

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық
техникалық университеті

М.Б. Құрманалиев, Е.Ө. Қилыбаев

ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ

Университеттің Ғылыми – әдістемелік кеңесі
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2013

ЖОК 621.7 (075.8)

ББК 34.641я73

Қ 77

- Қ 77** Құрманалиев М.Б., Қилыбаев Е.Ө. Пісіру материалдары. Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2013. – 170 б.
Сурет – 8. Кесте – 30. Библиографиялық тізімі – 15 атау.
ISBN 978-601-228-489-8

Оқу құралында әртүрлі пісіру материалдары суреттелген. Олардың физика-химиялық, механикалық және эксплуатациялық қасиеттері келтірілген, сұрақтары қарастырылған, пісіретін материалдардың қолдануымен байланысты әртүрлі түрлеріне пісіру және кепілдемелері берілген.

Пісіру кезінде металлургиялық процестерде және электродтардың жабу құрамдарымен, құрылушы күйінділердің пайда болу есептеулерінің мысалдары келтірілген.

Оқу құралында қарастырылған материалдар, яғни металдарды пісіру кезінде қолданылатын материалдарды таңдаудың әдістемесі жеткілікті дәрежеде қарастырылған. Болашақ инженер – техникалық мамандығы 5B072400 – Технологиялық машиналар мен жабдықтар, 5B070900 – «Металлургия» курсы оқу кезінде «Пісіру материалдары» студенттер үшін пайдалы деп есептейміз.

ЖОК 621.7 (075.8)

ББК 34.641я73

Пікір жазғандар:

Смағұлов Д.У. – ҚазҰТУ-дың «Металтану және термиялық өңдеу» кафедрасының меңгерушісі, т.ғ.к., доценті;

Кетегенов Т.А. – «Қазатомөнеркәсіп» Жоғары технологиялық институт директорының орынбасары, х.ғ.д., профессоры;

Әділиев Ә.С. – ҚазАШМЭФИ бас ғылыми қызметкері, техн. ғыл., докторы.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2013 жылғы жоспары бойынша басылды.

ISBN 978-601-228-489-8

© Құрманалиев М.Б.,
Қилыбаев Е.Ө., 2013
© ҚазҰТУ, 2013.

КІРІСПЕ

Әртүрлі конструкциялардың жалғастары жеке элементтерді өзара қосуға арналған. Жалғастардың түрлерін таңдау қосылатын элементтердің кернеулі күйіне, іске асырылатын жүктеменің мөлшері мен сипатына, қосылатын элементтердің қалпына, жалғастардың жұмыс жағдайларына т.б. тәуелді.

Пісіру жалғастар – ең кең тараған жалғастарға жатады. Тойтармалы және бұрандамалы жалғастарымен салыстырғанда, олар дайындау уақыты мен материалдарды ең аз талап етеді.

Пісіруді қолдану арқылы жалғастың жоғары беріктілігі, пісіру үрдісінің автоматтандырылуы, зауыт жағдайында және басқа да жағдайларда да пісіру жіктің жоғары сапалылығы қамтамасыз етіледі. Осыларға байланысты пісіру жалғастары металдан жасалған барлық конструкцияларда пайдаланады.

Пісіру жалғастар әртүрлі жағдайларда істейтіндіктен, осыған байланысты, оларға әртүрлі талаптар қойылады. Негізгі талап – ол конструкцияға қажетті механикалық беріктікті қамтамасыз ету. Басқа талаптар ретінде – қажетті герметикалық қасиеттерді, химиялық тұрақтылықты, ыстыққа төзімділікті, коррозияға төзімділікті т.б. қамтамасыз ету болуы мүмкін.

Пісіру материалдардың ассортименти, олардың шығыны мен пісіру режимдері басты түрде машиналар мен агрегаттардың конструктивтік ерекшеліктері және жұмыс істеу жағдайларымен анықталады. Көптеген жағдайларда, конструкцияның сенімді жұмысын қамтамасыз ету үшін, пісірілген конструкциясының барлық қажетті пайдаланылу, жұмыс сипаттамаларын қамтитын материалдарды дұрыс таңдау қажет.

Пісіруге таңдап алынған металдар мен қорытпалардың қасиеттері – олардың химиялық құрамы және бастапқы структурасымен анықталады.

Пісірудің әр нақты тәсіліне қарай сәйкес келетін негізгі және қосалқы пісіру материалдарды таңдап алып, пісіру жігінің металына белсенді түрде әсер ету мүмкіндігі туады. Осындай мәліметтер оқу құралында берілген.

1. ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ

1.1. Пісіру материалдардың тағайындалуы

Пісіру кезінде, пісірілетін металдың жиектерін немесе жиектері мен қосымша қоспалы металды балқыту арқылы жалпы металдық пісіру ваннасы пайда болып және де қыздыру көздің жылу әсері аяқталғаннан соң кейінгі кристалдану салдарының нәтижесінде, монокристалл, ажырамайтын пісіру жалғас пайда болады. Көптеген жағдайларда, пісіруді қоспалы металмен жылу көзімен электр жүйесі арқылы тікелей байланысқан сымдар, сырықтар, т.б. түрінде болатын (балқымалы электродпен доғалы пісіру, электрқожды пісіру) немесе тәуелсіз енгізілетін (балқымайтын электродпен доғалы пісіру, плазмалы пісіру, электронды-сәулелі пісіру) арқылы жүргізеді.

Пісіру кезінде өтетін физика – металлургиялық үрдістер (электрод ұшында, доғада, ваннада) жік металының қажетті химиялық құрамын қамтамасыз ету керек. Осының нәтижесінде жіктің қажетті қасиеттері қамтамасыз етіледі: дефектілердің жоқ болуы (жарықтар, кеуектер, т.б.), негізгі (пісірілетін) металмен шамалас беріктігі және жұмыс жағдайларымен анықталатын басқа да қасиеттері. Осыған келесі жағдайлар арқылы жетуге мүмкін: жік металын қоспалы металмен, қаптамамен, флюспен легірілеу немесе пісіруді қоспалы материалдарсыз жүргізгенде, пісіру аймақты арнаулы қорғау әдістерді қолдану (қорғаушы газдар, вакуум).

Белгілі талаптарға сай келетін пісіру арқылы үздіксіз, ажырамайтын жалғастарды алу жолында қолданылатын қоспалы материалдармен басқа да заттарды пісіру материалдар деп атайды.

Пісіру материалдарға келесілер жатады: пісіру сымдар, қоспалы шыбықтар, ұнтақты сымдар, балқымалы қапталған электродтар, балқымайтын электродтар, түрлі флюстар, қорғаушы (белсенді және инертті) газдар. Осы аталған материалдар пісіру жіктің қажетті қасиеттері мен геометриялық өлшемдерін, пісіру үрдісінің жүруінің қажетті технологиялық

жағдайларын, пісіру үрдісінің жоғары өнімділігі мен тұрақтылығын, пісіру кезінде еңбектің қажетті санитарлық – гигиеналық жағдайларын қамтамасыз ету керек.

Осы жағдайларға жету үшін пісіру материалдары келесі міндеттерді атқарады:

а) металлургиялық үрдістер өтетін аймақта балқыған металды, кейбір жағдайда қыздырылған қатты металды, пісірудің барлық кезеңдерінде (балқыту кезінде, доға арқылы ауысуында, пісіру ваннасының балқуында және кристалдану кезінде) қоршаған атмосфераның зиянды әсерінен қорғау (атмосфераның газдарымен қанықтыру);

ә) жік металының химиялық құрамын, оны қышқылдандыру немесе легірілеу арқылы, реттеу;

б) жік металын (күкірт, фосфор және тотықтар мен қождың қалдықтарынан) тазарту (рафинация);

в) жік металын сутек пен азоттан тазарту;

г) кейбір жағдайларда жік металының бастапқы структурасын майдалау немесе модифицирлеу.

Белгілі химиялық құрамды қоспалы металл (пісіру, электродты немесе қоспалы сым, электрод сырығы түрінде) және қосымша құралдар (электродтағы қалың қаптама, флюс немесе қорғаушы газ және ұнтақты сымдағы ұнтақ түрінде) кешенді түрде пісіру аймақты ауадан газды, қожды немесе газқожды қорғауды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, тағы қамтамасыз етілетін жағдайлар, ол:

а) доға жануының тұрақтылығы;

ә) жік металының легіріленуі және қышқылдандырылуы;

б) жік металын зиянды қоспалар мен газдардан тазарту;

г) жікті сызаттар, жарықтар пайда болуынан сақтау.

Сондықтан, пісіру кезінде газды және қожды фазаларда өтіп, пісіру ваннада аяқталып, қажетті қасиеті мен құрамы бар жіктің пайда болуына келтіретін негізгі және электродты металдың күрделі физика – химиялық өңдеуі жүргізіледі.

Осы өңдеуді әдетте пісірудің металлургиялық немесе физика – металлургиялық үрдістері деп атайды.

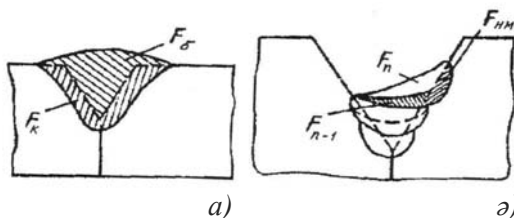
Егер, пісіру үрдісінде қосымша металл пісіру тізбегіне қосылған пісіру (электродты) сым, сырық түрінде балқытылса, оны электродты деп атайды. Ал егер ол пісіру тізбегіне қосылмаса, оны қоспалы (присадочный) деп атайды.

Жіктің кристалданған металы пісіру ваннасында сұйық күйінде балқытылып араласқан негізгі және қоспалы металдардан тұрады. Сондықтан олардың қатысу үлесін жиектердің балқытуға дейінгі бастапқы конфигурацияларының және жіктің соңғы геометриялық өлшемдері бойынша анықталады. Жіктің көлденең қимасының ауданы

$$F_m = F_{\kappa\kappa} + F_{\sigma}, \quad (1)$$

мұндағы, $F_{\kappa\kappa}$ және F_{σ} , – балқытылған негізгі және қосымша металдардың көлденең қималарының ауданы, см^2 ; F_{σ} , әдетте балқытып қапталған металдың көлденең қимасының ауданы деп аталады. Негізгі металдың жіктің қалыптасуындағы қатысу үлесі ($1a$ – сурет).

$$\gamma_0 = F_{\kappa\kappa} / (F_{\kappa\kappa} + F_{\sigma}), \quad (2)$$



1-сурет. Жіктің қалыптасуындағы металдың қатысу үлесін анықтау

Осыған сәйкес, қосымша (балқытып қапталған) металдың жіктің қалыптасуындағы қатысу үлесі.

$$\gamma_0 = F_{\sigma} / (F_{\kappa\kappa} + F_{\sigma}), \quad (3)$$

Сонда $\gamma_o + \gamma_b = 1$, ал $\gamma_b = 1 - \gamma_o$. $F_{кк}$ және F_b , γ_b және γ_o шамалары тікелей пісіру режимі мен әдісіне, жиектерді дайындау қалпына тәуелді болып, эмприкалық формулалар немесе графиктер бойынша анықталады.

Қарастырылған элементтің жік металындағы мөлшері араластыру ережесінің негізінде келесі формула бойынша анықталады:

$$[X]_{ш} = \gamma_o [X]_{o.m} + (1 - \gamma_o) [X]_b \pm \Delta X, \quad (4)$$

мұндағы, $[X]_ж$, $[X]_{б.м}$, $[X]_b$ – қарастырылған элементтің бір қабатты жік металындағы, негізгі және электродты металдағы концентрациясы; ΔX – балқытылған металдың қоршаған ортамен (газдар, қож) шарасыз өзара әрекеттесу салдарынан негізгі және электродты металдардың құрамында белгілі элементтің ортандырылған өзгеруі.

Көп қабатты пісіруде, кейінгі валикты алғашқы (F_{n-1}) валикпен негізгі ($F_{б.м}$) металдың үстінен орналастырады. Сонда n -ші валик металының пайда болуында олардың да үлесін есептеу қажет. Бұл жағдайда жіктің көлденең қимасының ауданы.

$$F_m = F_{б.м} + F_{n-1} + F_b. \quad (5)$$

Әр компоненттің жіктің қалыптасуындағы қатысу үлесі

$$\gamma_{б.м} = F_{об.м} / F_{ж}; \quad \gamma_{n-1} = F_{n-1} / F_{ж}, \quad \gamma_b = F_b / F_{ж}. \quad (6)$$

Егер химиялық құрамы бойынша едәуір айырмашылықтары бар әртекті металдар пісірілсе, жіктің қалыптасуындағы олардың үлесі былай анықталады:

$$F_{б.м} = F_{б.м1} + F_{б.м2}, \quad (7)$$

$$F_{ж} = F_{б.м1} + F_{б.м2} + F_{n-1} + F_b. \quad (8)$$

Осыған сәйкес олардың қатысу үлесі

$$\gamma_{б.м 1} = F_{б.м 1} / F_{ж}; \quad \gamma_{б.м 2} = F_{б.м 2} / F_{ж}. \quad (9)$$

Қарастырылған элементтің n -ші жік металындағы мөлшері

$$[X]_{п.ж} = \gamma_{б.м} [X]_{б.м} + \gamma_{п-1} [X]_{п-1} + (1 - \gamma_{б.м} - \gamma_{п-1}) [X]_э \pm \Delta X. \quad (10)$$

Бақылау сұрақтары.

1. Пісіру материалдары не үшін арналған?
2. Негізгі және қоспалы металдар дегеніміз не?
3. Жік металындағы қарастырылған элементтің мөлшері қалай анықталады?
4. Қатысу үлесі қалай анықталады?
5. Жік қимасының ауданы қалай анықталады?

2. ПІСІРУ СЫМДАРЫ, ЭЛЕКТРОД СЫРЫҚТАРЫ ЖӘНЕ ШЫБЫҚТАРЫ, ҰНТАҚТЫ СЫМДАР, БАЛҚЫМАЙТЫН ЭЛЕКТРОДТАРЫ

Пісіруде қоспалы (присадочный) металл ретінде ыстықтай прокатталған немесе ыстықтай прокаттаудан кейін созу арқылы алынған сымдар жиі қолданылады. Балқытып қаптауда сым мен қатар металл таспалары (лента) кеңінен қолданылады.

Балқытып пісірудің механикаландырылған әдістерінде арнаулы кассеталарға оралған сымды балқымалы электрод ретінде пайдаланады; қолмен доғалы пісіруде сым белгілі ұзындықты (300-500 мм) шыбық түрінде немесе басқаша балқымалы даралық электрод деп аталады. Электрод – сымы немесе электродтар пісіру тізбегіне тікелей қосылған жағдайда, олардың жылжу жылдамдығы, оның ішінде жіктің пайда болуындағы электрод металының үлесі пісіру режиміне тәуелді және де белгілі бір шектерде ғана реттелуі мүмкін.

Балқымайтын электродтармен (вольфрамы, көмірлі) балқытып пісіргенде пісіру аймаққа қоспалы металл жеке (дара) беріледі, сондықтан жіктің қалыптасуындағы оның үлесін кең шектерде реттеуге болады.

Осы жағдайда пісіру аймаққа берілетін қосымша сым, шыбық немесе сырық қоспалы (присадочный) шыбық деп аталады.

Қолданылу ыңғайлығына қарай қолмен пісіруде шыбықтың ұзындығы 1000 мм-ге дейін, ал арнаулы жүргізуші механизмімен механикаландырылған беру кезінде сымның ұзындығы арнаулы кассетаның өлшемдеріне байланысты.

Кәдімгі пісіру сымдарды пластикалық қасиеттері жоғары жақсы деформацияланатын металл және қорытпалардан дайындайды. Бірақ, егер жік металының қаттылығы жоғары болу керек болса, бастапқы қоспалы металл ыстық және суық күйінде нашар деформацияланса, онда прокаттау немесе созу арқылы сымды дайындау мүмкін болмайды. Бұл жағдайда қосымша металды құю арқылы қоспалы шыбық түрінде дайындайды.

Кейде металл түтік түріндегі арнайы ұнтақты сымды қолданылады. Түтіктің ішіне барлық қажетті пісіру материалдары салынады (легірлеуші, қышқылдандырушы, қалыптаушы, т.б. компоненттер).

Электрқожды пісіру үшін сым электродтарымен қатар кеңтілкемді таспадан немесе ірі габаритті табақтардан жасалған пластинкалы электродтар қолданылады.

Бірақ, негізінде қоспалы металдық материалдар ретінде болаттан немесе түсті металдар және қорытпалардан дайындалған пісіру сымдары қолданылады.

Пісіру өндірісінің көп жылдық тәжірибесінен алынған мәліметтер бойынша Мемлекеттік стандарттар қарастырылған:

- пісіруге арналған болат сымның негізгі маркалары МЕСТ 2246–70 "Пісіру болат сымы";

- балқытып қаптауға арналған МЕСТ 10543-98 "Балқытып қаптауға арналған болат сымы";

- алюминий және оның қорытпаларынан дайындалған пісіру сымдары МЕСТ 7871–75 "Алюминий және алюминий қорытпаларынан пісіру сымдары";

МЕСТ 16130–90 "Мыс және мыс негізіндегі қорытпаларынан пісіру сымдары мен шыбықтары".

Басқа металдар мен қорытпаларды пісіру үшін қолданылатын пісіру сымдары мен шыбықтары, ведомствовалық сипаты бар арнайы техникалық жағдайлар бойынша жасалады. Осылардың ішінде маңызы өте жоғары ол МЕСТ 2246–70.

МЕСТ 2246–70 пісіру сымдарының 77 маркасының химиялық құрамы белгіленген. Стандартта сымдардың тек химиялық құрамы және өлшемдері ғана белгіленеді, өйткені жік металының механикалық қасиеттері көптеген басқа факторларға (пісіру режимі, флюс маркасы, негізгі металдың қатысу үлесі, т.б.) тәуелді болып келеді.

Стандарт бойынша сымның диаметрі (мм) белгіленген: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0. Осылардың ішінен тек диаметрі 1,6–8,0 мм сымды пісіруге және

электродтарды жасауға қолданылады, қалғандары тек пісіруге және балқытып қаптауға арналған.

Стандарт бойынша сымның белгіленуі көрсетілген: "Св" – тағайындалуы (сварочная) – пісіруге арналған. Сосын легірлеу жүйесі бойынша оның ішіндегі элементтердің шамалас мөлшерлері.

Жалпы қабылданған символикасы бойынша химиялық элементтер әріптермен белгіленеді: **Б** – ниобий; **В** – вольфрам; **Г** – марганец; **Д** – мыс; **М** – молибден; **Н** – никель; **С** – кремний; **Т** – титан; **Ф** – ванадий; **Х** – хром; **Ц** – цирконий; **Ю** – алюминий.

Көміртектің орташа мөлшері әріпсіз проценттің жүздік үлесімен "Св" символдан кейін цифрларымен көрсетіледі. Басқа элементтерге келсек, олардың мөлшері ≤ 1 %-тен кем болса, цифр қойылмайды.

Мысалы Св – 08Г2С маркалы сымды былай түсінуге болады:

Св – пісіруге арналған, 08 – көміртектің мөлшері 0,08 %,

Г – марганец 2 % -ке дейін,

С – 1% - ке дейін. Св – 06Х19Н9Т маркалы сымды былай айтуға болады: Св – пісіруге арналған, 0,06 % көміртек, Х19 – хром 19 %; Н9 – никель 9 %, Т – титан 1%-ке дейін.

Кейбір пісіру сым маркаларының химиялық құрамы
(МЕСТ 2246 –70)

Сым маркасы	С, көп емес	Mn	Si, көп емес	Cr, көп емес	Ni, көп емес	Mo	Ti,V	S, көп емес	P, көп емес
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Св – 08	0,1	0.35 -0.60	0.03	0.15	0.3	-	-	0.040	0.040
Св – 08А	0.1	0.35 -0.60	0.03	0.10	0.25	-	-	0.030	0.030
Св – 08АА	0.1	0.35 -0.60	0.03	0.10	0.25	-	-	0.020	0.020
Св – 08ГА	0.1	0.80 -1.10	0.03	0.10	0.25	-	-	0.025	0.030
Св – 08 Г2	0.12	1.50 -1.90	0.03	0.20	0.30	-	-	0.030	0.030
Св – 08 ГС	0.10	1.40 -1.70	0.60- 0.85	0.20	0.25	-	-	0.025	0.030
Св - 08Г2С	0.05- 0.11	1.80 -2.10	0.70- 0.95	0.20	0.25	-	-	0.025	0.030
Св-08ГСМТ	0.06- 0.11	1.00 -1.30	0.40- 0.70	0.30	0.30	-	0.05 -0.12	0.025	0.030
Св-06Х19Н9Т	0.08	1.0 - 2.0	0.4- 1.0	18.0 -20.0	8.0 - 10.0	-	0.5 - 1.0	0.015	0.030
Св – 08Х19Н9 Ф2С2	0.10	1.0 - 2.0	1.3- 1.8	18.0 -20.0	8.0 - 10.0	-	1.8 - 2.4 V	0.25	0.030
Св – 04Х 19Н11М3	0.06	1.0 - 1.0	0.6	18.0 -20.0	10.0 - 12.0	2.0- 3.0	-	0.018	0.025

Элементтердің дәл мөлшері стандартта көрсетілген. Сымның диаметрі тұтынушыға жіберер кезінде ғана сым маркасының алдында цифрмен көрсетіледі. Мысалы, 2 – Св – 08 Г2С, мұнда басындағы 2 сымның диаметрі (2 мм).

Зиянды қоспалар (күкірт пен фосфор) бойынша сымға қойылатын талаптар сымның маркасында (тек көміртекті және легірленген болаттар) А және АА әріптермен белгіленеді. Мысалы, Св – 08 А. Жоғары легірленген сымдар үшін күкірттің

мөлшері $\leq 0,030\%$ -тен; ал фосфордың мөлшері $\leq 0,035\%$ -тен аспау керек. МЕСТ 10543–98 стандарты бойынша балқытып қаптау үшін қолданылатын сымның 30 маркасы белгіленген, оның ішінде 9 маркасы – көміртекті, 11 маркасы – легіріленген, ал 10 маркасы жоғары легіріленген болаттардан жасалады. Сымдарды тағы химиялық құрамы бойынша бөлуге болады.

"Нп" символы – сым балқытып қаптауға арналған деп көрсетеді (тек механикаландырылған балқытып қаптауға, бірақ электродтарды дайындауға тиым салынады). "Нп" символдан кейін цифрлармен проценттің жүздік үлесімен көміртектің мөлшері, сосын әріптер және цифрлармен басқа элементтердің мөлшері. Егер басқа элементтердің мөлшері 2 %-тен кем болса, онда цифр қойылмайды. Мысалы Нп–30 сымды былай қарастыруға болады: балқытып қаптауға арналған көміртекті сым, көміртектің мөлшері 0,30%; Нп – 105Х сымды – балқытып қаптауға арналған сым, көміртектің мөлшері 1,05 %, ал хромның мөлшері 2 % -ке дейін. Тұтынушыға жіберер алдында, сымның диаметрі "Нп" символының алдында көрсетіледі. Стандартта сымдардың диаметрі 0,3 мм-ден 8,0 мм- ге дейін болады. Сонда, балқытып қаптауға арналған сымның толық белгіленуі: сым 3Нп –105Х МЕСТ 10543– 98.

МЕСТ 7871–75 бойынша алюминийден және алюминий – марганец, алюминий – магний, алюминий – кремний қорытпаларынан созу немесе престоу арқылы дайындалған сымның 14 маркасының химиялық құрамын белгілейді:

- а) алюминийден – Св А 97-ден Св А 5-ке дейін ($Al > 99,5\%$);
- ә) алюминий – марганецті қорытпа – Св АМц;
- б) алюминий – магнийлі қорытпа – (СвАМг3, СвАМг4, СвАМг5, СвАМг6 т.б.);
- в) алюминий – кремнийлі қорытпа – СвАК5; СвАК10; Св12.

Сымдардың құрамы олардың белгіленуінен түсінуге болады. Сымдардың диаметрі 0,8 мм-ден 12,5 мм-ге дейін. Мысалы, стандарт бойынша сымның шартты белгіленуі: 2 – Св Амц МЕСТ 7871–75.

МЕСТ 16130 – 90 бойынша пісіруге, дәнекерлеуге және балқытып қаптауға арналған мыс және мыс негізіндегі қорытпалардан дайындалған сым мен шыбықтардың химиялық құрамы белгіленген.

Стандартта сымның 17 және шыбықтардың 12 маркасы белгіленген. Маркалардың белгіленуі мыс және мыс қорытпаларының белгіленуіне сәйкес, бірақ "Св" символы қойылмайды. Сымдардың диаметрі 0,8 – 8,0 мм. Шыбықтардың диаметрі 6,0 және 8,0 мм. Осы стандартта сым мен шыбықтардың қолдануы бойынша ұсыныстар да берілген.

Ұнтақты сымдар. Ұнтақты сымдар ішкі құрылысы кейде күрделі болып келетін түтік тәрізді сым болады (2-сурет). Ішкі жағы ұнтақ тәрізді материалымен толтырылады.

Ұнтақ тәрізді толтырғыштың құрамы, әдетте негізді типті қаптамаларға сәйкес болады. Оның массасының металдық қабықшаның массасына қатынасы 15–40% шекте болады.

Таза сымның технологиялық артықшылықтарын сақтай отырып, ұнтақты сым пісіру ваннасының металын ауадан газды және қожды қорғауды қамтамасыздандырады және жік металын легірлеп зиянды қоспалардан тазартады.

Пісіру ваннасының металын атмосфералық ауадан сенімді түрде қорғауын азоттың (ауадан жік металында еритін) мөлшерімен сипаттауға болады.

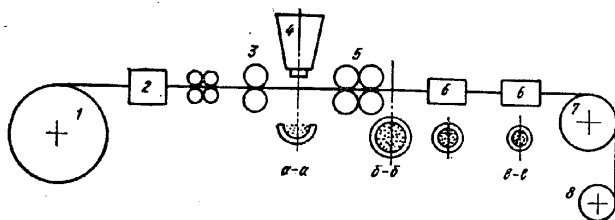
Өйткені, осындай ұнтақты сыммен пісіргенде жіктегі азоттың мөлшері 0,02 – 0,025 %-тен аспайды.



