610	BNi-1a	NI 1A1	BNi-1A
Ni 612	N99612	BNi-9	NI 109	BNi-9
Ni 620	N99620	BNi-2	NI 102	BNi-2
Ni 630	N99630	BNi-3	NI 103	BNi-3
Ni 631	N99640	BNi-4	NI 104	BNi-4
Ni 650	N99650	BNi-5	NI 105	BNi-5
Ni 660	N99651	BNi-5a		BNi-5A
Ni 661	N99652	BNi-5b		BNi-5B
Ni 670	N99622	BNi-10	NI 110	BNi-10
Ni 671	N99624	BNi-11	NI 111	BNi-11
Ni 700	N99700	BNi-6	NI 106	BNi-6
Ni 710	N99710	BNi-7	NI 107	BNi-7

Ni 720	N99720	BNi-12	NI 112	BNi-12
Ni 800	N99800	BNi-8	NI 108	BNi-8
Ni 810	N99810	BNi-13		BNi-13
Co 900	R39001	BCo-1	CO 101	BCo-1
Құрамында палладий бар				
Pd 287	PO7287	BVAg-30	PD 106	BPd-1
Pd 288	PO7288		PD 204	BPd-7
Pd 387	PO7387	BVAg-31	PD 105	BPd-2
Pd 388	PO7388		PD 104	BPd-3
Pd 481	PO7481		PD 103	BPd-4
Pd 483	PO7483		PD 203	BPd-8
Pd 484	PO7484		PD 102	BPd-5
Pd 485	PO7485		PD 202	BPd-9
Pd 496	PO7496			BPd-11
Pd 587	PO7587	BVAg-32	PD 101	BPd-6
Pd 597	PO7597			BPd-10
Pd 647	PO7647		PD 201	BPd-14
Pd 657	PO7657	BPVPd-1	PD 301	
Құрамында алтын бар				
Au 295	PO0295		AU 104	BAu-1A
Au 300	PO0300	BAu-5		BAu-5
Au 351	PO0350	BAu-3		BAu-3
Au 354	PO0354	BVAu-9		
Au 375	PO0375	BAu-1	AU 103	BAu-1
Au 503	PO0503	BVAu-10		BAu-11
Au 507	PO0507	BVAu-7		
Au 625	PO0625		Au 102	
Au 700	PO0700	BAu-6		BAu-6

Au 752	PO0752		Au 106	
Au 755	PO0753			BAu-12
Au 800	PO0800	BAu-2		BAu-2
Au 801	PO0807		AU 101	
Au 827	PO0827	BAu-4	AU 105	
Au 927	PO0927	BVAu-8		

[a] ISO 17672-дегі Cu 511типінің Cu 595-пен қорытпаларының AWS, EN 1044 стандарттарында баламалары жоқ, себебі олар аталған кестеде жоқ

Алфавиттік көрсеткіш

F және t әріптерінің соңынан келетін беттердің нөмірлері суреттер мен кестелерді білдіреді.

А
АӨҚ белгісі, Алюминий өндірушілер қауымдастығын қараңыз
Абразивті плакировкалау, 109, 264, 265 Абразивті орта, анизотроптік, 34,34f
Сапалы қосылыстар, 63, 284; сондай-ақ қосылыс *технологияларын қараңыз*
Аккредиттеу, операторларды бекіту, 250–258
операторларды бекіту, 247
дәнекерлеу бөлшектерді бекіту, 237–244
КУПП, 249
Ауыспалы дәнекерлеу, 246, 255
Сынау және тексеру, 248–249
ақпарат және талаптар, 245–246 нормативтік сілтемелер, 237
Тексеріп қарау, 235
ДТСТ, 246–247
тексеру рәсімі, талаптар 236–237 қолданудың бекітілген диапазоны, 249
қолдану саласы, 237
кезеңдер, 238
терминдер және анықтамалар, 244–245
сынауға арналған үлгілер және тәжірибелі үлгілер, 247–248
Ацетилен, 94, 96f, 97f, 106
Белсенді қорытпа, 1, 18, 193, 196f, 198;
Белсенді дәнекерлер, 195–197 Қосымша флюс, 106;*сондай-ақ қараңыз*

Флюс
Байланыстыратынды бүрку, қоспа металл, 278
Күміс 272, 71, 72, 321t, 322t, 351, 270
Дәнекер ұнтағы, 73, 212
Алюминий қоспалары, 173t
Алюминий өндірушілер қауымдастығы, 173t
Алюминиймен дәнекерлеу; *сондай-ақ Дәнекерлеуді қараңыз*
Пайдаланылатын флюс, 178
  процестің пайда болуы, 168–169
  қосылыс эскизінің критерийлері, 173–175, 174f
  NOCOLOK® пешінде дәнекерлеу,179–181
  процестің параметрлері, 169–172, 170f, 171t, 172f
  процестер, 175–182
  соңғы әзірлемелер, 182
  баламалы қондырма материалдар сериясы, 323
  техникалық жағдайлар, 167
  вакуумдық дәнекерлеу, 181–182

Толтырғышы бар алюминий аралық қабат, 19, 176, 177f
Алюминийлі жылу алмастырғыштар, 175–176, 176f,
  бұйымның қақпағы, 179f
  CAB пешінде өңделетін жылу алмастырғыш түрлері, 180
Алюминий негізіндегі қоспа материалдар, 58–59
Магний және алюминий оксиді, 180
Алюминий-кремний жүйесі
  қос эквилибрум, 271f
  эвтектикалық композиция, 171
  кремний мөлшері, 270, 271f
Аммиак, коррозия, 217–224, 219f, 222f, 223t
Келтіру жылдамдығы, 47, 69, 162, 275
  пеште дәнекерлеу кезінде, 276–277
үш мәртелі түйісті қосылыс, 40f
Құрастыру, қол жанарғысымен дәнекерлеу, 107
Көмек, жарамсыздықты айқындау, 188
Аустениттік болат, 226, 227
Автоматтардырылған дәнекерлеу, 31, 74, 76, 109, 110, 111,
211;сондай-ақ жалынмен механикаландырылған дәнекерлеуді
қараңыз
Цикл уақыты, 211–212
  Күрделілік шкаласы, 254

Автомобиль бақылау климаты, 169 ағынның орташа жылдамдығы, 3–5

В

Жалынның кері серпілісі, *Жалынның кері серпілісі*
Негіз материалының *Жалынның кері серпінісін* қараңыз, 206
Сфероидизациялау, 33
Негізгі металл, 231
Қалпақшалы пештер 147; *сондай-ақ Пештерді қараңыз*
Бүгілуіне сынау, 249
Байланыстыратын зат, 198, 212, 280
Қара және қоңыр флюс, 269
Плакировкалау
  абразивті, 109, 264, 265
  құммен плакировкалау, 33
  орташа, 34
соқыр тесік, желдету, 49, 49f
Бордың мөлшері, флюс 269 бөтелке, 89
Төменгі жүктемесі бар вакуумды пеш, 154–155, 156f
КУПП

СПП

Мыс ішпек, дәнекерлеу, 63, 65; Қалпына келтіру атмосферасы бар пеште дәнекерлеуді *қараңыз*, 213–216, 214f,214t, 216
Дәнекерлігі, 173, 178
Дәнекерлі қосылыстар, 2, 3, 6, 24, 27, 39, 50, 53, 68, 127, 130, 174, 189
  ең жоғарғы температура, 218–224, 219f, 222f, 223t
Дәнекерлеуші, 244
Парктік-дәнекерлеу, 65, 220, 237
Қорытпалар пасталары, 53, 73–76
  қыздырғыш зат, 74, 75f, 76t
Флюс, 11–12, 72–73, 262–263; *сондай-ақ*
Флюссіз дәнекерлеу *дегенді қараңыз*
  Алюминийлі дәнекерлеу , 178
  бор мөлшері, 269
  кеңінен пайдаланылатын флюстер, 73t
  жанарғымен дәнекерлеу, 106
  оксидтерді жою, 22–23
  процестің параметрлері, 267–270, 268f, 270t, 271f

Вакуумдық дәнекерлеу, 65–69
алюминий, 181–182
тиегіш түбі, 154–155, 156f камералы пештің жүйесі, 154, 155f
сумен салқындайтын қаптамасы бар вакуумды пеш, 164–165
пайдаланылатын қондырма материалдар, 153–154
жалпы пікірлер,161–165
салқындатпайтын қаптамасы бар вакуумды пеш, 164
шолу, 1, 153
оксидтерді жою, тетік, 163 процесс, 153–154
параметрлер, 158–161
пайдаланылатын процестер, 161
өздігінен тазалану 157
шахталы пештің жүйесі, 155–156, 156f бу қысымы, 165, 166f
Дәнекерлеу операторлары 245
аккредиттеу,
бекіту, 247
КУПП, 249
Дәнекерлеуді бекіту рәсімі, 257
Бекіту сертификаты, 256
Сынау нәтижелері, 258
СПП, 244
Сынау, 244
Дәнекерлеу процесі
бекіту,
артықшылық, 17
алюминий,
капиллярлық ағын, 3–8, 4f, 6f, 7t, 22–26, 23f, 24f
компоненттердің тазалығы, 32–34, 33f,34f
өлшемшарттары, 17
анықтамалар және қағидаттар, 17–22, 18f, 21f жабдығы, 13–14
экзотермиялық дәнекер, 105, 136, 139, 142, 222,265
флюссіз, 261–262, 273–277
пеш, *Пеште дәнекерлеуді қараңыз*, 8–14, 9t, 10t
Еңбекті қорғау және қауіпсіздік
Индукциялық жылыту, 119–122, 121f Поликристаллды алмаз,
дәнекерлеу
ережелер, 7–8, 7t, 24, 25–26, 28, 32, 34–35,
87, 171
Олқылықтарды анықтау,