2-сурет. Ұнтақты сымдардың көлденең кималары:
а – қарапайым түтікті; ә – бір иінді қабықшалы; б – екі иінді қабықшалы; в – металл үлесі жоғары фигуралық; г – тұтас кималы түтік (жіксіз)

Ұнтақты сым – кез келген химиялық құрамды болаттарды пісіруге, арнайы қасиеттері бар қабаттарды балқытып қаптауға жарамды әмбебап пісіру материалы болып саналады. Кейбір жағдайларда флюстар және қорғаушы газдар сияқты пісіру материалдардың орнын алуы мүмкін. Ұнтақты сымдар балқытып қаптау жұмыстарында және аз көміртекті немесе аз легірленген болаттарды пісіргенде кеңінен қолданылады. Мұндай жағдай, пісіру жалғастың сапасының жоғары болуын қамтамасыздандыратын толтырғыштың (ұнтақ тәрізді шихта) массасы мен химиялық құрамын кең шектерде өзгертуге болатын мүмкіндіктеріне байланысты.

Кейбір жағдайларда, ұнтақты сымдарды (рутил немесе рутил–флюоритті типті толтырғыштарымен) қосымша қорғауды қолдану (флюс немесе көмір қышқылды газ) арқылы пісіруге шығарылады. Ұнтақты сымды ең жиі таспадан жасап шығарады (3-сурет). Оңай деформацияланатын таспа орамадан 1 арнаулы тазалағыш қондырғыға 2 беріліп, алдын ала таспадан науа қалыптастыратын шығыршықтарға келіп түседі ($a - a$). Сосын шанақ 4 көмегімен науа қалыпты таспа шихтамен толтырылады да шығыршықтарда 5 сымның қалыпы толығымен қалыптасады ($a - a$, $b - b$). Содан сым фильераларда 6 диаметрі 2,0 – 2,5 мм-ге дейін деформацияланып, созу даңғара арқылы 7 өтіп арнаулы кассетаға 8 оралады.



3-сурет. Ұнтақты сымды дайындау үрдісінде технологиялық операциялардың сатылылығы

Қарастырылған технология бойынша аз диаметрлі сымды алуға болмайтындықтан, соңғы кездері пластикалық қасиеттері

жоғары тұтас қималы болат түтіктерден ұнтақты сымдарды дайындау үрдістері жасалынып жатыр.

Қажетті құрамды түтікті алдын ала ұнтақты толтырғышпен толтырып, оны бірнеше фильералардан өткізу арқылы диаметрін 1 мм-ге дейін кішірейтіледі. Осындай диаметрлі ұнтақты сымды пайдалану арқылы сымның қолданылу саласымен пісірудің технологиялық мүмкіндіктерін кеңейтуге болады (2-кесте).

2-кесте

Ұнтақты сымдардың негізгі маркалары мен олардың тағайындалуы

Сым маркасы	Тағайындалуы
1	2
ПП–АН1	Төменгі бағытта аз көміртекті болаттарды механикаландырылған пісіру
ПП–АН3	Төменгі бағытта аз көміртекті және аз легіріленген болаттарды механикаландырылған пісіру
ПП–АН7	Кеңістіктің барлық бағыттарда аз көміртекті және аз легіріленген болаттарды механикаландырылған пісіру
ПП–1Х14Т– 0	Арматураның тығыздау беттерін механикаландырылған балқытып қаптау
ПП–3Х13– 0	Металдың металға үйкелісі жағдайында жұмыс істейтін бөлшектерді
ПП–200Х10Г80	Тозу және соғу жағдайларында істейтін бөлшектерді механикаландырылған балқытып қаптау
ПП–1Х18Н9С6Г2	Жоғары қысым мен температураларда істейтін бөлшектерді механикаландырылған балқытып қаптау
ПП–25Х5ФМС	Циклді термиялық жүктеме мен тозу жағдайында істейтін бөлшектерді механикаландырылған балқытып қаптау

ПП-50XH2MФ	Жоғары сокқы жүктемелер жағдайында істейтін бөлшектерді механикаландырылған балқытып қаптау
ПП-У20Х12ВФ	Тозу және соғу жағдайларында істейтін бөлшектерді механикаландырылған балқытып қаптау
ППК-300	Кран дөңгелектерін флюс астында балқытып қаптау
ПП-Х6Г5СЮ-1	Ұсақтағыш балғаларын балқытып қаптау
ПП-ТН200 ПП-ТН450	Тозу және динамикалық жүктемелер жағдайында істейтін теміржол жабдықтарының бөлшектерін балқытып қаптау

2.1. Балқымайтын электродтар

Материал бойынша олар – көмірлі, графитті, вольфрамнан, цирконийдан және гафнийден дайындалады. Осы материалдардың балку температуралары өте жоғары.

Балқымайтын электродтар – тек доға жануын қуаттау үшін қызмет атқарады, сондықтан жоғары температураға төзімділігі өте жоғары болу қажет (шығыны аз болу керек). Графитті және көмірлі электродтар көміртектің структурасымен айырылады.

Графитті электродтарда көміртектің структурасы кристалдық, ал көмірлі электродтарда – аморфты. Қабырғасы 1 см болып келетін көмірлі электродтың электр кедергісі 0,0032 ом, ал графитті электрод үшін 0,0008 ом.

Ауада көмірлі электрод 500°C температурада, ал графитті электрод 640°C температурада тотықтана бастайды. Осы көрсеткіштерге сүйенсек, графитті электродтарды пайдалану ұтымды болады.

Көміртектің қайнау температурасы жоғары болғандықтан (>4500°K) булану салдарынан шығыны өте аз, бірақ ауамен әрекеттесу арқылы оның тотықтануы мен жануынан пісіру ваннасы көміртектенуі мүмкін. Электродтың диаметрі ұлғайған

сайын, оның қыздырылуы азаяды. Сондықтан көмірлі және графитті электродтардың диаметрі ($> 6 - 20$ мм).

Бірақ үлкен диаметрлі электродтар пісірушінің жұмысын қиындатады. Қиын балқитын металдардан жасалған электродтарды қолданылу арқылы электродтардың диаметрін азайтып, жік металының көміртектенуіне жол бермеуге мүмкіндік туады.

Пісіруде кеңінен вольфрам электродтары қолданылады. Олардың механикалық қасиеттері жоғары және салыстырмалы түрде электр кедергісі төмен. Вольфрамның балку температурасы 3410°C , ал қайнау температурасы 4700°C . Оларды МЕСТ 23949–80 сәйкес таза вольфрамнан немесе вольфраммен белсендіруші қоспалар қосу арқылы шығарады.

Белсендіруші қоспалар ретінде торий диоксиді, лантан және нитрий тотықтары қызмет атқарады.

Мысалы, диаметрі 2,0 мм және ұзындығы 150 мм ЭВЛ – маркалы электродтың шартты белгіленуі келесі:

Вольфрамды электрод ЭВЛ–2–150 МЕСТ 23949–80.

Вольфрам сырықтарын ұнтақтардан престеп, күйдіріп сосын соғып жасайды. Нәтижеде бөлек түйіршіктер пісіріліп бірігеді. Осылай алынған дайындаманы созу арқылы қажетті диаметрлі сырықтарға айналдырады.

Вольфрамды белсендіруші қоспалармен легірлеу арқылы катодтың (вольфрам) эмиссиялық қабілеті, жоғары токтарда электродтардың төзімділігі және доға жануының тұрақтылығы едәуір артады.

Бірақ, вольфрам негізіндегі электродтар пісіру кезінде ауаның оттегінен тотықтануынан инертті газдармен қорғауды талап етеді.

Вольфрам электродтары аргон және гелий сияқты инертті газдарда доғалы пісіруде және пісіру мен кесудің, балқытып қаптау мен тозандатудың плазмалық үрдістерінде қолданылады.

Цирконий мен гафний электродтары плазмотрондарда металдарды жылу арқылы кесу кезінде қолданылады.

Балқымайтын вольфрам электродтардың сипаттамалары

Марка	Химиялық құрамы, %	Диаметр, мм		Ұзындығы, мм	Маркировка (түсі)
		Номинал-ды мөлшері	Шеткі ауыт-қуы		
1	2	3	4	5	6
ЭВЧ	Вольфрам, ең кемінде 99,92	0,5	$\pm 0,2$	≥ 3000 (бума)	Белгіленбейді
		1,0; 1,6; 2,0; 2,5	$\pm 0,1$	$75 \pm 1; 150 \pm 1$	
		3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	$\pm 0,2$	$200 \pm 2; 300 \pm 2$	
ЭВЛ	Вольфрам және лантан тотығы (1,1–1,4)	1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0	$\pm 0,1$	$75 \pm 1; 150 \pm 1$	Қара
		5,0; 6,0; 8,0; 10,0	$\pm 0,2$	$200 \pm 2; 300 \pm 2$	
ЭВИ–1	Вольфрам және нитрий тотығы (1,5 – 2,3)	2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0	$\pm 0,1$	$75 \pm 1; 150 \pm 1; 200 \pm 2; 300 \pm 2$	Көк
		8,0; 10,0	$\pm 0,2$		
ЭВИ–2	Вольфрам және натрий тотығы (2,0 – 3,0)	2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	$\pm 0,15$	$75 \pm 1; 150 \pm 1; 200 \pm 2; 300 \pm 2$	Күлгін
ЭВИ–3	Вольфрам және нитрий тотығы (2,5 – 3,5)	2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	$\pm 0,15$	$75 \pm 1; 150 \pm 1; 200 \pm 2; 300 \pm 2$	Жасыл
ЭВТ–15	Вольфрам және торий диоксиді (1,5 – 2,0)	2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0	$\pm 0,15$	$75 \pm 1; 150 \pm 1; 200 \pm 2; 300 \pm 2$	Қызыл

2.2. Доғалы пісіруге және балқытып қаптауға арналған пісіру электродтары

Қолмен доғалы пісіруге арналған электродтарды ұзындығы 450 мм-ге дейін болатын, пісіру сымдардан (МЕСТ 2246–70) дайындалған сырықтардан дайындайды. Сырықтардың бетіне әртүрлі қалыңдықты қаптама қабаты жағылады. Сырықтың бір ұшы 20–30 мм ұзындығы, электрлік түйісуін қамтамасыздандыру үшін, қаптамадан таза болуы керек. Сырықтың екінші ұшын пісіру кезінде, доғаның жануын қамтамасыздандыру үшін қаптамадан тазартады.

Қаптаманың атқаратын қызметтері келесі:

- а) доғаның жану тұрақтылығын арттыру;
- ә) газқожды қорғауды қамтамасыздандыру;
- б) металды (жік металын) легірлеу;
- в) металды әртүрлі қоспалардан тазалау.

Қаптамаларды дайындау үшін әртүрлі материалдар (компоненттер) қолданылады:

1) газқұраушы компоненттер – органикалық заттар (крахмал, ұн, декстрин), аорганикалық заттар, әдетте карбонаттар (CaCO_3 – мәрмәр, MgCO_3 – магнезит);

2) легірлеуші және қышқылдандырушы компоненттер – кремний (**Si**), марганец (**Mn**), титан (**Ti**) ферроқорытпалар түрінде. Алюминий (**Al**) қаптамаға өте майда (тозаң) ұнтақ түрінде қосылады;

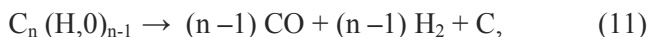
3) ионизациялайтын және тұрақтандырушы компоненттер – ионизация потенциалы төмен болатын және де құрамында калий (**K**), натрий (**Na**) кальций (**Ca**), бор (**B**) сияқты элементтері мен дала шпаты, гранит кіретін әртүрлі химиялық қосылыстар;

4) қаптаманың негізгі бөлігі – кож құраушы компоненттер. Әдетте, олар кендерден (марганец және титан кендері) немесе әртүрлі минералдардан (рутил, ильменит концентраттары, дала шпаты, кварц құмы, гранит, мәрмәр және балқыма шпаты) тұрады;

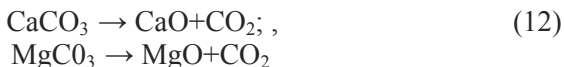
5) байланыстырғыш заттар – натрий, калий силикаттарының сұйық ерітінділері. Оларды тағы натрий, калий немесе натрий – калийлі сұйық шынысы деп атайды;

б) қалыптаушы қоспалар – жағылатын массасының пластикалық қасиеттерін арттыратын заттар (бентонит, каолин, декстрин, слюда, т.б.).

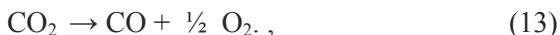
Пісірудің өнімділігін арттыру мақсатымен және жікке еңгізілетін қосымша металдың мөлшерін ұлғайту үшін электродтың қаптамасында темірдің ұнтағы болуы мүмкін (кейде қаптама массасының 60%-на дейін). Қаптама құрамындағы компоненттердің көбісі бірнеше функциялар атқарады. Мысалы, газды қорғау CO_2 түрінде; қожды қорғау CaO түрінде және т.б. Температура 200°C -дан жоғары болғанда органикалық заттардың диссоциациясынан газды қорғау пайда болады;



Карбонаттардың диссоциациясынан ($\sim 900^\circ\text{C}$ температурада және газды фазадағы парциалдық қысым $p_{\text{CO}_2} \approx 0,1 \text{ МПа}$)



және CO_2 -нің кейінгі диссоциациясында



Диссоциация үрдісі электрод ұшына жақын жерінде өтеді. Есептеулер мен тәжірибелерден алынған мәліметтер бойынша, доғада газдар $550\text{--}800^\circ\text{C}$ температураға дейін қыздырылады. Осындай температурада бөлінген газдардың көлемі, әр органикалық қосылыстың 1 грамынан, $1000\text{--}1400 \text{ см}^3$. 1°C температурада және $0,1 \text{ МПа}$ қысымда диссоциацияның салдарынан органикалық қосылыстардың 1 грамынан шамамен $1450 \text{ см}^3 \text{ CO} + \text{H}_2$, ал CaCO_3 карбонатынан 340 см^3 газдар бөлініп

шығады. Доға көлемінде газдар орташа температураға дейін қыздырылады және осындай температурада бөлініп шыққан газдардың көлемі температураға байланысты ұлғаяды (егер газдың температурасы 1°C -қа көтерілсе, оның көлемі $1/273$ -ке үлкейеді). Электрод қаптамасының құрамы кәдімгі болған жағдайда электрод сырығының әр грамынан $90\text{--}120\text{ см}^3$ қорғаушы газ (CO_2 , H_2) бөлініп шығады. Қорғаушы газдың осындай мөлшері пісіру аймақты ауадан қорғауға жеткілікті деп есептелінеді және металл жігінде азоттың мөлшері өте аз болады ($0,02\text{--}0,03\%$).

Қож құраушы компоненттердің құрамы әртүрлі болуы мүмкін: CaO , MgO , MnO , FeO , Al_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 , Na_2O сияқты тотықтар, галогендер CaF_2 т.б.

Алюминий және оның қорытпаларын пісіруге арналған электродтарды дайындау кезінде қаптама құрамына тотықтарды қосуға болмайды, өйткені пісірілетін металл тотықтардың құрамындағы оттегімен әрекеттеседі де, өз кезегінде, белсенді түрде тотығады. Осындай жағдайды болдырмау үшін, қаптама құрамы толығымен оттегісіз қосылыстардан тұрады: хлоридтер, фторидтер (KCl , NaCl , KF т.б.). Ол үшін сырықтарды аталған қосылыстардың сулы ерітінділеріне бірнеше қайтара матырылады.

Жуан электродтардың қаптамалары пісіру үрдісіне едәуір әсер етеді. Сондықтан, әртүрлі металдарды пісіргенде, қаптамаларға бірнеше жалпы талаптар қойылады:

- а) доғаның жану тұрақтылығын қамтамасыздандыру;
- ә) қажетті химиялық құрамы мен қасиеттері бар жік металын алу;
- б) электрод сырығы мен қаптаманың тұрақты және бірқалыпты балкуын қамтамасыздандыру;
- в) жіктің жақсы қалыптасуын және кеуектер мен қож қалдықтарының жоқ болуын қамтамасыздандыру;
- г) суығаннан кейін жік бетінен қождың оңай алынуын (бөлінуін) қамтамасыздандыру;
- д) электродты дайындау үрдісін қиындатпайтын жағылатын массаның технологиялық қасиеттері жақсы болу қажет;

е) электродтарды дайындау және пісіру кезінде еңбектің санитарлық-гигиеналық жағдайлар қанағаттанарлық болуға тиіс.

Электродтар балқуының технологиялық сипаттамалары эксперимент нәтижесінде анықталып, белгілі маркалы электродтың пісіру үрдісінің өнімділігі мен үнемділігі туралы шешуге болады.

Балқыту коэффициенті ($\text{г/А} \cdot \text{сағат}$)

$$\alpha_{\text{б}} = G_{\text{б}}/It,$$

мұндағы, $G_{\text{б}}$ – доғаның жану уақыты t (сағат) ішінде балқыған электрод металының массасы (г); I – пісіру токтың күші (А);

Қаптамада қосымша металдар бар (мысалы, темірдің ұнтағы) электродтар үшін балқыған металдың массасы.

$$G_{\text{б}} = G_{\text{эл.б}} + G_{\text{қос.м}},$$

мұндағы, $G_{\text{ст.эл}}$ – электрод сырығының балқыған бөлігінің массасы;

$G_{\text{қос.м}}$ – электрод қаптамасының құрамындағы балқыған қосымша металдың массасы.

Балқытып қаптаудың коэффициенті:

$$\alpha_{\text{к}} = G_{\text{к}}/It,$$

мұндағы, $G_{\text{к}}$ – балқытып қапталған металдың массасы.

Электрод металының булану, шашырау және тотықтану салдарынан шығындарды *шығындалу коэффициенті* – % сипаттайды:

$$\Psi = \frac{G_{\text{б}} - G_{\text{н}}}{G_{\text{б}}} 100.$$

Қаптамада қосымша металдар бар электродтар үшін:

$$\Psi_1 = \frac{(G_{\text{ст.эл.}} + G_{\text{доп.м.}}) - G_n}{G_{\text{ст.эл.}} + G_{\text{доп.м.}}}.$$

Қаптама массасының коэффициенті

$$K = G_n/G_m,$$

мұндағы, G_n – электрод қаптамасының массасы; G_m – электродтың қаптамамен жағылған сырық металының массасы. Егер электрод сымының 1 см-нің массасы белгілі болса (г/см), онда:

$$k = (G_{\text{эл}} - ml_o)/ml_o,$$

мұндағы, $G_{\text{эл}}$ – электродтың толық массасы, г; l_o – электродтың ұзындығы, см; l_o – электрод сырығының жағылған бөлігінің ұзындығы, см.

Кейде электродтағы қаптама массасын электродтың барлық массасына қатынасын анықтайды:

$$k_1 = (G_{\text{эл}} - ml_o)/ml_o.$$

Қарастырылған коэффициенттердің мәні электрод маркасына (сырықтың және қаптаманың құрамына), токтың тегі мен полярлығына тәуелді.

Аз көміртекті болаттарды пісіруге арналған, қаптамасында қосымша металдар жоқ, ең кең тараған электродтар үшін $\alpha_p=7\div13$ г/А·сағат; $\alpha_n=6\div12,5$ г/А·сағат; $\Psi=5\text{--}25\%$. Электродтардың осы сипаттамаларын пісіру жұмыстарын және электродтар шығынын нормалау үшін қолданылады.

Мысалы, егер $F_{\text{ж}}(1 - \text{сурет})$ және $l_{\text{ш}}$ (жік ұзындығы) белгілі болса, онда:

$$G_n = F_{\text{ж}} l_{\text{ш}} \gamma,$$

мұндағы, γ – металл тығыздығы (болаттар үшін $\gamma = 7,8$ г/см³).

Таңдап алынған электрод маркасының паспорты бойынша электродтың қажетті диаметрі мен кеңістікте пісірудің мүмкінді бағытына сәйкес $I_{\text{п}}$ және $\alpha_{\text{р}}$, $\alpha_{\text{н}}$, Ψ мен κ коэффициенттерін анықтайды. Пісірудің негізгі уақытын келесі формула бойынша анықтайды:

$$T_0 = t = G_{\kappa} / \alpha_{\text{н}} I$$

Белгілі (берілген) жікті пісіру үшін қажетті электродтардың массасын мына формула бойынша анықтайды:

$$G_{\text{эл}} = G_{\kappa} \kappa_1 (1 + \Psi)$$

Бақылау сұрақтары.

1. Қандай материалдардан электрод сырықтарын дайындайды?
2. Ұнтақты сымдарды қалай дайындайды?
3. Балқымайтын электродтар дегеніміз не?
4. Вольфрам электродтарына қандай МЕСТ арналған?
5. Цирконий мен графий электродтары қай жерде қолданылады?

3. ЭЛЕКТРОДТАРДЫҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ ЖӘНЕ СИПАТТАМАЛАРЫ

Доғалы пісіруге арналған электродтар стандарттарда бірнеше белгілері бойынша анықталады (классификациясы):

- а) пісіруге арналған металл бойынша;
- ә) қаптаманың типі мен қалыңдығы бойынша;
- б) пісіру жіктің механикалық қасиеттері бойынша;
- в) қаптаманы жағу (қондыру) тәсілі бойынша.

МЕСТ 9466–75 бойынша болаттарды пісіруге және балқытып қаптауға арналған электродтарды тағайындалуына байланысты класстарға бөледі:

а) беріктік шегі $\sigma_b < 600$ МПа болатын көміртекті және аз легірілген конструкциялық болаттарды пісіруге арналған – **У** (шартты белгіленуі);

ә) беріктік шегі $\sigma_b > 600$ МПа болатын легірілген конструкциялық болаттарды пісіруге арналған – **Л**;

б) жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған – **Т**;

в) арнайы қасиеттері бар жоғары легірілген болаттарды пісіруге арналған – **В**;

д) арнайы қасиеттері бар үстіңгі қабаттарды балқытып қаптауға арналған – **Н**.

Осы МЕСТ электродтардың өлшемдерін, қаптаманың қалыңдығы мен түрін, шартты белгілерін, жалпы техникалық талаптарын, қабылдау ережелері мен сынау әдістерін белгілейді.

Стандарт бойынша электродтар – электродтың толық D диаметрінің (сырық + қаптама) d сырық диаметрінің қатынасына байланысты бірнеше түрге бөледі:

$D/d \leq 1,2$ жұқа қаптамалы болып, оларға – **М** индекс беріледі;

$1,2 < D/d \leq 1,45$ орташа қалыңдықты – **С**;

$1,45 < D/d \leq 1,8$ қалың қаптамалы – **Д**;

$D/d > 1,8$ аса қалың қаптамалы – **Г**.

Электродтардың сапасына қойылатын талаптарына сәйкес (дайындау дәлдігі, қаптама бетінің күйіне, осы электродтармен

пісірілген жік металының тұтастығы, балқытып қапталған металда және жік металындағы күкірт пен фосфор элементтерінің мөлшері) электродтарды 1, 2, 3 деп топтарға бөледі (6-кесте).

Қаптамалар түрі бойынша электродтар бірнеше түрлерге бөлінеді:

- а) қаптама қышқылды болса – **А** индекс беріледі;
- ә) қаптама негізді болса – **Б** индекс;
- б) целлюлозалы қаптама болса – **Ц** индекс;
- в) қаптаманың негізгі құраушысы рутил болса – **Р** индекс;
- г) аралас түрлі болса – сәйкес келетін қос шартты белгілер қойылады;

д) қаптамның басқа түрлері – **П** индекс;

е) егер қаптамада темір ұнтағының мөлшері 20%-тен жоғары болса қаптама белгіленуіне **Ж** – әрпі қосылады.

Пісірудің немесе балқытып қаптаудың кеңістікте мүмкінді бағыттары бойынша электродтар 4 түрге бөлінеді: барлық бағыттарда мүмкін – 1 индекс; тік бағытта жоғарыдан төмен қарай басқа бағыттары мүмкін – 2 индекс; тек төменгі, тік жазықтықтағы горизонтальды және төменнен жоғары тік пісіру ғана болады – 3; төменгі және қайықшадағы төменгі бағыттарда пісіру – 4 индекс.

4-кесте

Конструкциялық болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған металл электродтары (МЕСТ 9467–75-тен үзінділер)

Электрод типтері	Қалыпты температура кезіндегі механикалық қасиеттері		Балқыған металдағы шеткі мөлшері, %	
	Жік металында немесе балқытып қапталған металда	Диаметрі 3 мм-ден кем электрод пен орындалған пісіру жалғастың	күкірт	фосфор

	Уақыт аралығындағы үзілуге қарсыласу шамасы $\sigma_{в}$, МПа					Салыстырмалы ұзару, δ_5 , %	Соккы тұтқырлық $a_{в}$, Дж/м ²	Уақыт аралығындағы үзілуге қарсыласу шамасы, $\sigma_{в}$, МПа		Бұралу бұрышы, град.	МЕСТ 9466 –75 бойынша электродтар тобы					
	Ең кемінде							1	2		3	1	2	3		
Э38	3,8	14	3	3,8	60		0,045	0,040	0,035	0,050	0,045	0,040				
Э42	4,2	18	8	4,2	150											
Э46	4,6	18	8	4,6	150											
Э50	5,0	16	7	5,0	120											
Э42А	4,2	22	15	4,2	180		0,035	0,030	0,025	0,040	0,035	0,030				
Э46А	4,6	22	14	4,6	180											
Э50А	5,0	20	13	5,0	150											
Э55	5,5	20	12	5,5	150											
Э60	6,0	18	10	6,0	120											
Э70	7,0	14	6	-	-											
Э85	8,5	12	5	-	-										0,035	
Э100	10,0	10	5	-	-											
Э125	12,5	8	4	-	-											
Э150	15,0	6	4	-	-											

Пісіруде және балқытып қаптауда қолданылатын токтың тегі мен полярлығы және пісіру доғаға жиілігі 50 Гц ауыспалы токты қолданылатын қорек көзінің бос жүрістің номиналды кернеуі бойынша электродтар бірнеше түрге бөлінеді.

Пісіру токтың тегі мен полярлығы бойынша электрод түрлерінің белгіленуі

Тұрақты токтың ұсынылған полярлығы	Ауыспалы ток көздің бос жүріс кернеуі, В		Электродтың белгіленуі	Тұрақты токтың ұсынылған полярлығы	Ауыспалы ток көздің бос жүріс кернеуі, В		Электродтың белгіленуі
	номиналды	Ауытқу шектері			Номиналды	Ауытқу шектері	
Теріс	–	–	0	Барлығы Тура Теріс	70	± 10	4 5 6
Барлығы			1	Барлығы Тура Теріс	90	± 5	7
Тура			2				8
Теріс	50	5	3				9

Осылардың барлығын ескере отырып, электродтардың шартты белгіленуінде келесі мәліметтер келтірілуі қажет (4-сурет):

- 1 – электродтың типі;
- 2 – марка;
- 3 – диаметр, мм;
- 4 – электродтардың тағайындалуы;
- 5 – қаптама қалыңдығының белгіленуі;
- 6 – электродтар тобы;
- 7 – МЕСТ 9467–75, МЕСТ 10051–75 немесе МЕСТ 10052–75-ке сәйкес металл жігі және балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер тобы;
- 8 – қаптама түрінің белгіленуі;

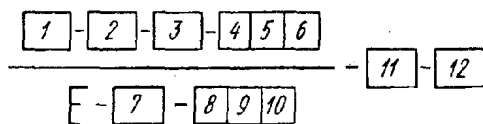
9 – пісіру немесе балқытып қаптаудағы кеңістікте мүмкінді бағыттарының белгіленуі;

10 – тұрақты токтың тегі мен полярлығы және жиілігі 50 Гц ауыспалы токты пісіру доғаның қорек көзінің бос жүрісінің кернеуі;

11 – МЕСТ 9467–75 стандарттың белгіленуі;

12 – электродтардың типтеріне стандарттардың белгіленуі.

Электродтардың осындай толық белгіленуі этикеткаларында немесе электродтардың жәшіктерінде, қораптарында және пачкаларында көрсетілуі керек.



4– сурет. МЕСТ 9466–75-ке сәйкес электродтардың шартты белгіленуінің құрылысы

Құжаттардың барлық түрлерінде электродтардың шартты белгіленуі электродтардың маркасынан, диаметрінен, электродтар тобынан және МЕСТ 9466–75-тің белгіленуінен тұрады. Мысалы, Э46А типті (МЕСТ 9467–75-ке сәйкес), УОНИ–13/45 маркалы, диаметрі 3 мм, көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналып У, қалың қаптамалы Д, 2 – топты, МЕСТ 9467–75 бойынша жік металымен балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер тобымен, негізді қаптамалы Б, барлық бағыттарда пісіруге мүмкін 1, полярлығы теріс тұрақты токты 0 электродтар үшін толық белгіленуі келесі түрде болады:

$$\frac{\text{Э46А} - \text{УОНИ} - 13 / 45 - 3,0 - \text{УД} 2}{\text{Е} - 432(5) - \text{Б10}} - \text{МЕСТ 9466-75,}$$

МЕСТ 9467-75

ал техникалық құжаттарда белгілену электродтары

УОНИ –13/45– 3,0–2– МЕСТ 9466–75.

Толық белгіленуінде бөлгіштегі, балқытып қапталған металдың қасиеттерін сипаттайтын, сандар мен әріптердің мәні МЕСТ 9467–75 көрсетілген. МЕСТ 9467–75 "Конструкциялық және жылуға төзімді болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған қапталған металл электродтары" стандартта конструкциялық болаттарды пісіруге арналған электродтардың 14 типі және жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған электродтардың 9 типі белгіленген. Конструкциялық болаттарды пісіруге арналған электродтар Э әріппен белгіленеді. Әріптен кейінгі сандармен уақыт аралығындағы үзілуге қарсыласу шамасы көрсетілді.

Кейде сандардан кейін А әріпі қойылады. Ол балқытып қапталған металдың немесе жік металының пластикалық қасиеттері жоғары екенін білдіреді (6-кесте). Осы типті электродтар тек механикалық қасиеттері мен балқытып қапталған металдағы күкірт пен фосфордың мөлшерімен анықталады (δ_5 ; σ_B ; a_n , бұралу бұрышы).

Жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған электрод типтерінің белгіленуінде балқытып қапталған металдың химиялық құрамы анықталады, мысалы, Э- 09М; Э- 09МХ; Э- 09Х1М; Э - 05Х2М; Э - 09Х2М1; Э - 09Х1МФ; Э - 10Х1М1НФБ, т.б.

Стандартта осы электродтар химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері (δ_5 ; σ_B ; a_n) бойынша анықталады. Беріктік шегі <600 МПа болған көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтарда МЕСТ 9467 –75 талаптарына сәйкес 6 – индекс бойынша алдыңғы екі цифр беріктік шегі (МПа), үшінші цифр салыстырмалы ұзару (δ_5) мен соққы тұтқырлық анықталатын температураның T_x бір мезгілді минимальды көрсеткіштері көрсетіледі.

Сонда үшінші цифр бойынша: 0- δ_5 <20 және T_x белгіленбеген; 1- δ_5 = 20 % және T_x = + 20°C; 2 - δ_5 = 22% және T_x = 0°; 3 - δ_5 = 24% және T_x = -20°C; 4 - δ_5 = 24% және

$T_x = -30^{\circ}\text{C}$; $5 - \delta_5 = 24\%$ және $T_x = -40^{\circ}\text{C}$; $6 - \delta_5 = 24\%$ және $T_x = -50^{\circ}\text{C}$; $7 - \delta_5 = 24\%$ және $T_x = -60^{\circ}\text{C}$.

Егер δ_5 және T_x көрсеткіштері жоғарыда айтылғанға сәйкес келмесе үшінші цифр δ_5 минимальды көрсеткішіне сай болып, ал T_x үшін жақша ішінде қосымша төртінші цифр енгізіледі. Мысалы, УОНИ–13/45 электродтар үшін осы көрсеткіш 432 (5) болады немесе $\sigma_b = 4,3$ МПа; $\delta_5 = 22\%$ және $T_x = -40^{\circ}\text{C}$ деп білуге болады.

Беріктік шегі $\sigma_b > 600$ МПа болатын болаттарды пісіруге арналған электродтарда жік металы мен балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер тобы (6-кесте) балқытып қапталған металдың негізгі химиялық элементтердің орташа құрамы мен соққы тұтқырлық $a_n \geq 3,5$ Дж/м² тең болатын жағдайдағы минимальды температураны белгілейді.

Мысалы:
$$\frac{\text{Э85} - \text{УОНИ} - 13 / 85 - 4 - \text{ЛД}}{\text{Е} - 12 \text{ Г } 2 \text{ СМ} - 0 - \text{Б } 20}$$
 МЕСТ 9466 – 75,
МЕСТ 9467 – 75

6 – индексте:

а) бірінші екі цифр көміртектіктің орташа мөлшері, пайыздың жүздік үлесі;

ә) кейінгі индекстер балқытып қапталған металдағы химиялық элементтердің белгіленуі мен орташа мөлшері (дәлдігі 1%);

б) $a_n \geq 3,5$ Дж/м² тең болатын жағдайдағы минимальды температура.

$a_n \geq 3,5$ Дж/м² тең болатын жағдайдағы минимальды температура.

Индекс	Минимальды температура, °С
0	Белгіленбейді
1	+ 20
2	0
3	– 20
4	– 30
5	– 40
6	– 50
7	– 60

Сонда осы электрод былай анықталады: Э85 типті, оның ішінде қолмен доғалы пісіруге арналған (Э индекс), уақыт аралығындағы үзілуге қарсыласу шамасы 850 МПа (85), УОНИ-13/85 маркалы, сырықтың диаметрі 4 мм, беріктік шегі 600 МПа -дан жоғары легіріленген болаттарда арналған (Л), қалың қаптамалы (Д), көміртектің мөлшері 0,12 % (12), марганец 2 % (Г2), кремний және молибден шамамен 1% (С, М), минимальды температура белгіленбеген (0), негізді қаптамалы (Б), кеңістікте тік бағытта жоғарыдан төмен қарай басқа бағыттарда пісіру мүмкін (2 индекс), теріс полярлы тұрақты ток (индекс 0). Жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған электродтарда осы 6– индекстегі бірінші көрсеткіш $a_n \geq 3,5 \text{ Дж/м}^2$ тең болатын жағдайдағы минимальды температураны анықтайды және қосымша индекс енгізіледі: ол индекс балқытып қапталған металдың және жік металының ұзақ уақыт аралығындағы беріктік көрсеткіштері белгіленетін максимальды температураны анықтайды.

Сонда:

0 - 450°-тан төмен; 1- 450- 465°; 2 - 470- 485°; 3 - 490-505°; 4- 510-525°; 5 - 530 -545°; 6 - 550-565°; 7 – 570 -585°; 8 – 590 - 600°; 9 - 600°С-тан жоғары.

Мысалы, жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған Э - 09Х1МФ типті электродтар МЕСТ 9467–75 бойынша былай белгіленеді:

$$\frac{\text{Э} - 09\text{Х1МФ} - \text{ЦЛ} - 20 - 4,0 - \text{ТДЗ}}{\text{Е} - 27 - \text{Б10}} - \text{МЕСТ 9466} - 75, \\ \text{МЕСТ 9467} - 75$$

немесе: қаптама маркасы ЦЛ–20, диаметр 4 мм, жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған Т, қалың қаптамалы Д, 3 – тобы, $T_x = 0^\circ\text{C}$ (индекс 2) және эксплуатация температурасы $570\text{--}585^\circ\text{C}$ (индекс 7), негізгі қаптама Б, кеңістікте барлық бағыттарда пісіруге болады (индекс 1), теріс полярлы тұрақты ток (индекс 0).

Қаптамада қолданылатын органикалық заттар (ұн, крахмал, декстрин, целлюлоза), негізінде, тек газды қорғауды қамтама-сыздандырады.

Қожқұраушы қоспалар ретінде рутил, титанның концен-траты, марганец кені, кендер түріндегі темір мен марганецтің тотықтары (гематит, марганец кені), алюмосиликаттар (гранит), дала шпаты, түрлі карбонаттар (негізінде мәрмәр), т.б. қолданы-лады. Пісіру кезінде пісіру аймақта жоғары температура пайда болады.

Жоғары температурадан қаптаманың органикалық құрау-шылары ыдырайды және мәрмәр (CaCO_3) диссоциаланады. Осының салдарынан көмірқышқылды газ пайда болады да, пісіру аймақтың газды қорғауын қамтамасыз етеді. Қаптама құрамындағы ферроқорытпалар оттегімен әрекеттесіп, қыздыру (пісіру) кезінде қаптама құрамындағы қожқұраушы тотықтарға ауысуына мүмкіндік жасайды.

Қышқылды қаптамалар (А) балқығанда құрамындағы фер-роқорытпалардың көбісі кендермен әрекеттесіп тотықтанады; жік металының кремний және марганецпен легірлеуі крем-ний–марганецті түзу процесі бойынша жүреді. Сонда жік металын оттекке тектілігі жақын элементтермен легірлеуге мүмкіндік

бермейді. Пайда болған қождар (әдетте қышқылды) кальций тотығының (СаО) жоқ болғандығынан, жік металын фосфордан тазалайды. Бірақ, балқытып қапталған металда оттектен металл емес қоспалардың мөлшері шектен тыс жоғары болады.

Жоғарыда айтылған жағдайлардың нәтижесінде жіктердің ыстықтай жарықтардың пайда болуына тұрақтылығы төмен, оның ішінде жік металының соққы тұтқырлығы (a_n) 12 Дж/м² шамадан аспайды.

Қаптамада ферромарганец пен темір тотықтарының мөлшері жоғары болғандықтан, адамға олардың токсикалық әсері зиянды болып саналады, өйткені пісіру аймақпен пісірушінің аймағында ауадағы марганецтің зиянды қосылыстардың (аэрозоль түрінде) мөлшері өте жоғары.

Рутил қаптамаларының (Р) негізін қожқұраушы компонент – рутил концентраты (TiO₂ 45%-ке дейін), алюмосиликаттар (слюда, дала шпаты, т.б.) және карбонаттар (мәрмәр, магнезит) құрайды.

Қаптамадағы ферромарганецтің мөлшері 10–15%-тен аспайды.

Органикалық қосылыстары (5%-ке дейін) мен карбонаттардың ыдырауынан пісіру аймақтың газды қорғауы қамтамасыз етіледі. Қаптаманың осы түрі жік металының сапасы жоғары болуын қамтамасыздандырады, токсикологиялық әсері аз және олардың пісіру технологиялық қасиеттері жоғары болады.

Негізді қаптамалар (Б) құрамындағы негізгі компоненттер ретінде – карбонаттар (мәрмәр, бор, магнезит) және дала шпаты қолданылады. Газды қорғау карбонаттардың ыдырауынан пайда болады.

Пісірілетін металл, феррокорытпалар түріндегі марганецпен, кремниймен, титан және ұнтақ түріндегі алюминиймен, әрекеттесіп оттегінен тазаланады. Осы қаптамалардың оттектендіру қасиеті өте төмен болғандықтан, жік металын оттекке тектілігі жақын элементтермен легірлеуге болады. Қаптамада күкірт пен фосфорды байланыстырып, оларды қожға ауыстыру дәрежесі жоғары болатын кальций қосылыстардың мөлшері жоғары болғандықтан, балқытып қапталған металдың

тазалығын және оның көтеріңкі пластикалық қасиеттерін қамтамасыз етеді.

Марганец пен кремний жіктің беріктігін жоғары болуын қамтамасыздандырады. Осындай электродтармен пісірілген жіктердің ыстықтай жарықтардың пайда болуына қарсы төзімділігі мен соққы тұтқырлығы ($13 - 2525 \text{ Дж/м}^2$) жоғары болады. Бірақ, егер пісіру жиектерде май мен тот қалдықтары бар болса және қалың қаптамалы электродтармен "ұзын" доғамен пісіргенде, жік металында кеуектер пайда болу ықтималдығы жоғары болатындығын ескеру қажет.

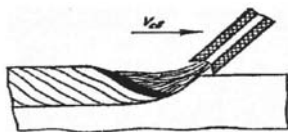
Әдетте, негізді (Б) типті қаптамалар негізінде көміртекті және аз легіріленген болаттардан, орташа легіріленген болаттардан және жоғары легіріленген болаттардан жасалған жауапты конструкцияларды пісіруге арналған электродтар қаптамаларының композицияларын жасайды.

0,8–1,5 мм қалыңдықты жағылған қаптамалар С немесе Д типті қаптамаларға жатады. Осы типті электродтардың қаптама массасының коэффициенті $k = 0,3-0,45$, ал (М) жұқа типті қаптамалар үшін коэффициент тек 0,1 бірге тең болады. Қышқылды типті қаптамалар балқытып қапталған металдың беріктігі мен пластикалық қасиеттерінің жоғары болуын қамтамасыздандырады (Э42 және одан жоғары типті электродтарға сәйкес).

Бірақ, балқытылған металдың өте жоғарғы пластикалық қасиеттерін, тек негізді қаптамалы электродтар қамтамасыздандырады.

Э38 типті электродтарға, көбінесе құрамында бор бар, жұқа тұрақтандырушы қаптамалы электродтар сай болады. Осындай қаптаманың масса коэффициенті, әдетте, 0,03–0,05 болады. Мұндай қаптамалар металды ауа әсерінен қорғай алмайды және тек доғаның тұрақты болуына арналған (ең алдымен ауыспалы ток кезінде). Жік металының механикалық қасиеттері төмен, доғаның жануы жеткіліксіз (әсіресе қалың қапталған электродтармен салыстырғанда) және өнімділігі төмен болуына байланысты құрамында бор бар электродтар өндірісте өте сирек қолданылады. Аса қалың қаптамалы (Г) электродтардың

негізінде арнайы нысандарға арналған электродтар жасалып шығарылады. Терең балқыту арқылы пісіруге арналған электродтардың қаптама құрамында органикалық заттардың (негізінде целлюлоза) мөлшері жоғары болады (30%-ке дейін). Сонымен қатар, қаптама құрамында рутил, карбонаттар және темірдің де мөлшері жоғары болады. Қаптаманы аса қалың болып жағады (қаптама массасының коэффициенті 0,8-1). Нәтижеде, пісіру кезінде электродтың ұшында, қаптаманың балқымаған бөлігінен терең төлке (втулка) пайда болады (5-сурет). Сонда, органикалық заттардың ыдырауынан жоғары мөлшерде бөлінген газдардың қуатты ағыны пайда болады. Осы газдар доға астынан сұйық металдың ығысуын және негізгі металдың толығырақ балқуын қамтамасыз етеді.



5-сурет. Толық балқуымен пісіруге арналған арнайы электродтар арқылы пісіру жіктің пайда болуы

Қаптама құрамындағы 20%-ке дейін темірдің ұнтағы (Ж – индексті қаптама) электродтардың технологиялық қасиеттерін жақсартады (доға тұрақтылығын, қаптаманың біркелкі балқуын және т.б.). Темірдің ұнтағы 60%-ке дейін болса, пісірудің өнімділігі артады, өйткені пісіру жігіне қосымша металл енгізіледі. Осындай электродтардың қаптама массасының коэффициенті $k = 1,2 - 1,8$. Еңкіш электродтармен пісіру үшін диаметрі 8 мм-ге дейін ұзын электродтар қолданылады (ұзындығы 2 м-ге дейін). Әдетте, осындай электродтардың қаптамасы да қалың немесе аса қалың болады.

Электродтың бір типіне әртүрлі қаптамалы және сырықтың химиялық құрамы әртүрлі электродтар сай болуы мүмкін. Бір типті қаптамалар әртүрлі құрамды болуы мүмкін. Берілген

электродтың қаптама мен сырықтың нақты құрамын электродтың *маркасын* анықтайды. Электродтың маркасына, осы электродты жасаған мекеме атауының бастапқы әріптері мен реттік нөмірі жиі қолданылады.

Арнайы қасиеттері бар жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған электродтар МЕСТ 10052–75 талаптарына сай болуы керек. Осындай болаттардың тағайындалуы өте кең болғандықтан, оларды пісіруге арналған электродтар да өте көп болады. Стандарт бойынша хром, хромникельді болаттарды, коррозияға төзімді, ыстыққа төзімді және ыстыққа тұрақты жоғары легірленген ферритті, мартенсит – ферритті, аустенитті және аустенит – ферритті класты болаттарды пісіруге арналған электродтардың 49 типі белгіленген. Электродтарды типтері бойынша жіктеу негізінде балқытып қапталған металдың химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері жатыр. Сонымен қатар, электродтардың кейбір типтері үшін жік металындағы структурасындағы ферритті фазаның мөлшері, жіктің кристаллит арасындағы коррозияға қарсы тұрақтылығы белгіленген және жік металының ұзақ мерзім ішінде беріктік көрсеткіштері кепілденген максимальды температура.

Электрод типтерінің белгіленуі Э индексінен (доғалы пісіруге арналған электродтар) және содан кейінгі әріптер мен цифрлардан тұрады.

Э индекстен кейінгі алғашқы екі цифр балқытып қапталған металдағы көміртектің орташа мөлшері пайыздың жүздік үлесі көрсетіледі. Содан кейін әріптермен химиялық элементтердің белгіленуі, ал цифрлармен олардың орташа мөлшері пайызбен (9-кесте). Егер балқытып қапталған металдағы элементтің мөлшері 1,5 %-тен аз болса цифрлар қойылмайды.

Кремнийдің мөлшері 0,8%-ке дейін және марганецтің мөлшері 1,6 %- ке дейін болса С және Г әріптер қойылмайды (мысалы Э-12Х11НВМФ типті электрод, 9-кесте). Механикалық қасиеттердің көрсеткіштері пісіруден кейінгі күйде немесе термиялық өндеуден кейінгі күйде келтірілген. МЕСТ 9466-75 талаптарын ескере отырып осы типті электродтардың, мысалы ЦЛ-9 маркалы

қаптамалы Э-10Х25Н13Г2Б электрод, толық белгіленуі келесі түрде болады:

$$\frac{\text{Э} - 10\text{X}25\text{H}13\text{Г}22\text{Б} - \text{ЦЛ} - 9,5 - \text{ВД1}}{\text{Е} - 2075 - \text{Б30}} - \text{МЕСТ 9466} - 75, \\ \text{МЕСТ 10052} - 75,$$

ал техникалық құжаттарда: ЦЛ – 9 – 5,0 –1 – МЕС 9466–75 электродтар.

Мұндай белгіленуі келесі түрде түсіндіріледі:

МЕСТ10052–75 бойынша Э–10Х25Н13Г22Б типті электрод, ЦЛ–9 маркалы, диаметрі 5 мм, арнайы қасиеттері бар жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған В, қалың қаптамалы Д, 1– топты, МЕСТ 10052–75 бойынша балқытып қапталған металды сипаттайтын индекстер тобы 2075 (2–АМ әдісі бойынша сыналған кристаллит арасындағы коррозияға қарсы металдың тұрақтылығы; 0 – балқытып қапталған металдың және жік металына максимальды жұмыс температурасы бойынша талаптар жоқ; 7 – ыстыққа тұрақты болаттарды пісіруде пісіру жалғастардың максимальды жұмыс температурасы 910-1000°С; 5 – балқытып қапталған металдағы ферритті фазаның мөлшері 2 – 10%).

Егер балқытып қапталған металдың структурасы екі фазалық (А+Ф) болмаса, балқытып қапталған металды сипаттайтын сандық индекс үш цифрдан ғана тұратын болады. Ары қарай Б әріпі негізді қаптаманы белгілейді, 3 – кеңістікте тек төменгі, тік жазықтықтағы горизонтальды және төменнен жоғары бағытта тік пісіру ғана болады; 0 – кері полярлы тұрақты токта пісіру үшін.

7-кесте
Арнайы қасиеттері бар жоғары легіріленген болаттардың кейбір маркаларын қолмен доғалы пісіруге арналып қапталған металдық электродтары (МЕСТ 10052-75-тен үзінділер)

Электрод типтері	Бақытып қапталған металдың химиялық құрамы, %												Бақытып қапталған және жік металдың механикалық қасиеттері				
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb	IV	Baқса элементтер	S	P	Ең кемінде					
												Үзілуге қарсылық шамаcы σ _{0,2} МПа	Сабытырмаcы Үзілуге қарсылық шамаcы σ _{0,2} МПа	Соққы Үзілуге қарсылық шамаcы σ _{0,2} МПа			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Э-2Х13	0,08-0,16	0,3-1,0	0,5-1,5	11,0-14,0	0,6 дейін	-	-	-	-	0,03	0,035	6,0	16	5			
Э-10Х17Т	0,14	1,0	1,2	15,0-18,0	0,6 дейін	-	-	-	0,2 Ti	0,03	0,04	6,5	-	-			
Э-12Х11	0,09-0,15	0,3-0,7	0,5-1,2	10,0-12,0	0,6-0,7	0,6-0,9	-	0,2-0,4	0,8-1,3 W	0,03	0,035	7,5	14	5			
НВМФ	0,09	0,3-1,2	1,0-2,0	18,0	7,5-10,0	-	-	-	-	0,02	0,03	5,5	30	10			
Э-08Х20	0,05-0,12	1,3	1,0-2,5	18,0-0	8,0-10,5	-	0,7-1,3	-	-	0,02	0,30	550	22	8			
Н9Г2Б	0,10	1,0-2,0	1,0-2,0	17,5-20,5	7,5-10,0	-	-	1,5-2,30	-	0,03	0,035	600	22	8			
Э-8Х19	0,09	0,6	1,5-3,0	17,0-20,0	9,5-12,0	2,0-3,5	-	0,35-0,75	-	0,02	0,03	550	25	8			
Э-7Х19Н11	0,12	0,4-1,2	1,2-2,5	21,5-26,5	11,5-14,0	-	0,7-1,3	-	-	0,02	0,03	600	25	7			
М3Г2Ф	0,06-0,12	0,7	1,5-3,0	13,5-17,0	23,0-27,0	4,5-7,0	-	0,9-1,60	-	0,02	0,02	650	30	10			
Э-10Х	0,22-0,32	0,7	1,5-2,5	13,5-16,0	33,0-36,0	-	1,7-2,5	-	0,5-0,25 Ti	0,018	0,03	650	20	15			
Э-08Х	0,16	0,35	0,5-2,5	23,0-26,0	негізгі	8,5-11,0	-	-	0,05 Ti	0,015	0,02	650	24	12			
Э-10Х	0,14	1,0	1,2-2,5	18,0-22,0	негізгі	1,2-2,7	1,5-3,0	-	0,1-0,3 W	0,015	0,02	650	25	-			

Балқытып қаптауға арналған электродтарға арнайы Мемлекеттік стандарт бар, МЕСТ 10051–75. Арнайы қасиеттері бар жоғарғы қабаттарды доғамен балқытып қаптауға арналған металдық электродтар". Осы стандарт бойынша балқытып қаптау жұмыстарына арналған электродтардың 43 типі белгіленген. Бұл стандартта балқытып қапталған металдың химиялық құрамы мен оның қаттылығы белгіленген. Осындай электродтардың белгілену ерекшеліктері 8-кестеде келтірілген мәліметтерінен анықталады.

Мысалы, Э-65Х11НЗ электрод – дегеніміз балқытып қаптауға арналған электрод, құрамындағы элементтердің орташа мөлшері 0,65% С, 11% Сг, 3% Ni, балқытып қапталған металдың қаттылығы Роквелл әдісінің С шкаласы бойынша 25–33 HRC.

8-кесте

Арнайы қасиеттері бар жоғарғы қабаттарды доғамен балқытып қаптауға арналған кейбір электродтардың типтері (МЕСТ 10051–75-тен үзінділер)

Электрод типтері	Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %							Қалыпты температурадағы қаттылық, HRC
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Басқа элементтер	
Э-10ГЗ	0,08-0,12	0,15 дейін	2,90-3,60	-	-	-	-	28-35
Э-15Г5	0,13-0,18	0,15	4,2-5,0	-	-	-	-	40-44
Э-35Х9СЗ	0,25-0,45	1,80-3,20	0,40-1,00	8,0-11,0	-	-	-	52-58
Э-80Х4С	0,70-0,90	1,0-1,5	0,5-1,0	3,5-4,2	-	-	-	56-62
Э-65Х11НЗ	0,5-0,8	0,30 дейін	0,70 дейін	10,0-12,0	2,5-3,5	-	-	25-33
Э-100Х12М	0,85-1,15	0,50 дейін	0,51 дейін	11,0-13,0	-	0,4-0,6	-	53-60
Э-20Х23С2ГТР	2,90-3,50	2,00-2,50	1,00-1,50	22,0-24,0	-	-	0,50-1,50 Ti 0,50-1,50 B	55-62
Э0350Х26Г2Р2	3,10-3,90	0,60-1,20	1,50-2,50	23,0-29,0	-	-	1,80-2,50 B 0,20-0,40 Ti	58-63
Э-225Х10Г10С	2,00-2,50	0,50-1,50	8,0-12,00	8,0-12,0	-	-	-	40-50
Э-9Х31Н8АМ2	0,06-0,12	0,50 дейін	0,50 дейін	30,0-33,0	7,0-9,0	1,8-2,4	0,30-0,40 N ₂	40-48
Э-200Х29Н6Г2	1,60-2,40	0,30-0,60	1,50-3,00	26,0-32,0	5,0-8,0	-	-	40-50

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамының белгіленуі бұрынғыдай – көміртектің мөлшері пайыздың жүздік үлесімен беріледі, негізгі химиялық элементтердің орташа мөлшері әріптік символдардан кейін 1%-тік дәлділігімен беріледі:

А – азот, **Б** – ниобий, **В** – вольфрам, **Г** – марганец, **К** – кобальт, **М** – молибден, **Н** – никель, **Р** – бор, **С** – кремний, **Т** – титан, **Ф** – ванадий, **Х** – хром.