Қолайсыз секциялар, әртекті металдар, 132–133, 132f
ылғалдау, 1–2, 3f
флюсті пайдалану, 260–261, 261f
Төсем, 233
Дәнекерлеу температурасы, 5–6, 42, 44, 49, 50, 52, 69, 84, 117, 157, 160, 170, 182, 194, 198, 210, 214, 241, 268, 269
Ауыспалы дәнекерлеу, 246, 255
Сым, 233
Люссіз қосылыс, 273 қосылыс эскизі
Қара және қоңыр флюс, 269
Жанарғы дизайні, 100–104, 100f
пилотаж, 101–104, 101f, 102f, 103f
Газдың жануы, 89–91, 90t, 91t
жылдамдық, 92–96, 94t, 95f жану жылдамдығы, 308, 309t,
Түйісті қосылыс, 40–41, 40f

С

СПП
Буландыру, 10, 10t
Кадмий мөлшері бар қорытпалар, 8–11, 60 Кадмий мөлшерісіз қорытпалар,
Калориялық, газдар, 87–88, 88t, 89t Капиллярлық тарту, 39, 268f Капиллярлық дәнекерлеу, 259,267–268
Капиллярлық ағын, 3–8, 4f, 6f, 7t, 22–26, 23f, 24f; *Сондай-ақ* бейімделудің *Дәнекерлеу процесін қараңыз*, 19–20
ағынның орташа жылдамдығы,
ағынның жылдамдығы, 3–5
қосылыс бұрышы, 3, 4f, 23
ағынның қашықтығы, 7t
температуралық градиент, 5–6, 7f Капиллярлық күш, 23, 23f
Көмірсутекті болат, 224, 225
Көмірсутектің электр жылытқышы, 128
Көміртектендіру жалыны, 81

Керамика
Тікелей дәнекерлеу, 190–197, 191f қондырма материалдар,

192–197, 192t
Біліктілік сертификаты, 238
Хлофторкөміртек газдары (CFCs)
Камералы пеш жүйесі, 147, 154, 155f;
Үзіліссіз конвейер,
Қоспа металды таңдау кестелері, 315–322
Химиялық жанасым, ылғалдану, 1–2, 23
Химиялық редукция, 24–25 Хлофторкөміртек газдары, 217
Қоспа материалдың қаптамасы, 278
CuPinISO сыныбы17672:2010, 2
Тазалық
Саңылау, 264–265 компоненті, 32–34, 33f, 34f
Қол жанарғысы, 104–105, 105f Бақылау климат жүйелері, 169
жаппалы саңылау, 278–279, 279f
Терең байланыс, 126f, 127
Салқын процестер, 15, 16f
Кестелерді салыстыру, 325–328
Оператордың толық бақылау, 110
Күрделілік шкаласы, 243–244, 254
Компоненттердің тазалығы, 32–34, 33f, 34f;
Компрессия, 44, 225
Жүргізу, 85–86, 86f Конфигурациялар, қосылыс эскизі
Қорытпаларды алдын ала орналастыру, 50–54, 51f, 53f, 54f, 55fbasic, 38, 38f
Түйісті қосылыс, 40–41, 40f
Қосылыс ұзындығы, 39–40, 39f кернеуді тарату, 41–43
Құбырдан құбырға құбырлық қосылыс, 43–45, 45–50, 47f, 48f
Капиллярлық ағынның байланыс бұрышы, 3, 4f, 23 Үзіліс әрекет конвейерімен пештер
Байланыс газдың орналасуы, 149, калибрлеу, 149, 151
Дөңес жағы бар пеш, 149, 150f
Лентамен өрілген конвейер, 147, 148f
Контракцияға арналған созылу кернеуі , 45
Атмосфераның бақылауымен дәнекерлеу, 179; *сондай-ақ*
Дәнекерлеу роцесін *қараңыз*
Алюминий жылу алмастырғыштар
180
Конвекция, 85–86, 86f вакуумдық салқындату, 160