Балқытып қапталған металдың қаттылығы электрод типіне байланысты балқытып қаптаудан кейін бастапқы күйде немесе термиялық өңдеуден кейін берілген. Балқытып қапталған металдың қаттылығын сипаттау үшін екі цифрлық индекстер қарастырылған: бірінші индекс қаттылықты анықтайды; екінші индекс белгіленген қаттылыққа жету жағдайлары (1–балқытып қаптаудан кейін, 2 – термиялық өңдеуден кейін). Осының барлығын есепке алып және МЕСТ 9466–75-ке сай, мысалы, Э-10ГЗ типті электродтың толық белгіленуі келесі түрде болады:

$$\frac{\text{Э-10 ГЗ-ОЗ Н-300У-4,0-НД 1}}{\text{Е-300/32-1-Б40}} - \text{МЕСТ 9466-75,} \\ \text{МЕСТ 10051-75}$$

ал техникалық құжаттарда электродтар: ОЗН–300У– 4,0–1–МЕСТ 9466–75.

Мұнда келесілер көрсетілген: МЕСТ 10051–75 бойынша электрод типі Э-10ГЗ, ОЗН–300У маркалы, диаметрі 4 мм, арнайы қасиеттері бар қабаттарды балқытып қаптау үшін (Н), қалың қаптамалы Д, 1 – топты, МЕСТ 10051–75 бойынша балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер тобы 300/32–1 немесе 300 – Виккерс бойынша қаттылық (275–324 НV), 32 Роквелл бойынша қаттылық (29-35 HRC), қаттылық балқытып қаптаудан кейін 1 индекс, негізді қаптама (Б), төменгі бағытта пісіру үшін (4), кері полярлы тұрақты ток (0).

Балқытып қапталған металдың орташа қаттылығы

Қаттылық		Индекс	Қаттылық		Индекс
HV	HRC		HV	HRC	
1	2	3	4	5	6
175-224	13-21	200/17	675-724	58	700/58
225-274	22-28	250/25	725-774	59-60	750/60
275-324	29-35	300/32	775-824	61	800/61
325-374	36-38	350/37	825-874	62-63	850/62
375-424	39-43	400/41	875-924	64	900/64
425-474	44-47	450/45	925-974	65	950/65
475-524	48	500/48	975-1024	66-67	1000/66
525-574	49-51	550/50	1025-1074	68	1050/68
575-624	52-54	600/53	1075-1124	69	1100/69
625-674	55-57	650/56	1125-1174	70-71	1150/70

Мыс пен оның қорытпаларын, алюминий мен алюминий қорытпаларын қолмен пісіруге арналған электродтардың қолданылу көлемі аз болғандықтан, электродтар үшін арнаулы Мемлекеттік стандарттар жоқ. Мыс пен қорытпаларын пісіруге арналған электродтардың сырықтарын МЕСТ 16130 – 90-ға сәйкес пісіру сымнан және шыбықтан немесе басқа құрамды сырықтардан дайындайды. Қаптама құрамына болатты пісіруге арналған электродтардың қаптама компоненттері болуы мүмкін (қожқұраушы, тотықтандырғыштар, т.б.). Құрғақ шихтаны сұйық шынымен араластырады. Алюминийді және алюминий қорытпаларын пісіруге арналған электродтардың сырықтарын МЕСТ7871-75-ке сәйкес пісіру сымдардан дайындайды. Қаптаманың негізгі құраушылары ол сілтілі және сілтілі жерді металдардың галлоидті тұздары мен криолит. Құрғақ шихтаны сумен немесе NaCl-дың судағы ерітіндісімен араластырады, өйткені сұйық шыны шихтаның компоненттерімен химиялық әрекеттеседі де дайындама тез қатайды. Сонымен қатар,

кремний, сұйық шыныдан жік металына бөлініп шығып, оның қасиеттерін нашарлатады.

Шойынды пісіруге арналған электродтар болаттан, мыс никельді қорытпалардан немесе комбинирленген (мыс – болатты, темір – никельді) болуы мүмкін. Мұндай жағдайда электродтардың қаптама компоненттері ретінде болат электродтардың қаптама компоненттері пайдаланады.

Болат сырықты электродтардың қаптама құрамына көміртек, кремний және басқа графитизаторлар, титан, ванадий және де басқа карбид құраушы компоненттер енгізіледі.

Шойынды кокильге немесе құм қалыптарға құйылған сырықты электродтар да қолданылады. Қаптаманың құрғақ компоненттерін сұйық шынымен араластырылады. Мысты, алюминий және шойынды пісіруге арналған электродтарды дайындағанда сырықтардағы қаптамаларын батыру арқылы жағады.

3.1. Қапталған электродтарды дайындау

Металдық сырығы мен қаптамадан тұратын электрод, балқып реакциялық аймаққа енгізілетін компоненттердің көлемі, химиялық құрамы мен әрекеттесу қабілеті бойынша тұрақтылығын қамтамасыздандыру қажет.

Егер пісіруде химиялық құрамы тұрақты және диаметрінде ауытқулар стандартта белгіленген шамадан аспайтын пісіру сымын қолданса, жоғарыда айтылған жағдайларға жетуге болады.

Сұйық шынымен өзара және сырықпен бекітілген ұнтақ тәрізді компоненттер қоспасынан тұратын қаптама массасы біртекті болу керек. Егер компонент құраушылары жеткілікті түрде ұнтақталып, қаптамаға арналған массаны жақсы араластырса, біртектілікке жетуге мүмкін.

Осының барлығын ескере отырып, электродтарды дайындау кезінде бірнеше операциялар рет-ретімен орындалу керек.

Қапталған электродтарды дайындауда технологиялық операциялардың реті

Технологиялық операциялар	Операцияларды бақылау
1	2
А. Кендер мен концентраттардан ұнтақтарды дайындау	
Кен қоймалары	Химиялық талдау материалдарды эталондауға сынауларды алу
Кептіру	Кептіруден кейін ылғалдылықты бақылау
Ұнтақтау	
Ірі түйіршіктер мен тозаңды бөлу	Дайын ұнтақтардың гранулометриялық құрамын бақылау
Дайын ұнтақтарды шанаққа тиеу	
Ә. Минералдардан ұнтақтарды дайындау	Химиялық талдау, эталондауға сынауларды алу
Минералдардың қоймасы	
Ірілігі 350 мм-ден жоғары кесектерді алдын ала ұсақтау	
Жуу	Бақылау
25 мм-ге дейін ірі ұсақтау	
Кесектердің өлшемі 50 мм-ге дейін орташа ұсақтау	
Ұнтақтау және сепарация	Ұнтақтау грануляциясын бақылау
Майда ұнтақтаудың дайын өнімі	
Б. Құрғақ шихтаны дайындау	
Майда ұнтақтаудың компоненттері 1	

Шихтаны рецепт бойынша дайындау	Өлшеу дәлдігін бақылау
Құрғақ шихтаны араластыру	Түстің біртектілігі, химиялық талдау, ылғалдылық бойынша араластыруды бақылау
Дайын шихтаны шанаққа тиеу және қаптау, массаны дайындауға беру	
В. Қаптау, масса мен брикеттерді дайындау	
Араластырылған құрғақ шихта + сұйық шыны (пассиваторлық қоспалар)	
Қаптау массаны дайындау	
Брикеттерді дайындау	
Дайын сырықтар мен қаптау, массаны беру	
Арнаулы престерде қаптаманы жағу, престеу	Сыртқы көрінісін эксцентриситет бойынша бақылау
Электродтардың түйіспелі ұштарын тазалау	
Г. Кептіру және қыздыру	
Тазалау машинадан электродтарды кептіру мен қыздыру үшін рамкаларға орналастыру	
Үздіксіз конвейерлі кептіру-қыздыру пешіне тиеу	Қаптама ылғалдылығын бақылау
Е. Сортқа бөлу, сертификаттау сынақтар, тұтынушыға дайындау	

Дайын электродтарды (бақылаудан кейін) 3–8 кг салмақты ылғалға төзімді парафинді қағазбен орайды, немесе гермети-калық жабылатын металл ыдыстарға салады. Бума сыртына электродты паспортын желімдейді.

Электрод паспорттыңда келесілер көрсетілуге тиіс:

- а) дайындаушы кәсіпорынның тауарлық белгісі;
- ә) электродтардың шартты белгіленуі;
- б) партия номері мен дайындалу датасы;
- в) электродтардың қолданылу салалары;
- г) пісірудің немесе балқытып қаптаудың арнайы жағдайлары;
- д) ылғалдың мүмкінді мөлшері;
- е) қайта қыздырудың режимдері;
- ж) ұсынылатын пісіру режимі;
- з) электродт массасы.

3.2. Электродтың балқуында қож құрамының қалыптасуы

Электрод қаптамасының құрамы – олардың рецептурасымен анықталады. Компоненттердің химиялық құрамы стандарт-тармен және техникалық жағдайларымен кепілденеді. Сондық-тан, пісіру кезінде пайда болатын қождардың құрамын анықтау үшін, құрғақ қоспаның белгілі мөлшерінде қаптама компонент-терінің мөлшерін анықтау қажет. Электрод (Э46А типті, УОНИ-13/45 маркалы, негізді типті қаптама МЕСТ 9467–75) балқуы-ның нәтижесінде пайда болған қорғаушы қождың құрамын есептеуін келтіріп, қождың көптеген ерекшеліктерін сипат-тайтын қышқылдық коэффициентін анықтаймыз.

Осы типті электродтың қаптама құрамы, %:

1. Мәрмәр.....54 (МЕСТ 4416 – 94).
2. Балқыма шпат 15 (МЕСТ 4421 – 73).
3. Кварц құмы 9 (МЕСТ 4417– 75).
4. Ферросилиций 5 (МЕСТ 1415 – 93), (ИСО 5445 – 80).
5. Ферромарганец 5 (МЕСТ 4755 – 91), (ИСО 5446 – 80).
6. Ферротитан 12 (МЕСТ 4761– 91), (ИСО 5454 – 80).

7. Құрғақ қалдыққа есептегенде сұйық шыны – 112%.

Негізгі компоненттерге сұйық шыныны қосымша енгізілетіндіктен, оны есепке алып, қаптама құрамындағы компоненттердің нақты мөлшерін анықтау қажет (112 %-ті 100% деп есептесек). Сонда, қаптама құрамы келесі түрде болады, %:

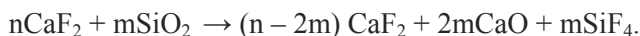
1. Мәрмәр	48,3
2. Балқыма шпат.....	13,2
3. Кварц құмы.....	8,0
4. Ферросилиций.....	4,5
5. Ферромарганец.....	4,5
6. Ферротитан.....	10,7
7. Сұйық шыны.....	10,7
Барлығы	100%

Қождың химиялық құрамын есептеу үшін компоненттердің химиялық құрамы мен жік металына ауысатын легірлеуші элементтердің мөлшерін білу қажет. Мәрмәрдің құрамында 93% CaCO_3 және 3%-тен көп емес MgO болады. Осыны есептей отырып қаптамада:

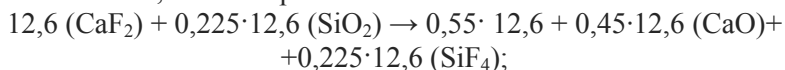
$$48,3 \cdot 0,93 = 44,5 \text{ \% } \text{CaCO}_3 \text{ және } 48,3 \cdot 0,03 = 1,45\% \text{ MgO болады.}$$

Пісіру кезінде CaCO_3 диссоциаланады, соның нәтижесінде газдық фазаға бөлінетіні: $(\text{CO}_2)_r = 44,5 \cdot 44/100 = 19,5\%$, қож фазасына $(\text{CaO})_ш = 44,5 \cdot 56/100 = 24,9\%$. 1,45% мөлшердегі MgO толығымен қожға ауысады. Балқыма шлакта 92% CaF_2 және 5 % -тен көп емес SiO_2 . SiO_2 толығымен қожға ауысады немесе $(\text{SiO}_2)_ш = 13,2 \cdot 5/100 = 0,66 \text{ \%}$.

Қаптама құрамындағы CaF_2 $13,2 \cdot 0,95 = 12,6 \text{ \%}$ мөлшерде SiO_2 -мен келесі формула бойынша әрекеттеседі:



Егер CaF_2 аз, ал SiO_2 көп болған жағдайда $(n - 2m) = 0,55n$ немесе $m = 0,225n$. Егер $m = 1$.



сондықтан, CaF_2 6,9 % мөлшерде қожда қалып қояды, ал CaO және SiF_4 пайда болуына $12,6 - 6,9 = 5,7\% \text{ CaF}_2$ жұмсалады.

Кальций мен фтордың үлесін олардың молекулярлық массаларының қатынасынан таба аламыз: CaF_2 -дың массасы 78, кальций 40 және фтор 19; сондықтан кальций үлесі $5,7 \cdot 40 / 78 = 2,9$ және фтордың үлесі $5,7 \cdot 38 / 78 = 2,8$. Барлық элементтерді есептегенде:

$$\text{Ca} + 0,5\text{O}_2 = \text{CaO}; (\text{CaO})_{\text{ш}} = 2,9 \cdot 56 / 40 = 4,1\%;$$

$$40 + 0,5 \times 32 = 56;$$

$$\text{Si} + 4\text{F} \rightarrow \text{SiF}_4, (\text{SiF}_4)_{\text{г}} = 2,8 \cdot 104 / 76 = 3,9\%;$$

$$28 + 4 \times 19 = 104;$$

$$\text{және } (\text{Si})_{\text{ш}} = 2,8 \cdot 28 / 76 = 1,0\%,$$

яғни, 1% мөлшердегі Si қождан алынып SiF_4 пайда болуына жұмсалды. Қождағы SiO_2 шығыны

$$\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2; \quad 28 + 32 = 60$$

Сондықтан, $1 \cdot 60 / 28 = 2\%$ мөлшердегі SiO_2 – ні $(\text{SiO}_2)_{\text{ш}}$ -дегі суммалық мөлшерінен алып тастау керек.

Кварц құмының құрамында 97% SiO_2 бар, сондықтан қожға $(\text{SiO}_2)_{\text{ш}} = 8 \cdot 0,97 = 7,75\%$. Ферросилицийда 75% Si болады, сонда қышқылдандыру мен легірлеуге $\text{Si} = 4,5 \cdot 0,75 = 3,5\%$ жұмсалады.

Жік металын 0,3%-ке дейін легірлеу үшін қаптамадан (қаптаманың салыстырмалы массасы 0,33 деп алсақ) кремний жұмсалы қажет.

$$(\text{Si})_n = \frac{(\text{Si})_{\text{ш}}}{G_n / G_c} = \frac{0,3}{0,33} \approx 0,9.$$

Ферросилицийдің құрамындағы қалған кремний $(3,5 - 0,9) = 2,6\%$ жік металын тотықтандыру үшін (кремний тотығы пайда болады) шығындалады $(\text{SiO}_2)_{\text{ш}} = 2,6 \cdot 60 / 28 = 5,55\%$.

Ферромарганец құрамында 80% Mn, 1% C және 2% Si болады немесе қаптамадағы қатысу үлесі бойынша $\text{Mn} = 4,5 \cdot 0,8 = 3,6\%$; $\text{C} = 2,5 \cdot 0,01 = 0,045\%$; $\text{Si} = 4,5 \cdot 0,02 = 0,09\%$.

Ферромарганецтегі көміртек пен кремнийді есепке алмаса да болады, өйткені олар жанып кетеді (угар). Ферромарганецтегі – марганецтің бір бөлігі жікті легірлеуге жұмсалады (ауысу коэффициенті $K_{\text{Mn}} = 0,55$).

Сонда $(\text{Mn})_{\text{ш}} = 3,6 \cdot 0,55 = 1,9\%$.

Марганецтің қалған бөлігі $3,6 - 1,9 = 1,7\%$ қожда MnO -ны құрауға шығындалады:

$$\text{Mn} + 0,5\text{O}_2 = \text{MnO}, \quad (\text{MnO})_{\text{ш}} = 1,7 \times 71/55 = 2,2\%;$$
$$55 + 0,5 \times 16 = 71$$

Ферротитан құрамында 23% Ti; 4,6% Si; 6% Al болады; осы элементтер оттегімен әрекеттеседі.

Сонда, $10,7 \cdot 0,23 = 2,46\%$ мөлшердегі титан $(\text{TiO}_2)_{\text{ш}} = 2,46 \cdot 80/48 = 4,1\%$, өйткені

$$\text{Ti} + \text{O}_2 = \text{TiO}_2.$$
$$48 + 32 = 80$$

$10,7 \cdot 0,46 = 0,5\%$ мөлшердегі кремний 1,1 % $(\text{SiO}_2)_{\text{ш}}$ құрайды.

$10,7 \cdot 0,06 = 0,64\%$ мөлшердегі алюминий $(\text{Al}_2\text{O}_3)_{\text{ш}} = 0,64 \cdot 102/54 = 1,2\%$ құрайды, өйткені

$$2\text{Al} + 1,5\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3.$$
$$2 \times 27 + 3 \times 16 = 102$$

Натрийлі сұйық шыны (модулі $m = \% \text{SiO}_2 \cdot a \% \text{R}_2\text{O}$, мұндағы – R_2O -нің SiO_2 -ге молекулярлық массаларының қатынасы, Na_2O немесе $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$) құрамында Na_2O -ның бір молекуласына 2,7 молекула SiO_2 болады. Егер молекулярлық массалары SiO_2 – 60 және Na_2O – 62, онда

$$(\text{SiO}_2)_{\text{ш}} = 10,7 \% \frac{2,7 \cdot 60}{(27 + 1,0)62} = 7,6 \%;$$

$$(\text{Na}_2\text{O})_{\text{ш}} = 10,7 \frac{2,7 \cdot 60}{(27 + 1,0)62} = 3,0 \%.$$

Есептеу нәтижелері 4-кестеде келтірілген. Қождарды қышқылдық коэффициентімен (k_k) сипаттайды. Қышқылдық коэффициенті ол келесі қатынаспен анықталады: $k_k = \Sigma \text{RO}_2 / \Sigma \text{RO}$, мұндағы ΣRO_2 – қождағы қышқыл тотықтардың масса бойынша проценттерінің қосындысы; ΣRO – негізді тотықтардың.

Э46А типті УОНИ–13/45 маркалы электродтармен (МЕСТ 9467–75) пісіргенде кож құрамын есептеу

11-кесте

Қаптама құраушылары	Қаптама құрамы		Компонент формуласы	Мөлшері, %	Металға ауысты, %	Кожға ауысты, %								Таздағы орта ауысты, %	
	Рецепт бойынша	Есеп бойынша, 100%				CaO	CaF ₂	MgO	SiO ₂	TiO ₂	NaO ₂	MnO	Al ₂ O ₃		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Мәрмәр	54,0	48,3	CaO ₃ , MgO	92; 3		24,9	-	1,45	-	-	-	-	-	-	19,5 CO ₂
Балқамала шпак	15,0	13,2	CaF ₂ , SiO ₂	92; 5		4,1	6,9	-	[-2,0]	-	-	-	-	-	3,9 SiF ₂
Қварц құмы	9,0	8,0	SiO ₂	97	-	-	-	-	7,75	-	-	-	-	-	-
Ферросилиций	5,0	4,5	Si	75	0,9	-	-	-	5,55	-	-	-	-	-	-
Ферромарганец	5,0	4,5	Mn	80	111,9	-	-	-	-	-	-	2,2	-	-	-
Ферротитан	12,0	10,7	Ti, Si, Al	23; 4,6; 6,0	-	-	-	-	1,1	4,1	-	-	1,2	-	-
Құрғақ қалдыққа есептелген сұйық шыны	12,0	10,7	SiO ₂ , Na ₂ O	73; 27	-	-	-	-	7,6	-	3,0	-	-	-	-
Барлығы	112	100				29,0	6,9	1,45	20,0	4,1	3,0	2,2	1,2	Σ67,85	
Қождың есептелген құрамы, %						42,8	10,2	2,1	29,4	6,05	4,4	3,25	1,8	100%	

Егер $k_k > 1,0$, қож қышқылды деп есептелінеді; егер $k_k < 1,0$, – негізді, ал егер $k_k = 1$, онда қож бейтарап немесе атмосфералық болып есептелінеді. УОНИ-13/45 маркалы электродтың қожынды $k_k \approx 0,55$, яғни негізді тобына жатады. Қышқылды тотықтарға SiO_2 , TiO_2 ; негізді тотықтарға FeO , MnO , CaO , MgO , Na_2O , K_2O ; ал атмосфералық тотықтарға Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 жатады.

Пайда болған қождарда белгілі физика-химиялық қасиеттері болу қажет. Қождың физикалық қасиеттеріне жылу физикалық сипаттамалары жатады: балку температурасы, қатаюдың температуралық интервалы, жылу сыйымдылық, жылу құрамы, тұтқырлық; тотықтарды, сульфидтерді, т.б. еріту қабілеті; белгілі тығыздық; белгілі газ өткізгіштік қабілеті; металмен салыстырғанда сызықтық және көлемдік кеңеюінде жеткілікті айырмашылық (жік металын оңай тазалау үшін қажет).

Химиялық қасиеттеріне қождың жік металын қышқылдан-дыру, тотықтарды оңай балкитын қосылыстарға ауыстыру, жік металын легірлеу қабілеттері жатады.

Пісіру кезінде балку температурасы $1100-1200^\circ\text{C}$ қождар ең жарамды болып есептелінеді. Қатаюдың температуралық интервалы шамалы болу немесе қож «қысқа» болу қажет.

Қатаюдың температуралық интервалы ұзаққа созылған болса, («ұзын» қождар) жіктің қалыптасуына нашар әсер етеді.

Қождың тұтқырлығы да пісіру кезінде өте маңызды болып табылады. Неғұрлым тұтқырлығы төмен болса, соғұрлым қождың жылжу қабілеті және соған байланысты, оның физикалық және химиялық белсенділігі жоғары болады (химиялық реакциялар мен тотықтардың, сульфидтердің т.б. еруінің физикалық үрдістері тез өтеді).

Бірақ, қождың тым сұйық болғаны да қауіпті, әсіресе тік және төбелік бағыттарда пісіргенде, өйткені жік металы толық жабылмайды.

Осындай қождар үшін сұйық күйден қатты күйге ауысуы неғұрлым қысқа мерзімде өту керек.

Қышқыл қождар әдетте өте тұтқырлы және «ұзын», неғұрлым қышқылдық саны артқан сайын, соғұрлым тұтқырлығы жоғары болады. Негізді қождар «қысқа» болады.

Қождардың меншікті салмағы аз болу қажет, өйткені олар пісіру ваннасының бетіне қалқып шығу керек.

Жік металын қаптайтын қож қабаты сұйық күйінде және катаю кезінде жік металынан бөлініп шығатын газдарды оңай өткізе алатын күйде болу қажет.

Қатайған қождар жіктен оңай алыну керек.

Ол үшін олардың металмен жабысу қабілеті төмен және металл мен қождың сызықтық кеңею коэффициенттерінің айырмашылығы едәуір болу керек.

Бақылау сұрақтары.

1. Электрод қаптамасының қалыңдығы қалай сипатталады?
2. Аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтардың структуралық белгіленуіне қандай параметрлер кіреді?
3. Жоғары легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтардың структуралық белгіленуіне қандай параметрлер кіреді?
4. Шойынды пісіруге арналған электродтар неден жасалады?
5. Алюминийді пісіруге арналған электродтар қандай МЕСТ бойынша дайындалады?

4. ПІСІРУ ФЛЮСТАРЫ

Жеке дәндерінің өлшемдері 0,25-4 мм (флюстің маркасына байланысты) болатын, арнайы дайындалған металл емес гранулалар тәрізді ұнтақтарды пісіру флюстары деп атайды. Флюстар пісіру кезінде балқып, пісіру аймақтың үстінен газды және қожды күмбезді құрайды, ал химикалық-металлургиялық әрекеттесуінен кейін, доға кеңістігінде және пісіру ваннасында жік бетінде қож қабатын құрайды. Осы қож қабатына түрлі тотықтар, күкірт, фосфор және газдар шығарылады.

Пісіру материалдарға және пісіру кезінде өтетін металлургиялық процестерге қойылатын талаптарға байланысты, флюстар әртүрлі құрамды болуы мүмкін. Флюстарды – оларды дайындау тәсілдеріне, тағайындалуына және химиялық құрамына байланысты бірнеше түрлерге бөледі. Дайындау тәсіліне байланысты оларды балқымалы және керамикалық (балқымаған) деп айырады. Керамикалық флюстарды дайындау технологиясы электродтардың қаптамаларын дайындау технологиясына ұқсас.

Шихтаның құрғақ компоненттерін сұйық шынымен араластырады; алынған массаны тор арқылы арнайы кондырғыларды өткізіп майдалайды, кептіріп (кептіру режимдері электрод қаптамалардың кептіру режимдерімен бірдей), белгілі өлшемді түйіршіктерді алу үшін електен өткізеді.

Компоненттердің құрғақ қоспасының түйіршіктері жоғары температурада күйдіру арқылы біріктіріледі. Алынған кесектерді қажетті өлшемге дейін домалақтандырылады (басқаша күйдірілген флюстар деп аталады).

Балқымаған флюстар – кәдімгі қарапайым механикалық қоспа түрінде де дайындалуы мүмкін (флюстар – қоспалар). Балқымаған флюстар тобынан ең кең тараған, ол – керамикалық флюстар. Олардың құрамы негізді типті қаптамалардың құрамына жақын келеді. Металдарды осындай флюстармен легірлеу үшін олардың құрамына қажетті ферроқорытпалар қосылады. Дайындау кезінде флюстар балқымайтын болғандық-

тан, феррокорытпалардың және басқа да легірлеуші элементтердің мөлшері мен қатынасы әртүрлі болуы мүмкін.