Мыспен дәнекерлеу, 62
Вакуумда, 63
Мыспен дәнекерлеудің қоспа материалдары, 62–65
А-бөлім, 62–63
В-бөлім, 63, 65
С-бөлім, 64t, 65
Copper-nickel thermal equilibrium, 204, 205f Copper-phosphorus binary equilibrium, 2, 3f Corner joint, 38, 251
Коррозия
аммиак, 217–224, 219f, 222f, 223t
жарылған жер, 226–233, 229f, 231f, 232t беттік аралық, 228–231, 229f, 231f
коррозийлық флюстер, 108
Түйіндесу факторы, 123
CourtJewellers, 17
Сызаттық коррозия, 226–233, 229f, 231f, 232t
Дәнекерлеу критерийлері, 17
Кесілген сым, 52–53
Крест тәрізді перфоратор, 271–273, 272fCu 186, 63, 321t, 322t
Мыс және аммиак гидроксиді, 217
Мыс оксиді, 81
Цикл уақыты, 211–212

D
Деформациялық кернеу, 41–43, 41f Ерітілген металл, 62
Қосылыс дизайні
Тазартатын құралдар, 1
Конденсация нүктесі 24
сапалы қосылыс, 215–216
Шектемелі жылы созылу, 49, 158, 241
Диффузия, 23, 24f
Тікелей дәнекерлеу 190–197, 191f
Жалынмен дәнекерлеуді тікелей бақылау, 13
Бетті тікелей жылыту, 128, 133, 133t
Айырмашылық және сұйылту феномені, 164
Сұйылту, 1, 167, 233
Құжаттар, нормативтік сілтемелер, 237

Кідіріс уақыты, 212
E
Қондырма материалдардың электр өткізгіштігі, 53–54
Электрод көмірі, 131–133, 132f, 132t Электрод электролизі, 81–82, 82f
Электрмен қоршалған құрылғы, brazing, 203–206, 205f
EN1045 ТипFH12, 269
EN1045 ТипFH10,269 EN1045 ТипFH21,271 EN1045 ТипFL10, 178 EN1045 ТипFL20, 178
Орта, бөлшектерді бекіту, 239–240
Жабдық, 13–14
Эрозия, 25, 270
Еуропалық стандарт (EN1045: 1999), 262 Еуропалық одақ (EU)
Кадмий мөлшерімен қорытпалар, 8, 60 Эвтектикалық композиция, 26f, 27
Алюминий-кремний жүйесі, 171
Эвтектикалықматериалдар, 19, 26–27
Бірқалыпты қыздыру, 125
Сынау және тексеріп қарау, 248–249 бекіту қосымша сынау, 248–249
сынау ұзақтығы 248
металлографикалық сынау, 248
Қайта сынау, 249
Сыртқы сынау, 248 Сынаушы және сыналатын объект, 245
Экзотермиялық дәнекерлеу, 105, 136, 139, 142, 222, 265
Сыртқы өткізгіш, 127
F
Тез суып қалу, 160–161
Түйіндес бет, 233
Секундына фут, 93, 308
Перлиттік болат, 226
Файбербраксқа арналған кенеп мата, 182
Қоспа материалдар
Алюминий негізінде, 58–59
Араның дөңгелек еніне шаржының салмалы тістерін дәнекерлеу, 206–213, 207f, 211t
Керамика үшін, 192–197, 192t
Мыс негізінде, 62–65

Электр өткізгіштік, 53–54
Ағынның арақашықтығы, 7t
Жоғары өткізетін, 270, 271f
Кобальт және никелий мөлшері бар жоғары температуралы материалдар, 65–69
Ең жоғары температуралар, 223t
Балқытылған қоспа материал, 61, 170, 170f
шолу, 1–2
алдын ала орналастыру, 283–286, 284f, 285f
ағын деңгейі, 2
ағынның шектеуі, 20
таңдау, 241–242
күміс негізінде, 59–60, 267–270, 268f
Материал ағыны
Микробөлшектер бағыты, 34, 34f ағынның бағыты, 170–171, 170f арақашықтық, 7t
Шектеулі дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
Ұзақ ағын, 20, 21f, 22t
дәреже, 2
шектеу, 20
түрлер, 20, 21f
ағынсыз дәнекерлеу, 20, 21f, алдын ала орналастыру
қоспа материал, 278–283
Қоспа материалдар
Салыстырмалы кестелер, 325–328
Таңдау кестелері, 315–322
Төсем, 52–53
Жік, 39, 40f, 51, 59, 174, 284
Сорғы жабдығы, 161, 87
Фиксациялық үзілу, 278, 279f жылытудың тиянақталған кезеңі, 84
Эскизқосылыстар 242
Отпен дәнекерлеу; артықшылықтар 77
алюминий 168
энергия саны, 83 қолдану, 2, 77
жалынмен дәнекерлеуге арналған автоматтандырылған машиналары, 109
дәнекерлеудегі өзара байланыс, 82–83, 82f
Газдар мен қоспалар
Жылыту және температура, 84–85, 85t нұсқаулық,