Осыған байланысты, металл жігінің қажетті құрамына оңай жетуге мүмкіндік туады. Флюстардың осындай ерекшелігі олардың басты артықшылығы болып есептеледі. Бірақ, осындай флюстарды қолданғанда, металл жігінің химиялық құрамы міндетті түрде пісіру режиміне тәуелді болады. Пісіру ток шамасының өзгеруі және әсіресе, доға кернеуінің өзгеруі балқытылған флюстар мен металл массаларының қатынасын өзгертеді. Сонда, жік металының құрамы әртүрлі болуы мүмкін (жіктің ұзындығы бойынша).

Керамикалық флюстардың тағы бір кемшілігі – түйіршіктердің механикалық беріктігі әртүрлі және төмен болғандықтан өлшемдері әртекті болады. Осыған байланысты керамикалық флюстар оңай үгітіледі.

Керамикалық флюстардың өзіндік құны өте жоғары болғандықтан, олар кәдімгі болаттарды пісіруде қолданылмайды. Негізгі қолданылу саласы – ол жоғары легірленген арнайы болаттарды пісіру және балқытып қаптау жұмыстары.

Балқымалы флюстар металл тұздары тотықтарының қорытпалары түрінде болады. Оларды дайындау үрдісі бірнеше кезеңдерден тұрады: шихтаны есептеп дайындау; флюсті балқытып алу; грануляция (домалақтандыру); сулы грануляциядан кейін кептіру; електен өткізу. Алдын ала ұнтақталған және қажетті пропорцияларда өлшенген компоненттерді араластырып, доғалы немесе жалынды пештерге тиейді. Балқытылғаннан кейін белгілі уақыт пеште (барлық реакциялар түгел аяқталу үшін) ұстайды да шамамен 1400°C температурада сұйық флюс пештен шығарылады. Грануляцияны екі тәсілмен жүргізуге болады: құрғақ немесе сулы тәсілмен. Құрғақ тәсілі бойынша флюсті металдық қалыптарға құйып, суығаннан кейін құйманы түйіршіктерінің өлшемі 0,1–3 мм дейін біліктерде ұсақтап, сосын електен өткізеді.

Құрғақ грануляцияны гипроскопиялық флюстар үшін қолданылады (құрамында фтор мен хлор тұздарының мөлшері

жоғары болған). Негізінде осындай флюстар алюминий және титан қорытпаларын пісіргенде қолданылады. Сулы грануляция тәсілі бойынша пештен шыққан сұйық флюсті су ағып тұратын бакқа жіңішке ағынмен бағыттайды. Кейбір жағдайларда флюстің ағынын су бетінің үстінде қосымша жоғары қысымды су ағынымен бөледі.

250–350°C температурада кептірілген массаны ұсақтап 1 см² -де 16 және 400 саңылаулары бар екі електен өткізеді.

Екінші електің тор үстіндегі қалған масса дайын флюс ретінде қолданылады. Әдетте, қалыптары әртүрлі дәндердің түсі ақшыл – сұрдан қызыл – қоңыр немесе қоңыр болады (құрамына байланысты). Флюстарды сақтау және тасымалдау полиэтиленнен жасалған қаптарда немесе басқа да су мен ауаны өткізбейтін ыдыста жүргізіледі.

Балқымалы флюстардың керамикалық флюстардан басты айырмашылығы, ол балқымалы флюстарда легірлеуші элементтер таза күйде болмайтындығы, өйткені флюсті дайындау кезінде олар міндетті түрде тотықтанады. Жік металын балқымалы флюстармен легірлеу үрдісі флюс құрамындағы тотықтармен әрекеттесу арқылы жүзеге асырылады.

Химиялық құрамы бойынша флюстарды сұрыптау олардың құрамындағы металдардың тотықтары мен тұздардың мөлшеріне байланысты.

Оттектендіргіш флюстардың құрамында, негізінде MnO және SiO₂ сияқты тотықтар болады. Флюстардың қажетті қасиеттерін алу үшін оларға басқа да құраушылар қосылады, мысалы балқымалы шпат және де беріктігі өте жоғары CaO, MgO, Al₂O₃ сияқты тотықтар. Осы тотықтар пісіру кезінде металмен әрекеттеспейді.

Неғұрлым флюс құрамында MnO және SiO₂ мөлшері жоғары болса, соғұрлым флюс жік металын кремний мен марганецпен жоғары мөлшерде легірлейді, бірақ, металдың тотығуы да жоғары болады. Неғұрлым болаттардың химиялық құрамы күрделі болса (легірлеуі), соғұрлым флюстің құрамында MnO және SiO₂ мөлшері аз болу қажет. Өйткені, легірлеуші элементтердің

тотығуы шектен тыс жоғары болады және болатты кремний мен марганецпен легірленуіне жол бермеу керек. Сондықтан оттекпендіргіш флюстарды тек көміртекті және аз легірленген болаттарды пісіргенде ғана қолдануға болады.

Оттекпендірмейтін флюстардың құрамында марганец пен кремнийдің тотықтары болмайды немесе олардың мөлшері өте төмен. Негізінде, құрамында CaF_2 сияқты фторидтер және беріктігі жоғары басқа металдардың тотықтары болады. Осындай флюстарды жоғары легірленген болаттарды пісіру үшін қолданылады.

Оттексіз флюстар толығымен металдардың фторидті және хлорлы тұздарынан және құрамында оттегі жоқ басқа да құраушылардан тұрады. Мұндай флюстар химиялық белсенді металдарды пісіруде қолданылады (алюминий, титан, т.б.).

Балқымалы флюстардың пісіруде кеңінен қолданылатына байланысты, флюстардың негізгі маркаларына МЕСТ 9087-81 "Балқымалы пісіру флюстары" стандарт қарастырылған. Бұл стандартта балқымалы флюстардың 10 маркасының химиялық құрамы белгіленген, дәндердің түсі, құрылысы мен өлшемдері көрсетіліп, қолданылу салалары бойынша ұсыныстар берілген (10-кесте).

АН – 20 және АН – 26 маркалы флюстар тек дәндердің өлшемдері бойынша бөлінбей, флюс дәндерінің құрылысы бойынша да бөлінеді – шыны немесе пемза тәрізді. Флюс дәндерінің құрылысы флюс балқымасының құрамына, суға түсіру кезіндегі қыздырылу дәрежесіне тәуелді.

Осыған байланысты флюс тығыз, дәндері мөлдір – "шыны" немесе кеуекті, тығыздығы өте төмен – "пемза тәрізді" болуы мүмкін. Пемза тәрізді флюстің құрамы сондай болса да меншікті салмағы 1,5 – 2 есе аз болады.

Мұндай флюстар металды ауа әсерінен нашарлау қорғайды, бірақ ток күші мен пісіру жылдамдығы жоғары болғанда жік жақсы қалыптасуын қамтамасыз етеді.

Флюсті дәндердің өлшемдері бойынша да сұрыптайды. Мысалы, АН-348-А; ОСЦ-45; АН-20-С; АН-26-П флюстардың

дәндер өлшемдері 0,35-3 мм; АН-348-АМ; ОСЦ-45-М; ФЦ-9; АН-20-0 25-1,6 мм; АН-8; АН-22 и АН-26С - 0,35-4 және АН-26-СП - 0,25-4 мм.

Дәндерінің өлшемі 1,6 мм-ге дейін шыны тәрізді флюстар электродты сыммен (диаметрі 3 мм-ге дейін) пісіруге арналған.

Флюста маркасының белгіленуінде **М** – майда, **С** – шыны тәрізді, **П** – пемза тәрізді, **СП** – аралас дегенді білдіреді. Флюстің стандарт бойынша шартты белгіленуі келесі: АН-348 – АМ– МЕСТ 9087 – 81 флюсі.

Жік металының химиялық құрамы флюстің химиялық белсенділігімен және пісіру сымның құрамымен тығыз байланыста болғандықтан, әртүрлі маркалы көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған флюсті және сымның маркасын бірге таңдайды немесе флюс – сым жүйені таңдайды. Жік металында түрлі кеуектердің пайда болуына жол бермеу үшін жік металында кремний мен марганецтің мөлшері 0,2–0,4%-тен кем болмау керек.

Осыған байланысты, флюс пен пісіру сымның жүйесін таңдайды. Қазіргі кезде үш негізгі жүйе қолданылады:

а) Аз көміртекті электродты сым (Св– 08, Св– 08А т. б.) және кремний мөлшері жоғары (40 – 45% SiO₂) жоғары марганецті (35 – 45% MnO) флюс.

Жікті кремний және марганецпен легірлеу кремний – марганецті түзілу процестерінің салдарынан жүреді, флюстан жікке ауысатын легірлеуші элементтерінің мөлшері салыстырмалы түрде аз болады (Si ≤ 0,4%; Mn ≤ 0,7%).

Керамикалық флюстарды қолданғанда, жік металын марганец және кремниймен легірлеу флюске сәйкес келетін феррокорытпаларды қосу арқылы жүргізіледі;

ә) Mn 2 %-ке дейін легіріленген аз көміртекті сым (Св – 10Г2 типті) және жоғары – кремнийлі (қышқылды) флюс (құрамында 40 – 42% SiO₂ және 15%-тен көп емес MnO). Мұндай жағдайда жікті марганецпен легірлеу сым арқылы, ал кремний мен флюстен түзілу арқылы жүзеге асырылады.

б) Орташа марганецті электродты сым ($\approx 1\%$ Mn) және орташа марганецті ($\approx 30\%$ Mn) қышқылды флюс. Жік металының марганецпен легірлеуі сымнан және марганецтің флюстан түзілу процесі арқылы, ал кремний мен кремнийдің флюстан түзілу процесі арқылы жүзеге асырылады. Әртүрлі жоғары және күрделі легірленген болаттар мен түсті металдарды пісіруге арналған флюстардың басқа маркалары стандартталмаған және түрлі ведомстволық техникалық жағдайлар бойынша тұтынушыға жеткізіледі (12-кесте). Электрқожды пісіруге тағайындалуы жалпы болатын (АН – 348–А, АН– 22, 48 – ОФ– 6, АНФ–5) және нақты осы процеске тағайындалған (АН– 8 және АН –25) флюстар қолданылады.

Осы флюстардың құрамында титан тотықтарының бар болуы олардың қатты күйінде жоғары электрөткізгіштікті қамтамасыз етеді.

Мұндай жағдай пісіру процестің басында өте маңызды, өйткені доғаның жануында шлакты ваннаның жеткілікті бастапқы көлемін қамтиды. Технологиялық жағынан ең жақсы АН–8 флюсі болып саналады. Мысты және оның қорытпаларын механикаландырылған пісіруде ОСЦ– 45, АН–348–А, АН–20, АН–26 кәдімгі флюстардың маркалары (болаттарды пісіруде кеңінен қолданылатын) флюстар тиімді қолданылады.

Алюминий мен оның қорытпаларын пісіруде екі негізгі оттекті АН–А1 және АН–А4 флюстардың маркалары дайындалған (12-кесте).

12-кесте

Балқымалы пісіру флюстары (МЕСТ 9087 – 81-ден үзінділер)

Флюс маркасы		Мөлшері (көп емес), % масса бойынша											Тағайындауы
		SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	K ₂ O, Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	S	P	C	
АН-348-А ОСЦ-45	Қушті оттектен-діргіш флюстар	41 - 44	34 - 38	6.5	5 - 7.5	4.5	4 - 5.5	-	2.0	0.15	0.12	-	Диаметрі 3 мм-ден жоғары көміртекті және аз легірілген сыммен көміртекті және аз легірілген болаттарды пісіру
		38 - 44	38 - 44	6.5	2.5	5.0	6 - 9	-	2.0	0.15	0.15	-	
АН-60		42.5 - 6.5	36 - 41	3 - 11	0.5 - 3.0	5.0	5 - 8	-	1.5	0.15	0.15	-	
АН-348-АМ	Әлсіз оттектен-діргіш флюстар	41 - 44	34 - 38	6.5	5 - 7.5	4.5	3.5 - 4.5	-	2.0	0.15	0.12	-	Тура солай, сымның диаметрі 3 мм-ге дейін
ОСЦ-45М		38 - 44	38 - 44	6.5	2.5	5.0	6-9	-	2.0	0.15	0.10	-	
ФЦ-9		38 - 41	38 - 41	6.5	2.5	10-13	2-3	-	2.0	0.10	0.10	-	
АН-8		33 - 36	21-26	4-7	5-7.5	11-15	13-19	-	1.5-3.5	0.15	0.15	-	
АН-20		10 - 24	0.5	3 - 9	9 - 13	27-32	25-33	2 - 3.0	1.0	0.08	0.05	-	Легірілген болаттарды пісіру
АН-22		18 - 21.5	7-9	12 -15	11.5 - 15	19 - 23	20 - 24	1 - 2	1.0	0.05	0.05	-	
АН-26		29.0 - 3.0	2.5- 4.0	4 - 8	15 - 18	19 - 23	20 - 24	-	1.5	0.10	0.10	0.05	Коррозияға төзімді және ыстыққа берік болаттарды пісіру

13-кесте
Оттексіз және оттектендіргіштіксіз балкымалы пісіру флюстары

Флюс маркасы	Ерекшеліктері	Мөлшері (көп емес), % масса бойынша									Болжамды тағайындауы	
		SiO ₂	MnO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	CaF ₂	NaF	FeO	S		P
АН-30	Оттектендіргіштіксіз	2-5	-	39-44	16-20,5	13-16	19-23	-	1.0	0,08	0,05	Хроминикельді болаттарды пісіру
АН-70	Сондай	8,0	-	30-40	25-35	-	20-30	1-3	-	0,09	0,05	Жоғары легіріленген болаттарды балқытып қаптау
48-ОФ-6	Сондай	3,5-6,0	0,3	20-24	16-20	2,0	50-60	-	1,0	0,025	0,025	Агрессивті ортада жұмыс істейтін хроминикельді болаттарды доғалы және электрқожды пісіру
АНФ-8	Сондай	2,0	-	25-35	12-18	-	45-55	-	1,0	0,05	0,05	
АНФ-5	Оттексіз	2,0	-	-	-	-	75-80	17-25	1,0	0,05	0,05	

Алюминий мен қорытпаларын титан және қорытпаларын
пісіруге арналған флюстардың құрамы

Флюс маркасы	Құрамы, %	Тағайындалуы
АН-А1	Хлорлы калий –50 Хлорлы натрий –20 Криолит –30	Алюминийді доғалы пісіру
АН-А4	Хлорлы калий –50 Криолит –30 Хлорлы литий –20	Алюминий – магний қорытпаларын доғалы пісіру
АН-А301	Хлорлы калий –20-60 Хлорлы литий –10-40	Алюминийді электрқожды пісіру
АН-А302	Хлорлы барий – 5-30 Фторлы литий –2-20	
АН-304		
АН-Т1	Фторлы кальций –79.5 Хлорлы барий –19 Фторлы натрий –1.5	Қалыңдығы 2– 8 мм титанды доғалы пісіру
АН-Т3	Фторлы кальций –85.5 Хлорлы барий –10 Фторлы натрий –1.5	Қалыңдығы 2– 8 мм титанды доғалы пісіру

Мұндай флюстарды құрамына кіретін тұздарды балқытып немесе оларды механикалық түрде араластырып дайындайды. АН-А1 флюс тек алюминийді пісіруге арналған. Алюминий-магнийлі қорытпаларды пісіргенде NaCl түрінде флюс құрамындағы натрий пісіру ваннасында магниймен түзіліп жиектердің кеуектілігіне келтіреді. Ал кеуектіліктің салдарынан жік металының пластикалық қасиеттері нашарлайды.

Сондықтан алюминий – магнийлі қорытпаларды пісіру үшін, құрамында натрий тұздары жоқ, АН-А4 флюс қолданылады. Алюминийді электрқожды тәсілімен пісіру үшін арнаулы флюстар дайындалған.

Титанды пісіргенде АН-Т1, АН-Т3, т.б. оттектіз флюстар қолданылады. Олардың құрамына негізінен фторлы және хлорлы қосылыстар кіреді. Фторлы қосылыстар кейбір жағдайларды титан тотықтарымен әрекеттесіп, оларды ерітуі мүмкін. Сондықтан флюстің технологиялық қасиеттерін қамтамасыздандыру үшін флюс құрамына хлорлы қосылыстар енгізіледі.

4.1. Қорғаушы газдар

Қорғаушы газдар екі топқа бөлінеді: химиялық инертті және белсенді. Бірінші топты газдар пісіру кезінде қыздырылып балқытылған металдармен әрекеттеспейді және оларда ерімейді. Осындай газдарды қолдана отырып, доғалы пісіруді балқымалы немесе балқымайтын электродпен жүргізуге болады. Екінші топты газдар пісіру аймақты қоршаған ауадан қорғайды, бірақ өздері металда ериді немесе онымен химиялық түрде әрекеттеседі.

Көмірқышқылды газдың қыздырылған вольфрамға химиялық белсенділігі өте жоғары болғандықтан (вольфрамның тотықтануы, қирауы), көмірқышқылды газ ортада доғалы пісіру үшін балқымалы немесе балқымайтын (графитті немесе көмірлі) электродтар қолданылады. Пісіруде қолданылатын химиялық инертті газдарға гелий және аргон жатады (15-кесте). Химиялық белсенді газдар ішінде ең маңыздысы ол көмірқышқылды газ.

15-кесте

Инертті газдардың (аргон және гелий) қасиеттері

Газ	Атом- дық салма- ғы	20 ⁰ С-ғы тығыздығы, кг/м ³	Қайнау темпера- турасы, ⁰ С	Жылу өткізгіштік коэффициенті, кал/см · с · ⁰ С	Ионизация потен- циалы, В
Аргон	39,944	1,662	-185,5	$0,378 \cdot 10^{-4}$	15,7
Гелий	4,003	0,1785	-268,9	$3,32 \cdot 10^{-4}$	24,5

Аргон – газ тәрізді таза МЕСТ 10157-79 бойынша үш сортты болып шығарылады: жоғарғы, бірінші және екінші. Аргонның мөлшері сортына сәйкес: 99,99 %; 99,98 %; 99,95 %. Қоспалар ретінде оттегі, азот және ылғал болады. Аргон газ күйінде болаттан жасалған баллондарда сақталып тасымалданады. Баллонда $6,2 \text{ м}^3$ газ тәрізді аргон болады. Баллондағы қысым 150 ат немесе 20°C температураға есептегенде қысым 15 МПа. Аргонды сұйық күйде арнаулы цистерналарда немесе Дьюар ыдысында тасымалдауға болады. Сосын арнайы орындарда газ күйіне аудару қажет. Аргон сақтайтын баллондар сұр түсті, ал жазулары жасыл түсті болады. Жоғарғы сортты аргон химиялық белсенді металдарды (титан, цирконий және ниобий сияқты) және осылардың негізіндегі қорытпаларды пісіруге арналған. Алюминий, магний және басқа металдардың қорытпаларын, оттегі пен азоттың қоспаларына сезімталдығы төмен болатын, балқымайтын электродпен пісіруде бірінші сортты аргонды қолдануға болады. Коррозияға төзімді болаттарды пісіруде екінші сортты аргон қолданылады.

Гелий – пісіруге арналған газ тәрізді таза ТУ 51– 689 – 75 техникалық жағдайлар бойынша үш маркалы (А – 99,995 %; Б – 99,99 %; В – 99,8 %) болып шығарылады. Қоспалар ретінде азот, сутегі және ылғал болады. Гелий, аргон сияқты, болаттан жасалған – баллондарда сақтап тасымалдайды. Баллондағы қысым 15 МПа (150 ат). Гелий сұйық күйде болса, баллондағы қысым 0,2 МПа. Баллонның түсі қоңыр, ал жазуы ақ түсті болады. Гелий аргоннан едәуір қымбат болғандықтан, оны тек арнайы жағдайларды химиялық таза және белсенді металдармен қорытпаларды пісіргенде қолданылады. Гелийді пісіргенде балқыту тереңдігі жоғары және жіктің қалыпы ерекше болады. Гелий аргоннан 10 есе жеңіл болғандықтан, оның шығыны 1,5 – 3 есе жоғары болады.

Көмірқышқылды газ МЕСТ 8050 - 85 бойынша жеткізіледі. Пісіруде жоғарғы (99,8 % CO_2) және бірінші (99,5 % CO_2) сортты көмірқышқылды газ қолданылады. Кейде, жауапты емес конструкцияларда, тағамды көмірқышқылды газды пайдалануға

болады. Осындай газда бос су болғандықтан, оны пісірудің алдында мұқият кептіріп алу керек. Көмірқышқылды газ 1,5 есе ауадан ауыр болғандықтан, пісіруді жүргізетін орындардың вентиляциясына қойылатын талаптар жоғары болады. Газды сұйық күйде болат баллондарда немесе цистерналарда сақтап тасымалдайды. Сыйымдылығы 40 л баллонда 0,6 МПа қысымда 25 кг көмірқышқылды газ болады.

Газ күйіне ауыстырғанда қысымы 0,1 МПа көлемі 12,5 м³ болады. Баллонның түсі қара, ал жазуы сары түсті болады. Көмірқышқылды газды пісіруде қолданылғанда, газды фазада бос оттектің мөлшері жоғары болғандықтан, пісіру сымның құрамында оттекке тектілігі жоғары болатын легірлеуші элементтердің мөлшері жоғары болуы қажет (негізінде Si және Mn).

Кеңінен Св-08Г2С сымы қолданылады. Пісіруде қорғаушы газдарды қолданғанда, газдардың технологиялық қасиеттерін (мысалы, шығыны), газдардың бағасын, олардың жік пен балқыту қалыптарына әсерін ескеру қажет. Осы көрсеткіштерді жақсарту мақсатымен кеңінен газдар қоспасын қолданылу мүмкін. Мысалы, металдың шашырауы азайтып, жік қалыптасуын жақсарту үшін 2-15% оттегі бар көмірқышқылды газдың қоспасы қолданылады.

Осындай жағдайда металдың ауысуы өзгереді (майда тамшылы болады) және металдың шашыраудан шығыны 30–40%-ке азаяды. Болаттарды пісіруде аргонның шығынын азайту мақсатымен (75 % Ar + 25 % CO₂) немесе (Ar + CO₂ + O) қоспаларын пайдалануға болады. Кейінгі кезде, алюминий қорытпаларын пісіруде (70 % He және 30 % Ar) қоспасы кеңінен қолданылып жүр. Мұндай жағдайда пісірілетін металдың қалыңдығы жоғары және жік қалыптасуы жақсарады.

4.2. Оттық аппаратураны есептеу негіздері

Оттық аппаратураның мүштіктері бір шүмектілі, көп шүмектілі және саңылаулы болып бөлінеді. Көп шүмектілі мундштуктер бір қатарлы, тізбектік, бір қатарлы сақиналы, көп

қатарлы сақиналы және көп қатарлы тізбектік болып бөлінеді. Саңылаулы мундштуктер тізбектік және сақиналы болып бөлінеді.

Қалыпты жану кезінде оттық аппаратурадан газ ағуының мүмкінді жылдамдығы u , м/с келесі шектермен белгіленеді: жалын мундштуктен үзілмей жануы жоғарғы деп аталады; төменгі деп аталатын кезінде жалын мундштук шүмегіне тартылмайды немесе кері сокқы не қағу болмайды. Мүмкінді ағу жылдамдықтарының жағдайларын ескере отырып, цилиндрлі шүмегінің ішкі диаметрі

$$d_c = \sqrt[2,37]{\frac{2,8v_z}{s_0 n}}, \quad (25)$$

мұндағы, n – технологиялық және конструкторлық жағдайларды ескере анықтауда мундштуктердің саны. Саңылаулы мундштуктерді жобалағанда саңылаудың ішкі диаметрі белгіленеді, ал саңылаудың сыртқы диаметрі келесі:

$$D = \sqrt{2,8 \frac{v_z}{s_0}} + d. \quad (26)$$

Кейбір жағдайларда керісінше сыртқы диаметр арқылы саңылаудың ішкі диаметрін анықтауға болады.

Бақылау сұрақтары.

1. Пісірудің қандай түрлерінде флюстар қолданылады?
2. Флюстарды қалай дайындайды?
3. Пісіруде қандай қорғаушы газдар қолданылады?
4. Аргон баллонында жазуы қандай түсті?
5. Баллонның сыйымдылығы қандай?

5. ТҮЙІСТІРІП ПІСІРУГЕ АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОДТАР

Пісіруге және балқытып қаптауға арналған шойын шыбықтары. Балқытып қаптауға арналған құйма шыбықтары мен таспалар. Электрқожды пісіруге арналған қоспасы материалдар мен өзін-өзі қорғаушы сымдар. Құбырларды пісіруде қолданылатын сақиналар мен қоспалар.

Пісіру жалғастардың сапасын, ал кейбір жағдайларда түйістіріп пісіру үрдісінің жүргізілу мүмкіндігін, электродтардың материалы мен конструкциясын анықтайды.

Түйіспелі машиналар электродтарына қойылатын талаптарды олардың нақты тағайындалуына байланысты қарастыру қажет. Мысалы, нүктелі және жікті машиналардың электродтары токтың тығыздығы ($250\text{--}300\text{ А/мм}^2$) жоғары болған жағдайда жұмыс істейді.

Сондықтан, осы топтың электродтар материалдарында электр және жылу өткізгіштігі жоғары, пісірілетін металмен әрекеттесуі төмен (әсіресе жеңіл металдарды пісіргенде), коррозияға төзімді және ыстыққа берік металдарды пісіргенде қаттылығы мен рекристалдану температурасы жоғары болуы қажет.

Электродтардың электрөткізгіштігі мыс электрөткізгіштігінен 70 %-тен кем болмау керек. Қаттылық HB 100–160 және рекристалдану температурасы 250 – 500°C.

Неғұрлым пісірілетін материалдардың электрөткізгіштігі мен қаттылығы жоғары болса, соғұрлым электродтар материалдардың осы көрсеткіштері де жоғары болуы қажет (МЕСТ 14111–90), (ИСО 5184–79).

Түйістіру және бедерлі пісірудің түйіспелі машиналардың электродтары токтың салыстырмалы аз тығыздықтарда ($12\text{--}15\text{ А/мм}^2$ дейін) жұмыс істейді. Осындай электродтардың материалдарына жылу және электрөткізгіштігі (мыстың электрөткізгіштігінің 35%) төмендетілген, ал пайдаланылу жағдайындағы қаттылығы бойынша (HB 180–200 дейін) жоғары талаптар қойылады.