материал түрі 83
NOCOLOK177–178 пешінде дәнекерлеу
Процесің күрделілігі, 110–113, 110t, 111f, 113f, 114f, 115f, 116f
жылу тарату, 85–86, 86f
жалпы жылыту, 86–87, 86f, 87f
жалын жылдамдығы , 93, 95f, 96, 98, 99, 100, 308
Жалынмен қыздыру, 13, 243 икемділік
жүйе 111
проблемалардың шешімі, 187–188
Тұрақсыздық, 25
Екіншілік түрдегі флюс, 263
Фторид мөлшері бар магний тұзы, 181
Флюс, 11–12, 262–263
Алюминий дәнекерлеу, 178
бор мөлшері, 269
коррозиялық, 108
пайдаланылатын флюстер, 73t газ флюсі, 73, 106
қол жанарғысымен дәнекерлеу, 106 оксидті жою 22–23
параметрлер, 267–270, 268f, 270t, 271f
флюстің таусылуы, 265–266
Екі флюс, 12
Флюссіз дәнекерлеу, 261–262, 273–277;
Жақындасу жылдамдығы, 276–277
Дәнекерлеуден алынған табыстар, 273
экономикалық дайындау, 273–274
жылыту дәрежесі, 274
үзілу түрі, 274–276, 274f, 276f Қорытпалар
қоспа металл, 278
алдын ала орналастыру, 52, 53f, 285f

Ағындардың арақашықтығы, 7t

Жанасым 2
Жие қойылатын сұрақтар, 188–190
Пеште дәнекерлеу
Келтіру жылдамдығы, 276–277
Үздіксіз әрекет конвейері бар пештер, 147–149, 148f, 150f, 151f
Қыздыру көзін дамыту, 151–153, 152f қыздыру деңгейі, 274
шолу 135–136
оксидтер 136–139, 137t

шектеулі атмосферада, 139–147 түрлер, 147–153
Пештер:
Камералы пештер, 154, 155f
Сумен салқындайтын қаптамасы бар вакуумды пеш, 164–165
жоғары температуралы пештер, 154, 156
дөңесімен пештер,149, 150f
NOCOLOK® пештері, 179–181, 260
қорғаныс атмосфера конвейері бар пештер, 14
радиациядан қорғанысы бар пештер, шектеулі атмосферасы бар пештер
жез дәнекер, 213–216, 214f, 214t, 216
қоршалған дәнекермен дәнекерлеу, 204–205, 205f
шахталы пеш жүйесі, 155–156, 156f
бір камералы пеш,
балқығыш флюс, 267–270

G

Үзілулер
Тазалық, 264–265
өлшеу, 241
экономикалық дайындау, 46
қоспа материалды алдын ала орналастыру, 278–283 қыздыру деңгейі, 46
қыздыру режимдері, 265–266
маңыздығы 259–286
ауамен дәнекерлеу,264 сұрақтар, 263–267
қосылысты қоршау ұзындығы, 266–267, 267f өндірістік этика, 266, 266f қолайлы мән, 49–50
процесті бақылау , 262
Шектеулі атмосферада дәнекерлеу 45–50, 47f, 48f
Көп қабатты қосылыс, 278–283, 279f, 280f, 281f, 282f
көлем, 24, 264
бет, 49
беттің бұдырлығы, 263–264
түрлер, 46–48, 47f, 48f, 274–276, 274f, 276f
соқыр тесіктер, 49,
флюс 73, 106
газдар мен қоспалар

жану 89–91, 90t, 91t
жану жылдамдығы, 92–96, 94t, 95f
Калориялық, 87–88, 88t, 89t
қосылыс 91–92, 92f
температура, 92, 92f
газдық флюстеу, 106
геттер, 181
майлайтын зат, 32–33, 33f, 265
плакировкалау, 33–34
нұсқаулықтар, 236–237

Н

Жартылай жік, 174–175, 174f

қол жанарғысымен дәнекерлеу, 77
құрастыру 107
тазалау 104–105, 105f
электрод электролизі, 81–82, 82f
флюстеу, 106
алтын ережелер, 78–80 қыздыру, 107–108
дәнекерленгеннен кейін тазалау, 108–109
шынығу, 108
техника, 104–109
қиындықты анықтау тесті, 249
Жылыту беру, 87, 132, 162
Қыздыру бөлігін дамыту, 30–32, 31f, 39, 84, 151–153, 152f
Балқытылған металл ағыны, 170, 170f
Қыздыру
дәнекерлеу температурасына дейін дәнекерлеулер, 160
бір қалыпты, 125
қол жанарғысымен дәнекерлеу 107–108 индукция
әдістер 243
іріктеу әдістері 253, 324
деңгейлер, 46, 274
режимдер, 265–266
кедергі,
біркелкілік, 86–87, 86f, 87f
ауыр тартылыс, 47, 47f, 274f

Жоғары өткізгіш материалдар, 270, 271f үлкен жылдамдығымен болат,224–225
Жоғары тем. дәнекерлеу
Крест пішінді перфораторлар, 271–273, 272f
Жоғары температуралы никель материалдары, 65–69
артықшылықтар, 157
қосылыс
жоғары температуралы, 15, 16f 106
адам терісі,
дөңесі бар пеш, 149, 150f;
сутекті нашарлығы, 81
сутек гидроксиді, 307
гипоэвтетикалық композициялар, 68

I

Ластау деңгейі, 71, 71t

Ауада дәнекерлеу
Үзілуін жалғау, 264
температура, 31, 31fIn-car бақылау климаты, 169
жанама әдіс, 129, 131f, 297f
индукциялық жылыту, 13, 117, 243, 298fв дәнекерлеу, 119–122, 121f
қосылыстар эскизі, 123–127 кемшіліктер, 119, 120
индуктордың пішіндері, 122–123, 122f, 123f жұмыс қағидаттары, 118–119, 119f
формула, 118
индуктордың пішіндері, 122–123, 122f,
123f*IndustrialBrazingPractice*, 168
ақпарат және талаптар, 245–246
Дәнекерлеуге арналған желілік машиналар, 109 қоспа қылып шығару, 2, 6, 20, 204–205, 270 бет коррозиясы, 228–231, 229f, 231f
Тартылыс, 63, 261, 274f
Қоспа материалдардың халықаралық стандарты, ISO 17672/2010, 58
Кері тәуелділік заңы, 124
Иридий, 69
ISO 17672 ВидAg 130, 269
ISO 17672/2010 Ni 600, 19
ISO 17672/2010 Ni 610, 19

ISO 17672:2010 449, 42, 202, 203, 220,
221, 270 Ag типі
ISO 17672:2010 CuP 284, 27 типі
ISO 17672:2010 Pd 485, 70 типі
ISO 17672:2010 Pd 496, 70 типі
ISO 17672:2010 Pd 597, 70 типі
ISO стандарт 17672:2010, 2, 10, 11, 61–62, 65
ISO стандарт 17972:2010, 5
J
Қосылыс инженері, 15
Қосылыс технологиясы
Аммиак, коррозия және, 217–224, 219f, 222f, 223t
Капиллярлық тарту, 22–26
Салқын процесс, 15, 16f
Әртекті негізгі материалдар, 126–127, 126f, 127f
Эвтектикалық композиция, 26–27, 26f
Жылытқыш материалдарды дамыту, 30–32, 31f
Горячие процессы 15,16f
Шектеулі ағынымен дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
тұрақсыздық, 27–28, 28f
ликвидус, 26, 26f
ұзақ ағынымен дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
балқу деңгейі, 26, 26f
біріктірілетін бөлшектер, 237–244 терезе, 29–30, 30f
тақырып бойынша сұрақтар,16t
шолу 16f
солидус, 26, 26f
жұмыс температурасы, 27, 27f, 61
қосылыс тазалығы, 49
қосылыс эскизі
бөлшектерді бекіту, 240–241
критерийлердің конфигурациялары, 173–175, 174f
индукциялық жылыту, 123–127
мәні, 241 popular, 251
тәжірибелік қарау, 38
ережелер, 37
реттілік 314
дәнекерлеу, 174, 174f, 251

тазалық, 264–265
өлшеулер, 241
қоспа материалды алдын ала орналастыру, 278–283
жылыту деңгейі 46
жылыту режимдері, 265–266
маңыздығы, 259–286 for
қоршау ұзындығы 266–267, 267f

Көп қабатты қосылыс, 278–283, 279f, 280f, 281f, 282f
өлшемі 24 , 264
бетін дайындау, 49
бет бұдыры 263–264
түрлер 46–то48, 47f, 48f, 274–276, 274f, 276f
қоршау ұзындығы 39–40, 39f
үзілу, 266–267, 267f
материалдың қалындығы, 252, 267f
қосылыс, 237–244

K

Бүрлеуленген қосылыс, 48, 48f, 275–276, 276f

L

Түйістіріп қосу, 40, 173, 174f
Лазермен қыздыру, 243
Жарықтың араласуы 46, 47f, 274f, 275 жарықтың кері серпілісі 95, 95f
Шектеулі ағынымен дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
Тұрақсыздық, 27–28, 28f
Ликвидус температурасы, 26, 26f, 27, 193
Қолда бар оқшаулау (LEV), 11
Ұзақ ағынымен дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
Балқу дәрежесі, 27–28 әлсіз қосылыс, 125, 126f

M

Магний мөлшері, 180–181
Нұсқаулық , 81–2, 82f
Химиялық реакция, 81

Алтын ережелер, 78–80 өндіруші 245, 256, 258
Өндірістік этика,
Мартенситтік болат 226–227
Материал түрі 83
Теңеуіш бет 22, 106, 157, 228
талаптар, 240
Ең жоғары рұқсат етілген температура
223
Ең жоғары температура, 263
Механикаландырылған дәнекерлеу, 77, 78
Балқу нүктесі, 2, 3fMeltingrange, 26, 26f
Қоспа материалдың композициясы, 220–221
Сол жерде балқыту әдістері, 18