Қаттылық жоғары болғандықтан электродтардың тозуы азаяды, түйіспелі пісіруде дайындаманы дәлірек орталықтан-

дыру мүмкіндігі жоғары және бедерлі пісіруде ток күші мен кернеуі бірқалыпты таралады.

Электродтарды дайындау үшін суықтай илемделген таза техникалық мыс қолданылады. Бірақ, жылу және электрөткізгіштігі жоғары болғанымен, оның жоғары температурада деформацияларға қарсыласу шамасы төмен болады. Сондықтан, кейінгі кезде мыс негізіндегі қорытпалар кеңінен қолданылатын болды.

Дисперсиялық – қатаятын электродты қорытпалардың қасиеттері ең жақсы болып есептелінеді. Легірлеуші элементтер ретінде Cr, Cd, Zr, Mg, Zn, Ag, Co сияқты металдар қолданылады (16-кесте). Әдетте, жылу және электрөткізгіштігін жоғары деңгейде сақтау үшін, легірлеуші элементтердің мөлшері 1-1,5%-тен аспау керек. Беріктігін арттыру үшін қорытпаларға Ni, Si, Fe, ал рекристалдану температурасын арттыру үшін аз мөлшерде B, Be, Ti, Zr сияқты элементтер қосылады.

500-700°C температурада мыстың тотықтануға қарсыласуын арттыру үшін Al, Mg, Be аз мөлшерде қосуға болады. Аз мөлшерлі күміс пен магнийдің қоспалары алюминий қорытпалардың пісіру нүктелердің саны көбейеді.

Алюминий мен магний қорытпаларын пісіруде қатайған (наклеп) күйде қолданылатын БрКд1 (МК) және МС1 қорытпалардың электрөткізгіштігі ең жоғары болады. АМг6Н, АМц және Д16 қорытпаларды пісіргенде, кадмийлі қоламен салыстырғанда, құрылысы майда дәнді және электрөткізгіштігі жоғары болатын, аз мөлшерде күміс немесе магний мен бор қосылған қорытпаларда тұрақтылығы жоғары келеді.

Мысқа аз мөлшерде күмісті ($\approx 0,1\%$) қосу арқылы мыстың рекристалдану температурасын 100-150°C-қа жоғарылатады, ал электрөткізгіштік сәл ғана төмендейді (1%-ке дейін).

Алюминийдің қорытпаларын пісіруде мыс-магнийлі (Mg 0,3%-ке дейін) қорытпадан жасалған электродтың тұрақтылығын едәуір арттыру үшін қорытпаға 0,01%-ке дейін В (бор) қосылады.

Цирконий қосылған мыс негізіндегі қорытпаларды да қолдануға болады (0,27- 0,31% Zr, қалғаны мыс).

Алюминий мен магний қорытпаларын пісіруге ұсынылған $\text{Cu-Al}_2\text{O}_3$ жүйесінің металкерамикалық электродтардың (тотықтардың мөлшері шамамен 3%) қаттылығы НВ 105-108, рекристалдану температурасы 600-650°C және электрөткізгіштігі таза техникалық мыстың электрөткізгіштігінен ең кемінде 80%.

Осы материалдан жасалған электродтар қосымша термо-механикалық өндеусіз қолданылады.

Беріктігі өте жоғары температурада төмендейтіндіктен пісірілетін материалмен химиялық әрекеттесу жылдамдығы төмендейді. Амг6 қорытпа бетінің қараюы 80-90 нүктелерден кейін басталады, ал БрКд1 қорытпадан электродтарды қолданылсақ сондай эффект 18-20 нүктеден кейін айқындалады.

Болаттар мен титан қорытпаларын пісіруге қаттылығы жоғары, ал электрөткізгіштігі төменірек мыс пен хром және аз мөлшерде Cd, Al, Mg, Zr қосылған қорытпалары қолданылады. Олардың ішінде ең кең тараған термомеханикалық өндеумен беріктігі арттырылатын дисперсиялық – қатаятын БрХ, БрХЦр, Мц5Б қорытпалар.

Мц5Б қорытпасы ең универсалды болып саналады. Қарастырылған материалдың көбісін осы қорытпамен пісіруге болады.

Мц4 қорытпаны негізінде фигуралық электродтар үшін қолданылады. Аз көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруде 0,25 – 0,45% Cr және Zr мен Ti (0,04 – 0,08% әрқайсысы) қоспалары бар мыстың қорытпасы ең қолайлы болып есептелінеді.

Осындай қорытпа термиялық өңделген күйде ірі дәнді құрылысты (структураны), НВ140–150 қаттылықты, жұмыс температуралар интервалында пластикалық қасиеттерінің жоғары болуын және электрөткізгіштікті техникалық таза мыстың электрөткізгіштігінен 70–80%-ын қамтамасыз етеді.

Мыс негізіндегі қорытпалар ішінен ең жоғарғы қаттылық пен ыстыққа беріктігі – БрНБТ қолада. Осы қола ыстыққа берік болаттарды, никельді және кобальтты қорытпаларды пісіруде қолданылады.

16-кесте
Түйіспелі машиналардың электродтарына арналған материалдардың химиялық құрамы,
негізгі қасиеттері және қолданылу саласы

Негізгі қасиеттері және қолданылу саласы	Легіреуші элементтердің мөлшері, % (қалғаны мыс)	ТМӨ түрі *	Электрөткізгіштік (күйдірілген техникалық таза мыспен салыстырғанда)	НВ бойынша қаттылық **	Рекристалдану температурасы, °С	Қолданылу саласы
1	2	3	4	5	6	7
Суықтай созылған мыс М1	-	50%-ке дейін	98	80	200	Al және Cu қорытпаларды нүктелі және жікті пісірудің электродтары
Мыс пен күмістің қорытпасы МС1	0,07-0,12 Ag	50%-ке дейін	97-99	90 - 100	350	
Мыстың магний және бормен қорытпасы	0,3 Mg дейін, 0,1 B дейін	3, 960°, 1,5 сағат, 40-50% дейін, 0, 460°, 5 сағат	92	110	350 - 390	
BrKd1 (МК)	0,9-1,2 Cd немесе 0,4-0,7 Cd	3,760-80°, 2-3 сағат, 40 - 60% дейін	85-90	95 - 115	250 - 300	Әртүрлі маркалы болаттарды, титанды, колаганы, жезді, жеңіл қорытпаларды нүктелі, жікті, бедерлі және түйістіріп пісіруге арналған электродтары
BrЦр	До 0,37 Zr	3,920-960° 50%-ке дейін, 0,450-460°, 5 сағат	90-95	130 - 150	480	
Хром - кадмийлі кола Мс5Б (BrXKd-0,5-0,3)	0,2-0,4 Cr 0,2-0,35 Cd	3,940-960, 0,5-1 сағат Д20-30° 0,470-490°, 4 сағат	80-95	110 - 130	350 - 400	

16-кестенің жалғасы

Хромошпироксидті қоспа Бр ХЦр-0,6-0,05	0,5-0,7 Cr 0,03-0,06 Zr	3,940-960°, 1-1,5 сағат/Д, 40-60% 0.470-490°, 4 сағат	80-82	140-160	500	Аз легіріленген болаттарды, жезді, никельді титанды, қоланы жікті және нүктелі пісіруге арналған электродтарды. Түйістіру машиналардың ернеулері
Хромды қола БрХ	0,4-1,0 Cr (шындықтарда 0,4-0,7 Cr)	3,980-1000°1,5-2 сағат	80-85	140-180	370-420	
Мил4 қорытпасы	0,4-0,8 Cr 0,1-0,2 Al 0,1-0,2 Mg	3,1000-1200°, 1-1,5 сағат 0.470-490°, 4 сағат	75-78	110-120	400	Коррозияға төзімді, ыстыққа берік болаттарды, титанды жікті, нүктелі және түйістіріп пісіруге арналған электродтарды
Никельбериллий- титанды қола БрНБТ	1,4-1,6 Ni 0,2-0,4 Be 0,05-0,15 Ti	3,900-950°, 2-2,5 сағат 0.475-550°, 2-3 сағат	50-55	170-220	500-510	Никель бериллий титанды қола БрНБТ
Кремний-никельді қола БрКН-1-4	0,6-1,0 Si 3-4 Ni	-	40-45	140	430-450	Жікті, бедерлі, түйістіріп пісіруге арналған тозуы мен жылу жүктемесі жоғары электроды
Алюминий – темірникельді қола БрАЖНІІ	1,1-1,2 Al 3,5-4,0 Fe 0,4-0,6 Ni	-	40	225	550	
Эльконайт ВМ	70-80 W	Құйдіру	25-30	200-220	900	Нүктелі, бедерлі және түйістіріп пісіруге арналған электродтарға қосымшалары
Молибден	98-99 Mo	-	34-37	250-300	850	
Вольфрам	100 W	-	30-32	440-450	1000	
• 3 – шындықтар (қыздыру, ұстау), Д – пластикалық деформация, О – босату (қыздыру, ұстау); шындықтардан кейін суық суға босату дан кейін ауада.						
** Қаттылық термомеханикалық өңдеуден кейін көрсетілген.						

Электрөткізгіштігі жоғары материалдарды пісіруге (негізінде коррозияға төзімді және ыстыққа берік болаттар), қалыңдықтардың қатынасы 2:1-ден жоғары болған жағдайда, сонымен қатар жылуфизикалық қасиеттерінің айырмашылығы едәуір болатын материалдарды пісіру үшін келесі қорытпа ұсынылған: 2 - 3% Ni; 0,2 - 0,6% Ti; 0,3- 0,6 % Be; 1,5- 2 % Fe; 0,1- 0,25% B, қалғаны мыс.

Материалдардың ерекше тобына W, Mo, эльконайт ВМ және т.б. жатады. Олардың қаттылығы мен ыстыққа беріктігі өте жоғары (бедерлі пісіруде құрама электродтар үшін қолайлы), жылу және электрөткізгіштігі төмен (әртекті металдарды және меншікті электркедергісі төмен болатын металдар мен қорытпаларды, мысалы, мысты, күмісті және жезді пісіргенде қолайлы).

Шетелде электрөткізгіштігі жоғары материалдардан түйіспелі машиналардың электродтары үшін кадмийлі (1% Cd) және цирконийлі (0,15 % Zr) қолалар, аз мөлшерде күміс (1%-ке дейін), теллур, т.б. қосылған мыс қолданылады.

Көміртекті болаттарды пісіруде 0,1%-ке цирконий қосылған хромды қолалардың тұрақтылығы ең жоғары болады.

Коррозияға төзімді және ыстыққа берік болаттарды пісіруде Cu – Co – Be (2-2,5% Co; 0,3-0,5 Be; қалғаны Cu) жүйенің негізіндегі қорытпалар кеңінен қолданылады.

5.1. Пісіруге және балқытып қаптауға арналған шойын шыбықтары

Сұр шойынды газбен пісіруге және балқытып қаптауға арналған шойын шыбықтарын, шойынды доғалы пісіруге және балқытып қаптауға арналған электрод сырықтарын МЕСТ 21449–75 бойынша дайындайды. Тағайындалуына байланысты шойын шыбықтары келесі маркаларға бөлінеді: А – ыстықтай газбен пісіруге; Б – жергілікті қыздырумен ыстықтай газбен пісіруге және электрод сырықтары үшін; НЧ – 1 – жұқа қабатты құймаларды төменгі температурада газбен пісіруге; НЧ – 2 –

қалың қабатты құймаларды төменгі температурада газбен пісіруге; БЧ және ХЧ – төзімділігі жоғары балқытып қаптауға.

17-кесте

Шыбық өлшемдері

Диаметр, мм		Ұзындық (шекті ауытқулары $\pm 0,15$), мм	Майысу адымы, көп емес, мм
Номиналды	Шекті ауытқулары		
4	$\pm 0,6$	250	1,5
6	$\pm 0,8$	350	2,0
8-10	$\pm 0,8$	450	3,0
12-16	$\pm 1,0$	450	3,0

18-кесте

Шыбықтардың химиялық құрамы

Шыбық маркасы	Негізгі компоненттер, %						Қоспалар, көп емес, %	
	C	Si	Mn	S	P	Басқа элементтер	Cr	Ni
А	3,0-3,5	3,0-3,4	0,5-0,8	$\leq 0,08$	0,2-0,4	-	0,05	0,3
Б	3,0-3,5	3,5-4,0	0,5-0,8	$\leq 0,08$	0,3-0,5	-		
НЧ -1	3,0-3,5	3,0-3,4	0,5-0,8	$\leq 0,05$	0,2-0,4	0,03-0,06 Ti 0,4-0,6 Ni		-
НЧ - 2	3,0-3,5	3,5-4,0	0,5-0,8	$\leq 0,05$	0,2-0,4			-
БЧ	2,5-3,0	1,0-1,5	0,2-0,6	$\leq 0,05$	$\leq 0,01$	-	-	-
ХЧ	2,5-3,0	1,2-1,5	0,5-0,8	$\leq 0,05$	$\leq 0,01$	1,2-1,6 Cr	-	-

Шойын шыбықтардың шартты белгіленуінде олардың диаметрін, маркасын және стандарттың белгіленуін көрсетеді. Мысалы, диаметрі 12 мм НЧ-1 маркалы шойын шыбығы келесі түрде көрсетіледі:

Шыбық 12 НЧ – 1 МЕСТ 21449 – 75

Шыбықтардың сопақтылығы диаметрдегі шекті ауытқудан аспау қажет. Шыбықтардың беттерінде әртүрлі қалдықтар, күйіктер, қож, тотықтар және басқа да қоқыстар болмау керек. Шыбықтарда көзге көрінетін (сызаттар, жарықтар, жабысындылар) ақаулар болмау керек. Шыбықта 100 мм ұзындығына диаметрі 1 мм-ден үлкен бір кеуектен көп болмау керек. Үлгінің балқытып қапталған қабатының беттік қаттылығы 19-кестеде келтірілген нормаларға сәйкес болу қажет.

19-кесте

Үлгінің балқытып қапталған бетінің қаттылығы

Шыбық маркасы	HB, көп емес	HRC
А және Б	230	-
НЧ - 1 және НЧ - 2	240	-
БЧ	-	44 - 46
ХЧ	-	48 - 52

Партия ретінде бір шихтовка мен бір балқытудың шыбықтары алынады. Партияның массасы 500 кг аспау қажет.

5.2. Балқытып қаптауға арналған ұнтақтар

Интенсивті абразивті тозу жағдайында жұмыс істейтін бөлшектерге тозуға тұрақты қабаттарды балқымайтын электродпен доғалы балқытып қаптау үшін, МЕСТ 11546–75 бойынша дайындалған ұнтақтардың механикалық қоспалар қолданылады. Химиялық құрамына байланысты балқытып қаптауға

арналған ұнтақтардың қоспалары С-2М, ФБХ6-2, БХ және КБХ маркаларға бөлінеді.

Балқытып қаптауға арналған ұнтақтар қоспалардың химиялық құрамы 20-кестеде келтірілген нормаларға сәйкес болуы қажет.

20-кесте

Ұнтақ қоспаларының химиялық құрамы

Марка	Легірлеуші элементтер, % (негізі темір)					Қоспалар, көп емес, %	
	C	Cr	Si	Mn	B	S	P
С-2М	7,0-10,0	24,0-26,0	0,5-3,0	6,0-8,5	-	0,4	0,3
ФБХ -6-2	3,5-5,5	28,0-37,0	1,0-2,5	2,5-5,5	1,3-2,2	0,4	0,3
БХ	0,3-1,0	35,0-44,0	0,5-1,0	-	7,0-9,0	-	-
КБХ	4,0-6,0	42,0-52,0	0,5-1,4	-	0,7-0,9	-	-

Балқытып қаптауға арналған ұнтақ қоспалардың гранулометриялық құрамы.

21-кесте

Ұнтақ қоспалардың гранулометриялық құрамы

Марка	Гүйіршік-тер өлшемі, мм, көп емес	Електегі қалдық, %, көп емес				Електен өтуі, %, ең кемінде			
		МЕСТ 6613 – 73 бойынша тор нөмірлері							
		1,25	1,0	05	045	1,25	1,0	05	045
С - 2М	1,0	0	5	-	-	100	95	-	-
ФБХ-6-2	1,0	0	5	-	-	100	95	-	-
КБХ	0,45	-	-	0	5	-	-	100	95
БХ	0,45	-	-	0	5	-	-	100	95

Балқытып қаптауға арналған ұнтақ қоспасының ылғалдылығы 0,3%-тен аспау керек.

22-кесте

Ұнтақтардың тығыздығы және балқытып қапталған қабаттың қаттылығы

Марка	Қосыту тығыздығы, г/см ³	Қаттылығы, HRC
	Ең кемінде	
С - 2М	2,7	54
ФБХ – 6 - 2	2,9	53
БХ	2,4	63
КБХ	3,6	60

Балқытып қаптауға арналған ұнтақ қоспаларын партиялармен қабылдап алады. Балқытып қаптауға арналған қоспа партиясының массасы 2 т-дан аспау керек.

Партияны бірге араластырылған, бір маркалы және сапасы жөнінде бір құжатпен рәсімделген қоспа құрайды.

МЕСТ 11546–75 қосымшаларда әртүрлі маркалы ұнтақтар қоспалардың қолданылу салалары келтірілген (23-кесте).

23-кесте

Ұнтақ қоспасының қолданылу салалары

Марка	Қолданылуы
С - 2М	Ұсақтау агрегаттардың соққыштарын, бульдозерлер мен грейдерлердің пышақтарын, экскаваторлар мен драгалардың кекпірін (ковш), кірпіш престердің шнектерін, топырақ араластырғыштардың қалақшаларын, жүгіршектердің сырғанақтарын балқытып қаптау үшін.
ФБХ-6-2	Орташа соққы жүктеме жағдайында жұмыс істейтін тау-кен және торф өңдейтін жабдықтар бөлшектерін балқытып қаптау үшін.

БХ	Топырақ араластырғыштардың қалақшаларын, кірпіш престердің, көмір мен торфты брикеттейтін пресс – формалардың бөлшектерін, вентиляциялық шаңсорғыштардың қалақшаларын, дезинтеграторлардың сақиналарын, т.б. балқытып қаптау үшін.
КБХ	Топырақ араластырғыштардың қалақшаларын, кірпіш престердің, көмір мен торфты брикеттейтін пресс – формалардың бөлшектерін, біркекпірлі және роторлы экскаваторлардың тістерін, бульдозерлер мен грейдерлердің пышақтарын, вентиляциялық шаңсорғыштардың қалақшаларын, бытра атқыштардың қалақшаларын, т.б. балқытып қаптау үшін.

Осы ұнтақтар қоспасылардан басқа, абразивті тозу, коррозия, эрозия жағдайларында, жоғары температураларда немесе агрессивті ортада жұмыс істейтін бөлшектерге төзімді қабатты балқытып қаптау үшін МЕСТ 21448-75 бойынша қорытпалардан дайындалған ұнтақтар қолданылады. Олар химиялық құрамына байланысты сегіз маркаға (типке) бөлінеді:

ПГ- С27 (тип ПН-У40Х28Н2С2ВМ); ПГ-С1 (тип ПН-У30Х28Н4С4); ПГ-УС25 (тип ПН-У50Х38Н); ПГ– ФБХ– 6 - 2 (тип ПН - У45Х35ГСР); ПГ-АН1 (тип ПН-У25Х30СР); ПГ- СР2 (тип ПН-ХН80С2Р2); ПГ- СР3 (тип ПН-ХН80С3Р3); және ПГ- СР4 (тип ПН-ХН80С4Р4).

Алғашқы бес ұнтақтарға арналған қорытпалардың негізін – темір, кейінгі үш қорытпалардың негізін – никель құрайды.

Гранулометриялық құрамына байланысты ұнтақтарды төрт классқа бөледі: ірі (К), орташа (С), майда (М) және өте майда (ОМ).

Ұнтақтардың ылғалдылығы 0,1%-тен аспау керек. Ұнтақтарды болат қаңылтырдан жасалған банкаларға салады. Банканың брутто массасы 50 кг-нан аспау керек.

5.3. Балқытып қаптауға арналған құйма шыбықтары мен таспалары

Абразивті тозу, коррозия, эрозия жағдайларында, жоғары температураларда немесе агрессивті ортада жұмыс істейтін бөлшектерге төзімді қабатты балқытып қаптау үшін МЕСТ 21449-75 бойынша дайындалған құйма шыбықтары қолданылады. Химиялық құрамына байланысты олар бес маркаға (типке) бөлінеді: Пр-С27 (тип ПрН-У45Х28Н2СВМ); Пр-С1 (тип ПрН- У30Х28Н4С3); Пр- С2 (тип ПрН- У20Х17Н2); Пр-В3К (тип ПрН-У10ХК63В5) және Пр-В3К-Р (тип ПрН-У20ХК57В10). Шыбықтар келесі номиналды диаметрлермен дайындалады: ұзындығы 300 және 350 мм болғанда диаметрі 4 мм; ұзындығы 350 және 400 мм болғанда диаметрі 5 және 6 мм; ұзындығы 450 және 500 мм болғанда диаметрі 8 мм. Шекті ауытқулары: диаметр бойынша $\pm 0,5$ мм, ұзындығы бойынша ± 25 мм. Пр-В3К және Пр – В3К – Р маркалы қорытпалардан жасалған шыбықтардың беттері өңделеді (шлифовка), қалғандарын беттері өңделмесе де болады. Шыбықтардың беттеріндегі жабысындылардың биіктігі 0,5 мм-ден аспау және беттерінде кож бен күйіктер болмауы керек. Пр-С27 маркалы шыбықтармен балқытып қапталған қабаттың қаттылығы HRC 52-ден, Пр-С1 маркалы – HRC 50-ден, Пр- С2 маркалы – HRC 44-тен, Пр - В3К маркалы – HRC 40-тан, Пр- В3К- Р маркалы – HRC 46-дан төмен болмауы керек. Балқытып қаптауға арналған шыбықтарды партиямен (массасы 500 кг-нан аспау керек) қабылдайды. Партия бір маркалы, бір құймадан, бір өлшемді шыбықтардан болу және сапасы жөнінде бір құжатпен рәсімделу керек.

Сонымен қатар, балқытып қаптау үшін суықтай прокатталған болаттан, ұнтақты және металкерамикалық таспалар қолданылады. Барлық осы балқытып қаптауға арналған таспалар техникалық жағдайлар бойынша дайындалады (мемлекеттік стандарттар жоқ). Кейбір жағдайларда балқытып қаптауға, стандарттары бойынша басқаға тағайындалған, суықтай прокатталған болат таспалары қолданылуы мүмкін. Мысалы,

кейбір бөлшектерге төзімді қабатты балқытып қаптау үшін МЕСТ 4986-79 бойынша дайындалған коррозияға және ыстыққа төзімді суықтай прокатталған болат таспасы қолданылады.

Техникалық жағдайларда (ТУ) балқытып қаптауға арналған суықтай прокатталған болат таспасына жиі тек химиялық құрамы мен кейбір арнайы талаптар ғана белгіленеді, ал басқа жалпы талаптар болат маркасының сәйкес стандартынан алынады.

Мысалы, антикоррозиялық қабатты балқытып қаптауға арналған техникалық жағдайларда, болат таспасына қойылатын жалпы талаптар МЕСТ 4986-79 бойынша қойылған. Кейбір техникалық жағдайларда нақты маркалы суықтай прокатталған балқытып қаптауға арналған болат таспалардың химиялық құрамы сәйкес келетін пісіру және балқытып қаптауға арналған сымдардың химиялық құрамы МЕСТ 2246-70 және МЕСТ 10543 - 98 бойынша анықталады.

Балқытып қаптауға қолданылатын кесілген суықтай прокатталған таспаның қалыңдығы 0,4 мм-ден 1 мм-ге дейін, ал ені 20 мм-ден 100 мм-ге дейін болады. Таспалар бума түрінде жеткізіледі. Балқытып қаптауға арналған ұнтақты таспа газқұраушы, қожқұраушы және легірлеуші компоненттерімен толтырылған секциялық болат қабықтардан тұрады. Кейбір дайындалатын маркалы ұнтақты таспалар ашық доғалы автоматты балқытып қаптауда қолданылады. Таспаны бума түрінде жеткізеді. Металкерамикалық таспа ұнтақ тәрізді материалдар қоспасын прокаттау және күйдіру тәсілі бойынша дайындалады.

Таспа өлшемдері: қалыңдығы 0,8 мм-ден 1,2 мм-ге ($\pm 0,1$ мм) дейін, ені 25 мм-ден 100 мм-ге дейін. Металкерамикалық таспаның иілгіштігі мен беріктігі жеткілікті мөлшерде болады (әртүрлі маркалы таспалардың уақыт аралығындағы үзілуге минимальды қарсыласы шамасы 400-ден 600 Мпа дейін). Таспа бума түрінде жеткізіледі.

Металкерамикалық таспаны (дайындалатын маркалардың көбісі) флюс астында автоматты доғалы балқытып қаптау үшін қолданылады. Ұнтақты және металкерамикалық таспаларға

арналған техникалық жағдайлар маркалы таспаларды дайындауды қарастырып, әр маркалы таспаның тағайындалуын (қолданылу салаларын) белгілейді.

5.4. Өзін-өзі қорғаушы сымдар және электрқожды пісіруге арналған қоспалы материалдар

Өзін-өзі қорғаушы сым ретінде ашық доғамен пісіруде МЕСТ 2246 – 70 бойынша СВ-15 ГСТЮЦА және СВ-20 ГСТЮА маркалы болат сымы қолданылады. Цирконий, церий, титан және алюминиймен легірленуіне байланысты осы аталған маркалы сымдар доға жануының тұрақтылығын және пісіру ваннада металдың оттегісіздендіруін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, жік металының пластикалық қасиеттері мен соққы тұтқырлығы салыстырмалы түрде төмен болады.

Сондықтан, жауапты конструкцияларды пісіруде өзін-өзі қорғаушы сымдар қолданылмау керек. Электрқожды пісірудің қоспалы материалдарына электродты сымдар, пластинкалы және таспалы электродтар, балқымалы және сәл балқитын мундштуктер жатады.

Электродты сымдар ретінде стандарттар немесе техникалық жағдайлар бойынша сәйкес келетін пісіру сымдары қолданылады.

Таспалы электродтар ретінде қалыңдығы 1-2 мм, химиялық құрамы негізгі металдың химиялық құрамына жақын келетін суықтай прокатталған таспа қолданылады.

Пластинкалы электродтарды, балқымалы және сәл балқитын мундштуктерді химиялық құрамы негізгі металға жақын металдан немесе тура сондай маркалы металдан жасап шығарады.

5.5. Құбырларды пісіруде түбірлі жікті орындауда қолданылатын қоспалы сақиналары мен қыстырмалары

Құбырларды доғалы пісіруде балқымайтын электродпен қорғаушы газдарда доғалы пісіру арқылы түбірлі жікті орындауда қоспалы сақиналар мен қыстырмалар қолданылады (кейінгі жік қабаттарын орындауда доғалы пісірудің тәсіліне тәуелсіз).

Қоспалы сақиналар мен қыстырмаларды дайындауда, әдетте, құбырларды пісіруде қолданылатын пісіру сымдары қолданылады.

Қоспалы сақиналар мен қыстырмалардың кесіндісі саңылауқұлақты немесе жалпақ болады. Олардың өлшемдері пісірілетін жалғастың конструкциясына, типіне және өлшемдеріне тәуелді.

Аустенитті класты хромникельді болаттардан жасалған құбырларды пісіргенде көп жағдайда ферритті фазасының мөлшері белгіленген пісіру сымы қолданылады.

Бақылау сұрақтары.

1. Түйіспелі пісірудің электродтарына қандай талаптар қойылады?
2. Шойынды пісіруде электродтар үшін қандай материалдар қолданылады?
3. Қандай жағдайларда балқытып қаптау ұнтақтары қолданылады?
4. Электрқожды пісіруде қоспалы материалдарға не жатады?
5. Түйістіру және бедерлі пісірудің түйіспелі машиналардың электродтары қандай жағдайда жұмыс істейді?

6. ЖАНАР ГАЗДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ. ҚЫСЫЛҒАН ГАЗДАР

Металдарды газжалынды өндеуде жанар газдар ретінде, төменгі жану жылулығы ең кемінде 4000 ккал/м^3 болатын, әртүрлі жанар газдар қолданылады (тек сутектің төменгі жану жылулығы әдетте 2400 ккал/м^3). Оттектендіргіш қызметін көбінесе оттек орындайды.

Газжалынды жұмыстарды жүргізу үшін жалыннан металға, жұмыстардың нақты жағдайларына жеткілікті мөлшерде, жылуды беруін қамтамасыз ету қажет.

Әдетте, жанар газдар оттеппен қосылғанда жанып кетеді. Ең жоғары температура ацетилен – оттекті жалында (3200°C). Сондықтан, ацетиленнің газ жалынды өндеудің барлық түрлерінде қолданылуы мүмкін.

Жалынның жану қарқындылығы жанудың қалыпты жылдамдылығы қоспаның жану жылулығына көбейтіндісі арқылы анықталады.

Ацетиленнің жану қарқындылығы барынша ең жоғарғы болып есептеледі (стехиометриялық құрамды қоспа үшін – $27700 \text{ ккал/}(\text{м}^2 \cdot \text{с})$).

6.1. Қоюландырылған газдар

Қоюландырылған газдар. Қоюландырылған газдар – деп 20°C температурада және $0,1 \text{ МПа}$ қысымда газ тәрізді күйде болатын, ал салыстырмалы түрде шамалы қысымның көтерілуінде немесе температураның төмендеуінде сұйық күйге ауысатын көмірсутектерді және олардың қоспаларын атайды.

Қоюландырылған газдардың газ күйінде де тығыздығы ауа тығыздығынан жоғары болады, сондықтан олар жер немесе еден бетінде жиналады.

Сұйық күйде қоюландырылған газдардың көлемдік кеңею коэффициенті судың көлемдік кеңею коэффициентінен едәуір жоғары болады.

Қоюландырылған газдардың осы қасиеттері олармен жұмыс істеуде ерекше сақтықты талап етеді.

Металдарды газ жалынды өңдеуде қолданылатын газдарға техникалық пропан мен бутанның және метилацетилен мен пропиленнің қоспалары жатады.

Пропан-бутан қоспалары табиғи газдарды (ілеспелі) алуда және мұнай мен мұнай өнімдерін өңдеуде алынады. Пропан – бутан қоспалары сұйық күйге аударылуы мүмкін. 40°C атмосфералық қысымда пропан – бутан қоспасы сұйықтық түрінде болады.

Пропан – бутанды қысым астында жұмыс істейтін ыдыстарда сақтау керек. Ашық ыдыстарды сақтауға болмайды, өйткені 0°C температураның өзінде газдар булана бастайды, ал ауа мен пропан – бутан қоспалардың қоспасының жарылғыштығы өте жоғары. Температура артқан сайын булардың серпімділігі артады.

Сұйық пропанның 1 кг булануынан 0,535 м³ бу пайда болады, ал сол мөлшерлі бутанның булануынан – 0,406 м³ бу пайда болады. Пропан – бутан қоспасының, басқа жанар газдармен салыстырғанда, жану жылулығы ең жоғары болады. Металға уақыт бірлігінде жалынмен берілетін жылу мөлшері жалынның эффективті қуаты деп аталады.

Пропан – бутан қоспасы үшін ол ацетиленнен жоғары, бірақ осы қоспа үшін жалынның таралу жылдамдығы едәуір төмен және конус ұзындығы едәуір ұлғайтылған.

Нәтижеде, пропан – бутан жалынының концентрациясы төмендеу болады. Пропан – бутан тұтынушыға 1,6 МПа қысымда баллондарда немесе құбыр жолдары арқылы беріледі.

Қоюландырылған көмірсутекті қоспаларды келесі маркалы болып шығарады: негізінде пропаннан немесе пропан мен пропиленнен тұратын техникалық пропан; бутан немесе бутан мен бутadiеннен тұратын техникалық бутан; техникалық бутан мен пропанның қоспасы.

Метилацетилен – пропилен МАПП (АҚШ кеңінен қолданылады) – жанар газдардың қоспасы; физикалық қасиеттері бойынша пропанға жақын.

МАПП-тың ауамен қоспадағы жарылғыштық шектері 3,4-10,8 %, ал оттектен қоспадағы 2,5-60%. Метилацетилен мен пропиленнің қоспасы термо-динамикалық тұрақсыз, сондықтан МАПП – құрамына тұрақтандырғышты қосады.

Метилацетиленнің ыдырауы жылудың жоғары мөлшерде бөліміне әкеліп соғады. МАПП-тің жалын температурасы (2900°C) ацетилен температурасына жақын. МАПП-ті оттекті кесуде және пісіруде және басқа газ жалынды процестерде қолданылады.

МАФ жанар – метилацетиленді пропADIЕН фракциясы олифин, этилен және моновинилацетилен өндірістерінің қалдығы болады. Осы фракция құрамында 48 – 75 % метилацетилен мен пропADIЕН және тұрақтандырғыштар болады: 3 % пропиленнің, 15 % пропанның, 7 % басқа көмірсутектері.

МАФ үшін жарылғыштық шектері МАПП – қа сияқты болады. 215°C температураға дейін және 2,0 МПа қысымға дейін қоспа инерттілігі жоғары.

Мыспен түйіскен жағдайда жарылу қауіпті жоғары мыс ацетилендер пайда болады. МАФ жалынының таралу жылдамдығы 470 см/с.

Қоюландырылған газдар үшін баллондардың сыйымдылығы 40 немесе 55 дм³; қабырға қалыңдығы 3 мм.

Қоюландырылған газдар үшін шекті жұмыс (Мпа) қысым әртүрлі: пропан үшін 1,6 көп емес, пропиленге 2,0 бутан мен бутилен үшін 0,38.

Баллондарды қоюландырылған газдармен толтырылу коэффициенті: 42,5 пропан үшін, 44,5 – пропилен, 44,8 – бутан, 52,6 – бутилен.

Толтырылу коэффициенті деп баллонның 1 м³ сыйымдылығына келетін килограммен келетін газдың массасы аталады және әр газға белгіленген шамадан аспау керек.

Қоюландырылған газдарды сыйымдылығы 51 – 54 м³ темір-жол цистерналарда және сыйымдылығы 2 – 10 м³ автоцистерналарда тасымалдауға болады.

Жоғары мөлшерде қоюландырылған газдар сфералық немесе горизонтальды цилиндрлі қоймаларда сақтайды.

6.2. Сұйық жанарлар

Бензин және керосин – мұнайды өңдеу арқылы алынған ұшқыш және от қауіпі жоғары сұйықтықтар. Газ жалынды өндеуде оларды бу түрінде қолданылады.

Тұтынушыға атмосфералық қысым астында цистерналарда келіп түседі. Бензин мен керосин буларының негізгі сипаттамасы ол алмасу коэффициенті (шамамен 1,0 – 1,3).

Оттек ортада жанудың температурасы 2400 – 2500°C, төменгі жылушығарғыштық қабілеті 10200-11000 ккал/кг, ауамен жарылу шектері бензин үшін 2,6 – 6,7 және керосин үшін 1,4 – 5,5.

Бензин мен керосиннің булары улы болады. Бензин мен керосиннің булары оңай пісірелетін металдарды пісіруде, дәнекерлеуде және оттекті кесуде қолданылады.

6.3. Ацетилен

Ацетилен толық емес сутектер $C_n H_{2n-2}$ қатарлы тобына жатады. Бұл газдың түсі жоқ және құрамында фосфорлы сутектің, күкіртсутектің қоспаларының бар болуына байланысты иісі ерекше болады. 20°C температурада және 0,1 МПа қысымда ацетиленнің тығыздығы 1,091 кг/м³, 0°C және 0,1 МПа тығыздығы 1,171 кг/м³. Ацетилен ауадан жеңіл; ауамен салыстырғанда тығыздығы 0,9; молекулярлы массасы – 26,038.

Ацетилен үшін сандық нүкте 35,54°C температурада және 6,165 Мпа-ға тең қаныққан будың қысымымен сипатталынады. 0,1 Мпа және – 84°C температурада ацетилен қатайды. Оттеппен басқа да қышқылдандырғыштар жоқ болған жағдайда да өндірісте кеңінен қолданылатын газдардың ішінде жалғыз ацетиленнің жануы мен жарылуы мүмкінді болады. Ацетилен – жоғары эндотермиялық қосылыс; 1 кг ацетиленнің ыдырауынан

2000 ккал-дан жоғары жылу бөлінеді немесе 1 кг қатты ЖЗ тротилдің жарылуынан шамамен 2 есе көп болады. Өзінен-өзі оталу температурасы 0,2 МПа қысымда 500 – 600°C температуралық шектерде болып, қысым артқан сайын төмендейді.

Мысалы, 2,2 МПа қысымда ацетиленнің оталу температурасы 350°C, ал темір ұнтағы, силикагель, белсенді көмір т.б. сияқты катализаторлар болса ацетиленнің ыдырауы 280-300°C температурада басталады. Мыс тотығы өзінен-өзі оталу температурасын 246°C дейін төмендетеді. Белгілі бір жағдайларда ацетилен мыспен әрекеттесіп жарылғыш қосылыстарды құрауы мүмкін, сондықтан, ацетилен жабдықтарын дайындағанда 70 %-тен жоғары мыс бар қорытпаларды қолданылуға үзілді-кесілді тиым салынады. Әдетте, ацетиленнің жарылыс арқылы ыдырау жылдамдығы 100 – 500°C/с белсенді қыздыруда басталады. Баяу жылдамдықпен қыздыру кезінде ацетиленнің полимеризация реакциясы өтеді. Бұл реакция жылудың бөлінуімен жүреді де 530°C температурадан жоғары температурада ацетиленнің жарылыс арқылы ыдырауына келтіреді. Ацетилен ыдырауының мүмкінді болатын ең аз қысымы 0,65 МПа. Ацетилен үшін жарылыс шектері өте кең болады. Қауіпті ең жоғары болып саналатын оттектен ацетиленнің қоспасы ол стехиометриялық құрамды (~30 %) қоспа. Жалынның таралауы және детонацияның жылдамдықтары қалыпты жағдайларда максимальды мағынасына ацетилен мен оттектің қатынасы 1:2,5 тең болғанда жетеді де 13,5 және 2400 м/с-ке сәйкес болады.

Жарылыс кезінде пайда болатын қысым бастапқы параметрлерге және жарылыс сипатына тәуелді. Бұл қысым, бастапқымен салыстырғанда, кішкене ыдыстарда шамамен 10-12 есе ұлғаяды, таза ацетиленнің детонациясында 22 есе және ацетилен – оттекті қоспасының детонациясында 50 есе ұлғаюы мүмкін.

Металдарды газ жалынды өндеуде ацетилен, тасымалды немесе стационарлы ацетилен генераторларда алынған жағдайда, газ тәрізді күйде немесе ерітілген күйде қолданылады.

Ерітілген ацетилен – дегеніміз ол баллонда қысым астында кеуекті толтырғышта бірқалыпты таралған ацетондағы ацетиленнің ерітіндісі.

Ацетиленнің ерігіштігі температура мен қысымға тәуелді. Баллондағы кеуекті толтырғыш ацетиленнің барлық көлемі бойынша таралуын қамтамасыз етеді және жарылыс арқылы ыдырау мүмкіндігін азайтады. Кеуекті толтырғыштар ретінде әртүрлі копсыту және құйма кеуекті материалдар қолданылады.

Газ тәрізді және ерітілген техникалық ацетиленнің физика – химиялық көрсеткіштері МЕСТ 5457-75-те белгіленген. Қоспаларды мүмкінді болатын мөлшері бойынша ерітілген (сапа белгілі), ерітілген және газ тәрізді ацетиленді айырады. Қоспалардың мүмкінді мөлшері (көлемдік үлесі бойынша) келесі: ауамен басқа да суда ерігіштігі төмен газдар 0,9, 1,0, 1,5 көп емес; фосфорлы сутектің – 0,01; 0,04; 0,08; күкіртсутегі – 0,005; 0,05; 0,15; 20°C температурада және 0,1 МПа қысымда су булары – 0,5; 0,6. Техникалық ерітілген ацетиленді болат баллондарда ТУ6-21-32-78 бойынша тасымалдайды.

Максимальды қысым – 5°C температурада және 0,1 МПа қысымда 1,34 Мпа дан аспау керек, + 40°C температурада және 0,1 МПа қысымда 3,0 Мпа-дан аспау керек. Тура сондай параметрлер кезінде баллондағы қалдық қысым сәйкес 0,05 МПа және 0,3 Мпа-дан аспау керек. Металдарды газ жалынды өндеуде, кальций карбидінен алынған, ацетиленмен бірге, метан мен оттектің термоқышқылдандыру пиролизі арқылы алынған, пиролизді ацетилен де қолданылады. Пиролиз ацетиленде ерітілген күйде баллондарда сақтап тасымалдайды. Кеуекті толтырғышта еріткіште кальций карбидінен алынған ацетилендікіндей. Газ тәрізді ацетиленмен салыстырғанда, ерітілген ацетиленнің қолданылуы карбидтің пайдаланылу коэффициенті ең жоғары болуы, пісірушінің жұмыс орнының тазалығы, аппаратураның тұрақты жұмысы және еңбек қауіпсіздігі қамтамасыз етіледі. Ацетиленді алуда негізгі шикізаттың бірі – кальций карбиді болып саналады (24-кесте).

Ацетилен кальций карбидінің сумен ыдырау (гидролиз) арқылы алынады. 20°C температурада және 0,1 МПа қысымда 1 кг техникалық кальций карбидтің ыдырауынан ацетиленнің нақты "литражі" 285л-ден аспайды және карбидтің гранулометриялық құрамына тәуелді. Кальций карбидінің кесектер өлшемі артқан сайын "литраж" да артады, бірақ оның ыдырау жылдамдығы төмендейді немесе карбидтің ыдырау ұзақтылығы ұлғаяды.

24-кесте

Кальций карбидінің физика – химиялық көрсеткіштері

Кесектер өлшемі, мм	Белгіленуі	«Литраж», л/кг, ең кемінде	
		Бірінші сорт	Екінші сорт
25 – 80	25/80	285	265
15 – 25	15/25	275	255
8 – 15	8/15	265	250
2 – 8	2/8	255	240
Аралас өлшемді кесектер үшін	-	275	255

Ацетилендегі фосфорлы сутегінің мөлшері (көлемі бойынша) 0,08 %-тен көп емес, сульфидті күкірттің мөлшері 1,2%-тен көп емес.

МЕСТ 1460–81-де белгіленген грануляциялы партияда басқа өлшемді кальций карбид кесектерінің мүмкінді мөлшері де белгіленеді. Карбидтің ыдырау реакциясының жылулық эффекті жоғары болғандықтан, шектен тыс қыздырудың қауіпі пайда болады. Жылуды әкетпесе, кальций карбиді мен судың стехиометриялық мөлшерінің әрекеттесуінен, реакциялық масса 700-800°C температураға дейін қыздырылуы мүмкін. Жеткіліксіз суытудан және әсіресе ауаның бар болуынан, карбидтің ыдырауы жарылысқа әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан, процесті судың шектен тыс жоғары мөлшерінде жүргізу қажет. 1 кг

карбидтің ыдырауына 5 – 20 л су қажет. Карбидте карбид шаңының бар болуына ерекше назар аудару керек.

Карбидтің шаңы бір сәтте ыдырайды, сонда бір сәттілік қыздырудан ацетилен жарылып кетуі мүмкін. Сондықтан, шаңды пайдаланылуға ескерілмеген кәдімгі генераторларда шаңды өңдеу жұмыстарына қатаң тиым салынады. Егер шаңның мөлшері жоғары болған жағдайда, генераторға салынар алдында кальций карбидтің тор өлшемі 2 мм-лі електен өткізу қажет.

Жиналған шаңды сыйымдылығы ең кемінде 800-1000 л арнаулы ыдыста белсенді араластыру арқылы карбид шаңының мөлшері 250 г-нан көп емес ашық ауада ыдырату керек. Шаңның әр 100 кг ыдырағаннан кейін суды ауыстыру қажет. Кальций карбидін қабырға қалыңдығы ең кемінде 0,51 мм темір 50 – 130 кг массасы даңғараларда сақтап тасымалдайды. Даңғараның бүйір бетін қатаңдығын арттыру үшін гофрленген етіп жасайды. Кальций карбиді белсенді түрде ауадан да ылғалды тартады, сондықтан, ыдыстың герметикалығы нашар болған жағдайда, тікелей даңғарада ацетилен пайда болуы мүмкін. Даңғаралардың герметикалығын мұқият тексеру қажет; даңғараларды ашық машиналарда тасымалдағанда даңғараларды брезентпен жабу керек. Даңғара зақымдалған жағдайда карбидті басқа герметикалық ыдысқа салу керек. Стационарлық генераторларды қызмет еткенде даңғаралардағы карбидті арнаулы қабылдағыш шанақтарға тиейді.

Даңғараларды ашу жұмыстары станцияларда механикаландырылған түрде жүргізіледі. Осы мақсат үшін арнаулы станоктар қолданылады. Даңғараның жоғарғы қақпағы арнаулы кесуші ролик немесе пышақпен кесіледі. Пышақ пен ролик ұшқындамайтын материалдан жасалады. Сонымен қатар, кесу орнына азот немесе май беріледі.

Балку температурасы болаттың балку температурасынан төмен алюминий, жез, қорғасын және басқа материалдарды газ жалынымен өндегенде, жанар газ ретінде ацетиленнің орнына басқа газдар немесе сұйық жанарларды қолданған дұрыс болады.

Жанар газдардың негізгі физикалық және жылулық қасиеттері 25-кестеде келтірілген.

Газдарды шартты түрде қоюландырылған, суыту арқылы қысылған, газ қоспалары, ерітілген газдар және қарапайым газдар деп бөлуге болады.

6.4. Жанар газдар – ацетиленді алмастырушылар

Ацетилен алуда негізгі шикізат – кальций карбидінің өте қымбат және қатшылығына байланысты, көптеген газжалынды процестер үшін ацетиленнің орнына басқа газдарды қолданылуға тиімді болды.

Процесс жылдамдығының төмендеуіне, бастапқы қыздырудың ұзақтылығы ұзаруына және оттек шығынының артуына карамастан ацетиленнің орнына қолданылатын газдардың арқасында жұмыс қауіпсіздігі артады, материалдар елерліктей үнемделіп, газбен пісіруші мен кесушінің уақыты үнемделеді. Оттық аппаратураның алдындағы жанар газдардың қысымы МЕСТ 8856–72 бойынша анықталады. МЕСТ бойынша қысымды бірінші, екінші және үшінші разрядтарға бөледі. Олар үшін ацетилен қысымының төменгі шектері 0,001; 0,01 және 0,03 МПа, ал қысымның жоғарғы шегі 0,1 Мпа-дан аспау керек.

Алмастырушы газдар үшін бірінші разряд болмайды, ал екінші және үшінші разрядтар үшін төменгі шектері 0,02 және 0,05 МПа, жоғарғы шектері 0,3 және 0,6 МПа.

6.5. Ацетиленді алмастырушы газдардың негізгі есептік сипаттамалары

Жанар газдардың оталу температурасы әртүрлі болғандықтан әр газдың жалын конусының қалыпы мен өлшемдері де әртүрлі болады. Жану және ағу жылдамдықтарының қатынасы бірдей болған жағдайда да ацетилен – оттекті жалын конусының ұзындығы ацетилен-алмастырушы конусының ұзындығынан аз болады.

Жалын конусының ұзындығы артқан сайын, металдың қыздырылу аймағы мен жалыннан шығындар артады. Осыған байланысты, металға қажетті жылу беру үшін алмастырушы газдардың шығыны артады.

Жанар қоспаларды құрайтын газдардың (жанар газ және оттек) оттық аппаратура каналдарының негізгі өлшемдерін есептегенде келесілерді білу қажет: оттек (v_k , м³/сағ.) пен жанар газдың (v_r , м³/сағ.) шығынын; қоспадағы оттек пен жанардың көлемдік сұйық жанарлар үшін салмақтық қатынасын (β_r) және жалын таралуының салыстырмалы жылдамдығын (s_0).

Газ жалынының жылулық қасиеттеріне (температура мен тиімді қуаты) қоспадағы оттек пен жанар газдың қатынасы әсер етеді. Жанар қоспаның толығымен жануында қоюландырылған жанар газдар үшін ең тиімді қатынасы:

$$B_r = \frac{v_k}{v_2} = 0,009[0,5H_2 + 2CH_4 + 3,5(C_3H_8 + C_4H_{10}) + (m + \frac{n}{4})C_mH_n + 0,5CO + 1,5H_2S] - 0,01O_2,$$

мұндағы, H_2 , CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_mH_n , CO , H_2S , және O_2 – жанар газды құрайтын элементтердің проценттік мөлшері (көлем бойынша). Құрамындағы ауыр көмірсутектерді C_nH_{2n} этилен C_2H_4 деп есептейді. Оттек пен кейбір жанар газдардың тиімді қатынастары 24-кестеде келтірілген. Тотықтандырғыш пен жанардың қатынасын жалынның сыртқы көрінісі бойынша анықтайды, сонда β_r -нің жұмыс мағынасы әдетте тиімдіден төмен болады.

6.6. Ацетиленді алмастыру коэффициенті

Нақты газжалынды процестің технологиялық мәліметтері бойынша ацетиленнің қажетті шығыны v_a анықталады. Ацетиленді басқа газбен алмастырғанда процестің тиімді өнімділігін алу үшін жанардың шығынын v_r есептеу қажет.

Осыған байланысты металдардың газжалынды өңдеу түрлерін екі топқа бөледі.

Дәнекерлеу, оттектік бөліп кесу, түзету үшін қыздыру процестер бірінші топқа жатады. Осылар үшін жанар газдың мөлшерін жалынның тиімділік қуаты бойынша таңдайды.

Осы процестер тобы үшін ацетилен – алмастырушы газдың ацетилен мөлшеріне қатынасын бірінші текті алмастыру коэффициенті деп атайды.

$$\varphi_1 = \frac{\nu_z}{\nu_a},$$

25-кесте

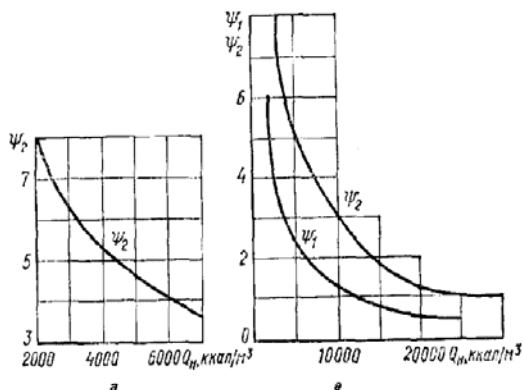
Металдарды газжалынды өңдеуде жанар газдардың қолданылу саласы *

Металды газжалынды өңдеудің түрлері	Алмастырушы – жанарлар									
	Ацетилен	сутек	Табиғи және қалалық газдар	Кокс газы	Мұнай және пиролиз газы	Сланец газы	Пропан - бутан қоспасы	МАПП (МАФ)	Бензин	Керосин
Біріктіру:	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Газбен пісіру	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Газпрестік пісіру	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Балқытып қаптау	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Балқытып пісіру	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Дәнекерлеу	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

25-кестенің жалғасы

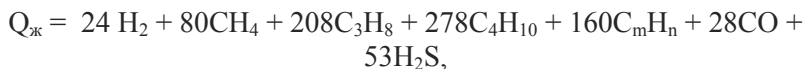
Қыздыру: Беттік жалынды шынықтыру кезінде	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+
Оттық түзету кезінде	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Беттік жалынды тазалау кезінде	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тозаңдату: Газжалынды	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Плазмалық	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Кесу: Сұйық жанармен оттекті- ацетиленді	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Оттекті-флюсті	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оттекті-флюсті	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
Жылдамдық	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
Жылдамдық аса сапалы оттекті										
Жоғары қалыңдықты жоғары қысымды оттектен	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
Алдын ала қыздырумен	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Жаппай оттық тазалау	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-
Су астында оттектен	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Газды лазермен	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Плазмалық - доғалы										
* (+) белгімен мүмкінді болатын газжалынды өңдеудің түрлері көрсетілген.										

Екінші топқа беттік оттекті тазалау, шынықтыру, пісіру жатады. Осылар үшін жанар газдың мөлшерін металды алмастырушы газдың жалынымен белгілі температураға дейін қыздыру мен ацетилен – оттекті жалынымен қыздыру уақыттарының теңестіру есебінен анықталады. Бұл жағдайда φ_1 екінші текті алмастыру коэффициенті белгіленеді. Бірінші және екінші текті алмастыру коэффициенттері, жанар газдардың Q_T жануының төменгі жылулығына байланысты, 6-суретте келтірілген графиктері бойынша анықталады. Графиктер газдардың оттектен қоспасының жану температурасы $1800 - 2900^\circ\text{C}$ және ацетилен – оттекті қоспасын алмастыру қатынасы $\beta_T = 1,15$ болған жағдайға салынған.