Тор лентасы бар транспортер, 147, 148f металлографикалық
сынау, 248
Сынау
Микросызаттар 34, 34f, 49
Балқытылған материалдар
ағын170, 170f
әрекет, 61
көп діңдік жанарғы, 103–104, 103f

N

Никель негізіндегі қондырма материалдар, Коррозияға
ұшырамайтын флюс, 109
Үлгіні бұзусыз сынау, 235, 247, 248, 249
Нормативтік сілтемелер, 237
Науа 40
Жанарғы 81

O

Ылғалдау кезіндегі май, 32–33, 33f, 265
Операторлар 245
бекіту
оптикалық параметрлер, 111, 131, 198, 203 қолайлы үзілулер,
49–50

параметрлер 50
артық қыздыру, 26, 81, 121, 125, 131, 203, 22
тотығулық
флюс оксидін жою 22–23
Қосылатын бет , 242 тетік163
Ылғалдаудағы оксидтер, 260
Оксидті-ацетиленді дәнекерлеу, 96, 97f, 98f, 100, 218 оттек,
қоспалар мөлшері, 98
Оттек және пропан қолданумен жылыту, 81–82, 82f

P

Палладий, 69
Негізгі материал 240
Кесуге тестілеу, 249
Пентоксид, 62
Фосфордың мөлшері 2, 3f
Фосфор пентоксиді, 62
Басқарылатын жанарғылар, 101–104
Илемді диформация диапазоны, 26, 26f
Тілімше жылу алмастырғыштар, 280, 281f
Плакировкалау, 278 Platinum, 69
Қалталы эскиз, 200f
Бордың поликристаллды нитрид (PcBN), 191f поликристаллды гауһар
(PCD), brazing;191–192, 197, 199, 200f–201f
S көтеріліп бара жатқан температураның кернеуі 202–203,202f
Қаттылық және төзімділік ,201t
Қуыстық , 181
Дәнекерленгеннен кейін тазалау, 108–109
Жалынның дайындалған қанаттары 50–52, 51f
Ерте қату, 270
Қорытпалардың алдын ала орналасуы
50–54, 51f, 53f, 54f, 55f
қоспа материалдар, 283–286, 284f, 285f процесті талдау
әдіснама 239
тексеріп қарау критерийлері, 239–244
процесс температурасы, 172 , 110, 111
процесс терезесі 29–30, 30f, 81
өндіріс икемділігі 110

атмосфералық кедергінің конвейері бар пештер, 14;
сорғылар , 161
оптикалық аспаптар 111, 131, 198, 203

Q

Салқындау, 108, 225
Проблемалардың, сұрақтардың шешімі 185–187 сирек қойылатын сұрақтар 188–190

R

Радиал қосылыстары, 51 радиациялық шамдар,
243
радиация 85–86, 86f
растау 249
ағынның жылдамдығы, 2
атмосфераны қысқартумен дәнекерлеу, 62
Қалпына келтіру жалыны 291
қысқартылған атмосферасы бар пештер;
төсем, 213–216, 214f, 214t, 216 brazing
электролитикалық жабыны бар асапап, 204–205,205f

отқа төзімді оксидтер 33
Қайта балқу температурасы, 68, 157
Байланысты электр жылытқыш, 13, 128–134, 243 негізгі
қағидаттары, 128, 128f
Бетті тікелей жылыту, 133, карбондардың электродтары, 131–133,
132f, 132t жанама әдіс 129, 131f, 297f
әдістер, 128
қолдану әдістері, 134
қайта тестілеу, 249;
Родий , 69
Роботтандырылған жүйе, 111
Айналмалы машиналар, 109, 115 f форвакуумды сорғы, 161
Рутений , 69

S

SafeFlame® жобасы, 307–312
Дәнекерлеу кезіндегі қауіпсіздік, 8–14, 9t, 10t

Тұзды ванналарда дәнекерлеу, 168–169, 243
Көп қабатты қосылыстар, 278–283, 280f, 281f, 282f қолдану, 279–282
Вольфрам карбиді, 279–280, 280f жабық саңылау, 278, 279f
Жалғанған саңылау, 278, 279f
тілімше жылу алмастырғыштар, 280, 281f
Никель негізіндегі қатты қосылыстар, 282 машиналық жылу алмастырғыштар, 280–282, 282f
кестелер, 315–322
Өздігінен тазалану әсері, 157 өздігінен белгіленетін қосылыстар
Сервис шарты 240, 250
Шахталы пештер, 155–156, 156f;
Күшті сынау, 39
жылжытуға сынау 249
Кремний карбиді, 194
Силикон мөлшері, 270, 271f
Күміс негізіндегі құйындылар, 20, 121
Күміс негізіндегі қоспа материалдар 59–60, 267–269, 268f
Кемірек еркін ағын, 269–270
цинк пен мыстың күміс құйындысы, 59–60
Цинк және қаңылтыр мысының күміс құйындысы
Цинк пен кадмий мысының күміс құйындысы , 59 бір
камералы пештер 154–155, 156f
Камералы пештер, 154, 155f шахталы пештер, 155–156, 156f
жоғарғы жүктелуі бар вакуумды пештер, 155–156, 156f

Бір ұңғылы жанарғы 101–103, 102f, 103f артықшылықтар мен кемшіліктер, 102
Үзілу өлшемі, 24, 264
Төсем 62
Құбырлы қосылыстар, 50, 266f
Түйіспелі жетектің сырғымалы жүйелері,109
салқындаудың баяу дәрежісі, 160 S
Белсенді дәнекерлеу, 195–197
Солидус температурасы 26, 26f, 27, 263
Кадмий мөлшерісіз күміс қорытпалары, 60
Меншікті жылулық 84 спектографтік талдау, 71
Тот баспайтын болат, 62, 66

Тот баспайтын болаттан жасалған жылу алмастырғыш, 157–158, 158f, 159f
Қадамды дәнекерлеу 60, 72
Тікелей төсеме, 48, 68, 275, 276f тарату кернеуі 41–43
Деформациялық кернеу, 41–43, 41f термальдік кернеу 42–43, 43t, 44f
Құрамында сульфат бар компоненттер
Бетін өңдеу, 49
Беттің бұдырлығы, 33f, 263–264 икемділік, 111

T

Кестелер 325–328

Үш қабатты қосылыс, 40, 40f
Температуралық градиент, 5–6, 7f температуралардың қауіпсіздігі, 218–224
Үзілуге сынау 249
Үзілу күші 273
Сынау учаскесі, 245, 246–247
Сынау объектісі, 245, 246–247
Термальдік созу
Ұзындықты өзгерту 250
жылу созу, 49, 158, 241
жылулық стресс 42–43, 43t, 44f
материалдың қалыңдығы, 252, 267f
Болат құралдар, 224–225
Толық толтыруы бар вакуумды пештер, 155–156, 156f
Жанарғыларды *қараңыз*
Нұсқаулық,
Кедергісі бар жанарғы,128, 129f
Толық залалсыздық , 275 жылу беру
Өткізгіштік , 85–86, 86f
конвекция, 85–86, 86f
Булану, 25
Пісіру, 174, 174f, 251
Ылғалдау 1–2, 3f; *see also* Brazing process
агенттер 1
тосқауылдар 260
химиялық жанасым, 1–2, 23

байланыс бұрышы, 3, 4f, 23
Коррозиялық қосылыстағы аммиак, 217–224, 219f, 222f, 223t
214t, 216
дәнекерлеу 197–203, 197f, 198f, 199t,
200f–203f, 201t
коррозия, 226–233, 229f, 231f, 232t керамиканы тікелей
дәнекерлеу, 190–197, 191f
икемділік 187–188
жие қойылатын сұрақтар, 188–190 проблеманы анықтау, 183–184
әдіснама, 184–185
сұрақтар, 185–187
кеңестер 188
құрал-саймандарға арналған болат, 224–225
құбырдан құбырға құбырлы қосылыстар, 43–45
құбырлы қосылыстар 283
вольфрам карбиді, 279–280, 280f

U
Қорытпаларға арналмаған болат, 241
Дәнеркерленген жіктің жұқаруы, 25
Жалпы жылыту, 86–87, 86f, 87f
Белгіленбеген созу, 42
Белгіленбеген қысу, 42

V
Вакууммен дәнекерлеу, 65–69;
қысым, 165, 166f әртүрлілілiктер, 246, 255
жылу алмастырғыштар, 280–282, 282fVelocity, капиллярлық ағын
4
Визуалдау, 248; *сондай-ақ* Тексеру және сынау, аккредиттеуді
қараңыз
Дәнекерлеу кезінде буландыру, 10, 10t

W
Жуғыш заттар, 52, 53f
Судың салқындауы 13, 78, 108, 225

қоспа материал, 1–2, 170
қайрау, 32–33, 33f, 265
толық құрастыру 133
жұмыс температурасы, 27, 27f, 61

Z

Ағынсыз дәнекерлеу, 20, 21f, 22t
Қоспа материал (дәнекер), 1–2, 170
Жағу, 32–33, 33f, 265
тұтас торап, 133
жұмыс температурасы, 27, 27f, 61 Z
Нөлдік ағын кезінде дәнекерлеу,20, 21f,