6-сурет. Алмастырушы газдың Q_u жануының төменгі жылулығына ацетиленнің φ_1 және φ_2 алмастыру коэффициенттерінің тәуелділігі:
 а - жану жылулығы $10\,000\text{ ккал/м}^3$ -ға дейін; б - жану жылулығы 10000 ккал/м^3 -дан жоғары

20°C температурада және $0,1\text{ МПа}$ қысымда бірнеше жанар газдардан тұратын жанар газдың төменгі жылу шығарғыштық қабілеті (ккал/м^3),



мұндағы, H_2 , CH_4 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_mH_n , CO , H_2S – жанар газдарды құраушылары, процентпен (көлемдік). Бірлік деп алынатын қалыпты құрамды ацетилен – оттекті қоспасы жалынының таралу жылдамдығына бірнеше жанар газдардан тұратын жанар газ қоспасы жалынының салыстырмалы таралу жылдамдығы S_0 .

$$S_0 = \frac{1,2H_2 + CH_4 + 3(C_3H_8 + C_mH_n) + 0,15CO}{H_2 + 2,3CH_4 + 6,2(C_3H_8 + C_mH_n) + CO} - 0,07(CO_2 + N_2),$$

мұндағы, H_2 , CH_4 , C_3H_8 , C_mH_n , CO , CO_2 , N_2 – балланста жанар газдың элементарлық құраушыларының мөлшері, процентпен (көлемдік).

Бақылау сұрақтары.

1. Оттық аппаратураның мундштуктері қалай бөлінеді?
2. Көп шүмекті мундштуктер қалай бөлінеді?
3. Қоюландырылған газдарға қандай газдар жатады?
4. Бірінші текті алмастыру коэффициенті деп нені атайды?
5. Ацетиленнің ерігіштігі немен тәуелді?

7. ҚЫСЫЛҒАН ГАЗДАР

Қысылған немесе қысылатын газдар — деп ацетиленнің орнын алатын, қандай болса сондай қысымдарда кәдімгі сақтау және тасымалдау жағдайларында сұйықтыққа айналмайтын газдарды атайды. Қысылған газдарға сутегі, метан, көмір тотығы, коксті, пиролизді, мұнай, сланецті және табиғи газдар жатады. Сутекті **А, Б, В, Г** маркалы етіп шығарады.

А — маркалы сутекті судың электролизі арқылы алады.

Б — маркалы сутекті ферросилиций мен сілті ерітіндісімен әрекеттесу арқылы темірбулы тәсілі бойынша алады.

В — маркалы сутек хлорлы тұздарды электролиздеу арқылы алынады.

Г — маркалы сутек көмірсутекті газдардың булы конверсиясы кезінде алынады. Сутектің иісі мен түсі жоқ, суда ерімейді. Металдарды газ жалынды өндеуде қолданылатын сутегі МЕСТ 3022 — 80 талаптарына сай болу қажет. Стандартта қоспалардың (оттек, көмір тотығы, сілтілер, күкіртсутек, хлор, ылғал) мөлшері белгіленген.

А — маркасында сутектің мөлшері 98,8 %,

Б — маркасында — 98 % болу керек.

В және Г — маркалы сутек екі сортты (бірінші және екінші) болып шығарылады.

В — маркасы үшін тазалығы 98,5 және 97,5 %, ал **Г** — маркасы үшін — 97,5 және 95 % . Сутекті — оттекті жалын түссіз. Сутектің жалын аймағының айқын кескіні жоқ болғандықтан, оны реттеу қиынға соғады. Шілтеріге сутектің 1 м³ -не 0,25-0,35 м³ оттегі беріледі, ал теориялық жағдайда сутектің толық жануына 0,5 м³ оттегі қажет.

Ауа мен оттек қоспаларымен сутек жарылғыш қоспаларды құрайды, сондықтан жұмыс кезінде аппаратура мен коммуникациялардың герметикалығына ерекше назар адару қажет.

Газ жалынды өндеуде сутегі таза күйде сирек қолданылады: негізінде қорғасынды пісіруде немесе дәнекерлеуде және жанар материалдарды кескішке жоғары қысыммен беруді талап

ететін, оттекті кесудің арнайы түрлерінде. Көбінесе сутек жанар газдың компонент құрамына кіреді.

Неғұрлым сутектің мөлшері жоғары болса, соғұрлым жанар газдың жылулық қасиеттері төмен және оталу жылдамдығы мен жарылудың жоғары шегі жоғары болады.

Метанның жарылғыштық диапазоны кең болады. Метан табиғи немесе кокс газдарынан толық суыту әдісі арқылы алынады. Метанның оталу температурасы 340°C. Метанның 1 м³ толығымен жануына 2 м³ оттегі қажет. Оттегімен қоспасының жалын таралуының максималды жылдамдығы 3,3 м/с.

Сутегі мен көмір қышқылды газбен қатар, метанның сындық температурасы (көмірсутектердің арасында жалғыз метанның) қоршаған ортаның температурасынан едәуір төмен болады.

Таза күйінде газжалынды өңдеуде метан өте сирек қолданылады. Метан табиғи газдардың негізгі компоненті болып саналады да басқа қысылған жанар газдардың құрамына кіреді.

Табиғи және қалалық газдарға газ тәрізді шекті көмір сутектері жатады. Негізгі құраушысы – метан. Оның мөлшері 75,7-99,4%. Сонымен қатар, құрамында аз мөлшерде инертті газдар мен азот болады. Табиғи газдардың төменгі жану жылулығы 7480 – 9060 ккал/м³ шектерде болады.

Табиғи газдың иісі болмайды, сондықтан, тұтынушыға жеткізілетін газдарға, оған арнайы иіс беру мақсатымен *одорант* деп аталатын компонент қосылады. Осы одоранттың иісінен газдың таралуын байқап білуге болады.

Тұтынушыға табиғи газ баллондар арқылы немесе газқұбыр жолдары арқылы жеткізіледі.

Табиғи газдар мен калорийлығы төмен газдардың (кокс, генераторлық т.б.) қоспасын қалалық газ деп атайды да, оны тұрмыстық жағдайларда және оттекті кесуде қолданады.

Көміртек тотығы келесі газдардың құрамына кіреді:

Кокс газы (5-12%), қалалық (5-15%), мұнайдың пиролизді газдың (1-11%). Көміртек тотығы улы газ болып есептелінеді. Өндірістік ғимараттарда оның шекті концентрациясы – 0,03 мг/л.

Кокс газы ретінде тас көмірді құрғақ айдау арқылы алынған газ тәрізді өнімдердің қоспасы болып саналады. Көмірдің кен орнына және кокс газды алу технологиясына байланысты газдың құрамы келесі болуы мүмкін:

40 – 60% H_2 , 20 – 30% CH_4 , 5 – 12% CO , 1,5 – 4% ауыр көмірсутектер, 2 – 3 % CO_2 , 0,4 – 1,0 % O_2 . Кокс газдың жану жылулығы салыстырмалы түрде төмен болады, бірақ металлургиялық өндірістерде жанама өнім ретінде кеңінен қолданылады.

Газжалынды өңдеуде тек жақсылап тазаланған кокс газы қолданылады, өйткені, басқа жағдайларда аппаратураның тар каналдары бу түріндегі газ құрамындағы түрлі шайырлы заттармен ластанады немесе газ құбыр жолдары газ құрамындағы күкіртті қосылыстармен желініп кетуі мүмкін.

Кокс газын қолданылғанда мүштүктерді жезден немесе шойыннан жасау керек. Кокс газдың 1 м^3 толығымен жануын қамтамасыз ету үшін $0,9\text{ м}^3$ оттегі қажет болады. Пайдалану орнына кокс газы баллондарда 15,0 мПа қысымда немесе қысымы төмен (сулы бағ. 30-50 мм) құбыр жолдары арқылы беріледі.

Кокс газында 12 %-ке дейін көміртек тотығы болуы мүмкін.

Мұнай газдар – дегеніміз жанар газдардың қоспасы. Алыну тәсілдеріне байланысты мұнай газдары табиғи (мұнайды алу кезінде бөлінетін) және жасанды (зауыттық) болып екіге бөлінеді.

Табиғи мұнай газдарды кейде ілеспелі немесе серіктес деп аталады. Табиғи мұнай газдардың негізгі компоненттеріне метан, этан, пропан, бутан және одан жоғары молекулярлық парафин текті көмірсутектер жатады.

Жасанды мұнай газдардың құрамына, одан басқа, олефин қатарының көмірсутектері кіреді: этилен, пропилен, бутилен, амилен. Жасанды мұнай газдардың құрамында (табиғи газдардан айырмашылығы) 60%-ке дейін H_2 болады.

Сланецті газ – арнаулы генераторларда жанар сланецтерді өңдеу арқылы алынады және қалалық газ ретінде химиялық өңдеуде немесе тұрмыстық мақсаттар үшін қолданылады. Кейбір жағдайларда металдардың газ жалынды өңдеуінде де қолданылады.

Пиролизді газ – мұнай мазутының термиялық ыдырауының өнімі. Тазалаудан кейін газда, мыспен әрекеттесетін күкірт қосылыстары пайда болады. Сондықтан газды мұқият тазалау керек. Мундштуктерді жезден немесе шойыннан жасау керек.

26-кесте

Жанар газдардың негізгі физикалық және жылулық қасиеттері

Жанар газдың аталуы және химиялық формуласы	20°C және 0,1 МПа кезіндегі төменгі жылулығы	Оттегі мен көпесінің жалын температурасы, °C	Ацетиленді алмастыру коэффициенті	20°C және 0,1 МПа кезіндегі тығыздық	Сындық қысым, МПа	Температура, °C			Жарылғыш шектері, % көпесі және жанар заттардың мөлшері		Оттек пен басқа жанар газдармен оптимальды қатынасы	Жалын таралуының салыстырмалы жылдамдығы
						Сындық *	Балқу	Қайнау	Ауамен	Оттегімен		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ацетилен C ₂ H ₂	12600	3100 - 3200	1,0	1,09	61,65	+ 35,54	- 81,0	- 83,6	2,1 - 100	2,3 - 100	1,7	1,0
Сутек H ₂	2400	2100 - 2500	5,2	0,084	12,8	- 239,8	- 259,2	252,8	3,1 - 81,5	2,6 - 95	0,4	1,2
Метан CH ₄	8000	2000 - 2200	1,6	0,67	45,7	- 82,5	- 182,5	- 161,7	4,8 - 16,7	5-59,2	2,0	-
Этан C ₂ H ₆	14400	2200	1,27	-	-	-	- 172,1	- 88,5	3,1 - 15,0	4,1 - 50,1	-	-
Пропан C ₃ H ₈	20800	2600 - 2750	0,65	1,88	42	+ 96,8	- 189,9	- 42,6	2,0 - 11	2,0 - 48	-	0,3
Пропан - бутан	20600	2000 - 2100	0,6	1,867	-	-	-	-	2,17 - 9,5	-	-	-
Бутан C ₄ H ₁₀	27800	2400 - 2500	0,45	2,54	36	+ 152	- 139	- 0,6	1,5 - 8,5	3,0 - 45	3,5-4,0	-
Этилен C ₂ H ₄	14200	2900	0,9	1,17	-	-	-	-	2,7 - 36	2,6 - 80	-	-

26-кестенің жалғасы

Көміртек тотығы СО	2800	2600 - 2800	4,5	1,16	34,5	- 140,2	- 205	-	11,4 - 77,5	15,5 - 93,9	-	-
Сланецті газ ^{*2}	3000 - 3400	1500 - 2000	4,0	0,74-1,0	-	-	-	-	-	-	0,7	0,5
Көкс газы ^{*2}	3500 -4400	2000 - 2200	3,2	0,4-0,55	-	-	-	-	7 - 21	-	0,8-0,9	0,7
Табиғи газ ^{*2} (метан 98 %)	7500 -9000	2000 - 2200	1,8	0,68 - 0,9	-	-	-	-	4,8 - 14,0	-	1,7-2,1	0,4
Мұнай (ілеспелі) газ ^{*2}	8700 - 14800	2000 - 2400	1,2	0,87 -1,37	-	-	-	-	3,5 - 16,3	-	1,9-2,9	0,5
МАПП (МАФ)	21200	2800 - 2900	0,55	1,76	-	-	-	-	3,4 - 10,8	2,5-60	-	-
Қалайық газ ^{*2}	4100-5000	2000 - 2300	3,0	0,84 -1,05	-	-	-	-	3,8 - 40	8,5-73,6	1,2	0,5
Пирролизді газ	7500-9000	2000 - 2400	1,8	0,65-0,85	-	-	-	-	-	-	-	-
Бензин булары (~ C ₇ H ₁₅)	10000 ккал/кг	2400	-	0,7 - 0,74 кг/л	-	-	-	-	0,7 - 6,0	2,1-28,4	-	--
Керосин булары (~ C ₇ H ₁₄)	10000 ккал/кг	2300	-	0,79 -0,82 кг/л	-	-	-	-	1,4 - 5,5	-	-	-

*¹ Сындық температура – деп қандай болса да қысымда, одан жоғары температурада газ сұйық күйге ауыспайтын температураны атайды.

*² Жанар газ қоспалары келтірілген мәліметтер осы газдардың орташа құрамдарына жатады.

7.1. Газ тәрізді және сұйық оттектің қасиеттері

Кәдімгі жағдайда оттектің түсі мен иісі жоқ газ болады. 0°С температурада және 0,1 МПа қысымда оның тығыздығы 1,43 кг/м³. 0,1 МПа қысымда – 182,97°С температураға дейін суытса оттектің көгілдір сұйықтыққа айналады.

Оттекті ортада жану процестері өте белсенді жүргізіледі. Қысым астында (0,3 МПа-дан жоғары) болған оттектің майлармен түйіскенде, олар сәтті тотықтанады. Осындай процесс нәтижесінде бөлінген жылудың мөлшері өте жоғары болады, сондықтан, майлардың оттанып жануы мүмкін. Оттектен жұмыс істегенде аппараттар, баллондар және персоналдың киімі, майлардан таза болуын қадағалау керек. Майланған беттер табылған жағдайда, ластанған жабдықтарды үзілді-кесілді қолдануға тиым салынады. Адам денесіне сұйық оттектің тигенде түрлі деңгейлі үсіктер пайда болады. Газ тәрізді техникалық оттегі, МЕСТ 5583–78 (ИСО 2046–73) сәйкес, мүмкінді болатын қоспалардың (көмірқышқылды газ, азот және аргон) мөлшеріне байланысты үш сортты болып шығарылады. Тазалығы ең жоғары – бірінші сортты оттегі. Оның тазалығы, көлемі бойынша, 99,7 % болуға тиіс. Екінші және үшінші сортты оттектің тазалығы 99,5 % және 99,2-тен кем болмау керек. Газ тәрізді оттектен ылғалдың мөлшері 0,07 г/м³ аспау керек. Сұйық техникалық оттекті МЕСТ 6331–78 (ИСО 2046 – 73) сәйкес, екі сортты болып шығарылады: А (тазалығы 99,2 %) және Б (тазалығы 98,5 %).

Газбен пісірудің, дәнекерлеудің, шынықтырудың және газ жалынымен қыздырудың басқа да жауапты емес түрлерінде тазалығы 92–98%, металлургиялық өндірісінің қондырғыларында немесе азот өндірісінің жанама өнімі ретінде алынған, оттегін де пайдалануға болады. Қысылған газ тәрізді оттекті МЕСТ 9490-75 бойынша қуыс денелі баллондарда сақтап тасымалдайды (қысым 15 МПа). Баллондағы оттектің мөлшері 8 кг немесе 6 м³ болуы мүмкін.

Оның мөлшері (ζ_k) баллонның дм-мен сыйымдылығының (ζ_6) манометрмен анықталған баллондағы МПа-мен қысымына (ζ_6) көбейтіндісі арқылы анықталады:

$$\zeta_k = \zeta_6 \cdot \zeta_6, \text{ немесе } \zeta_k = 40 \cdot 150 \text{ кгс/см}^3 (15 \text{ МПа}) = 6000 \text{ л} = 6 \text{ м}^3.$$

Баллондағы оттектің болатын қысым қоршаған ортаның температурасына тәуелді:

Температура, °C – 50 – 40 – 30 – 20 – 10 0 10 20 30 40 50

Баллондағы қысым, МПа 9,9 10,7 12,4 2,95 13,45 13,95
14,5 15,0 15,5 16,0 17,2

Сұйық оттекті арнайы ыдыстарда – танктарда сақтап тасымалдайды. Сұйық күйде оттегі тек алынып, сақталып тасымалданады. Газ жалынды өңдеуге арналған оттекті алдымен сұйық күйден газға аударып 16 Мпа-ға дейін қысыммен жұмыс орнына жеткізеді.

Оттек құбыржолдары мүмкінді максимальды қысымына байланысты төрт категорияға бөлінеді. Олардағы жұмыс қысымдары (Мпа) категориялар бойынша: 1,6 дейін – IV; 1,6-дан 2,5-ға дейін – III; 2,5-нан 6,4-ке дейін – II; 6,4-тен 60,0-қа дейін – I. Сұйық оттекті буландыру арқылы алынған оттекте ылғал болмайды. Оттектің жанар газдар мен қоспаларының жарылыс қауіпі бар.

Бақылау сұрақтары.

1. Қандай жанар газдар пісіруде қолданылады?
2. Қандай газдар қосылған газдарға жатады?
3. Жанар газдардың физикалық қасиеттері қандай?
4. Жанар газдардың жылулық қасиеттері қандай?
5. Қысылған газдардың қасиеттері қандай?

8. ҚАПТАМАНЫҢ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

Таза типті болат плитаға электродтың еркін құлау кезінде қаптама құрамы келесі биіктіктерден:

1 м – электродтардың диаметрі 4 мм-ден кем болғанда;

0,5 м – электродтардың диаметрі 4 мм не одан да астам болса.

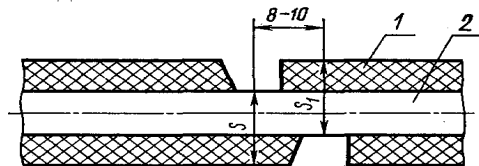
Жасап шығарушы завод пен тұтынушының келісімі бойынша диаметрі 5 мм-ден астам электродтар үшін сынау биіктігі 0,3 м-ге дейін төмендетілу мүмкін. Аса қалың қаптамалы электродтар үшін құлау биіктігі электродтардың нақты маркаларының паспортымен немесе техникалық жағдайлармен (ТУ) белгіленеді. Сынау кезінде электродтың қапталған бөлігінің ұзындығы 5%-не дейін қаптаманың жалпы ұзындығының жарыма – жарты шетінеулер мүмкін болып есептелінеді. Дайын болған электродтардың ұзындығы және өлшеу аспаптарсыз сыртқы көрінісі мұқият тексеріледі.

Электродтардың ұзындығы, қаптамадан таза шетін, ауысу бөлігінің ұзындығын, соғылған жерлердің ұзындығын, сызаттар мен жарықтардың және қаптама бетіндегі торлы шытынау бөліктердің ұзындығын 1 мм дәлділікпен өлшеу қажет.

Электродтардың қисықтығын, сырықтың қаптамадан таза шетінің ұзақтылығын, рискалар мен батырылулардың тереңдігін, қияңқылардың (задиры) биіктігін және қаптама бетіндегі кеуектердің өлшемдерін 0,1 мм дәлділікпен өлшейді. Қаптама бетінің кедір-бұдырлығын эталонды үлгімен салыстыра тексереді. Қаптама қалыңдығының айырмашылығын, бір-біріне шеңбер бойымен 120°-қа және ұзындығы бойынша 50-100 мм-ге жылжытылған, электродтың үш жерінде анықтайды. Әр орындағы өлшеулерді, 7-суреттегі нобай бойынша 0,01 дәлділікпен микрометрмен жүргізеді.

Қаптама қалыңдығының айырмашылығын тексеру жұмыстарын, қажетті өлшеу дәлділігін қамтамасыз ететін, басқа әдістері немесе арнаулы аспаптармен (магнитті, сыйымдылықты т.б.) жүргізуге болады.

Қаптаманың қалыңдық беріктігін тексеру нәтижелерін бағалауы сыналған электродтарды сырт жағынан қарау және пайда болған қаптама шетінеулерді 1 мм дәлділікпен өлшеу арқылы жүргізіледі.



7-сурет. Электрод қаптамасының өлшемдерін анықтау:
1 – электрод қаптамасы; 2 – электрод сырығы

Электрод қаптамасының ылғалдылығын анықтау

Қаптамадағы ылғалдың мөлшерін әр бақыланатын электродтан алынған қаптаманы белгілі бір температурада тұрақты массаға дейін жеткізу арқылы анықтайды. Қыздыру температуралар келесі:

$400 \pm 10^\circ\text{C}$ – негізгі қаптама үшін; $180 \pm 10^\circ\text{C}$ – қышқылды және рутил қаптамалар үшін; $110 \pm 5^\circ\text{C}$ – целлюлозалы қаптама үшін.

Қаптамалардың басқа түрлеріне, соның ішінде аралас және құрамында целлюлоза бар қышқылды және рутил қаптамалар үшін, қаптаманы қыздыру температурасы электродтың нақты маркасының паспортында немесе техникалық жағдайларда (ТУ) белгіленген мәліметтер бойынша алынады.

Қаптамадағы ылғалдың мөлшерін процентпен 0,1% дәлдікпен есептейді. Қаптама массасын 0,01 г дәлдікпен өлшеу арқылы анықтайды. Қаптамадағы ылғалдың мөлшерін, қажетті дәлдікті қаптамасыз ететін, басқа да әдістермен анықтауға болады. Қаптама массасының коэффициентін процентпен 0,1%-тік дәлдікпен есептейді.

8.1. Пісіру материалдарды сақтау және тасымалдау жағдайлары

Пісіру материалдар; соның ішінде электродтар, флюстар, пісіру сымдары, егер олардың сақталу жағдайлары дұрыс ұйымдастырылмаса, пісіру кезінде әртүрлі ақауларға келтірілуі мүмкін.

Сондықтан, пісіру материалдардың сақталу жағдайларына белгілі бір талаптар қойылады. Электродтарды, флюстарды және пісіру сымдарды 18°C-тан төмен емес температурада және ылғалдылық – 50% жоғары емес арнаулы құрғақ от жағу арқылы жылынатын бөлмелерде сақтау керек.

Әдетте, тұтынушыда пісіру электродтар мен флюстарды паспорттарда немесе техникалық жағдайларда (ТУ) белгіленген режимдер бойынша қыздырады немесе кептіреді.

Мысалы, МР – 3 маркалы электродтарды 1,5 сағат ішінде 170 – 200°C температурада қыздырады; УОНИ 13/45 маркалы электродтарды 1,5 сағат ішінде 350 – 400°C температурада қыздырады.

ОСЦ – 45 және АН – 348 маркалы флюстарды 5 сағат ішінде 300 – 400°C температурада қыздырады. Қыздырудан немесе кептіруден өткен электродтарды алдыңғы 5 тәулік ішінде, ал флюстар 15 тәулік ішінде қолданылу керек.

Пісіру сымды оның ластануы мен тотықтануына жол бермейтін жағдайларда сақтау керек.

Өндірістік жағдайларда осындай талаптарды орындау киынға соғады, сондықтан цехтарда пісіру алдында сымды дайындау үшін арнаулы тазалау машиналары қолданылады.

Алюминий мен алюминий қорытпаларын пісіруге арналған пісіру сымдар тұтынушыға химиялық әдістермен уландырылған күйде жеткізіледі. Кассетаға оралған сымды, алдын ала ауа кетірілген, герметикалық полиэтилен пакеттерде жібереді.

Қорғаушы газдарды көбінесе 15 МПа қысымда, сұйық көмір қышқылды 6 МПа қысымда сыйымдылығы 40–50 дм³ баллондарда сақтап тасымалдайды.

Коррозиядан сақтау мақсатымен және лезде тану үшін баллондарды МЕСТ 949–73 талаптарына сай әртүрлі түстерге бояп тиісті жазулар жазылады.

Пісіру посттарды қорғаушы газдар мен баллондар арқылы қамтамасыздандырудан басқа көмір қышқылды газ, аргон мен оттегі үшін танк-газификаторлар қолданылады.

Газдарды арнаулы қоймаларға аударып, сосын құбырлы магистральдар арқылы жұмыс орындарға жеткізіледі. Құбыр жолдарын баллондардың түстеріне сәйкес келетін түстерге бояйды. Бірақ, газдың шығыны шағын болатын кәсіпорындарда, цехтарда және бөлімшелерде пісіру посттарды қамтамсыздандыру баллондар арқылы тиімді болады.

Газдарды тасымалдау, арнайы жүргізушінің біліктілігін белгілейтін инструкциялар бойынша (тұрақты уақытты шектеу, мәжбүрлі және авариялық тоқтаулар кезінде цистернадағы белгілі қысымды сақтау, арнаулы автоцистерналардың пайдаланылуына байланысты басқа да белгіленген жағдайлар) жүргізіледі.

Оттегі бар баллондарды кальций карбидімен, бояулармен, майлармен және басқа газдар бар баллондармен бір бөлмеде сақтауға болмайды. Бос баллондарды толық баллондардан бөлек сақталу керек.

Баллондарды арнаулы арбашаларда немесе тасымалдауға арналған басқа қондырғыларда тасымалдау керек. Қолмен немесе иықта тасуға болмайды.

Пісіру кезінде пісіру постта бір мезгілде екі баллоннан (оттек пен жанар газды баллондар) артық баллон болмау керек. Жоғары қысымдағы баллондарды қыздыруға болмайды.

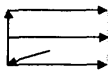
Бақылау сұрақтары.

1. Электрод қаптамасының сапасына қандай талаптар қойылады?
2. Қаптаманың ылғалдылығын қалай анықтайды?
3. Қыздыру температуралар қандай болады?
4. Қорғаушы газдарды қалай сақтайды?
5. Флюстарды сақтауда қандай талаптар қойылады?

9. ПІСІРУ ЖӘНЕ БАЛҚЫТУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ЭЛЕКТРОДТАРДЫҢ ТИПТЕРІ

9.1. Көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтар

Электрод МР – 3

$\frac{\text{Э46} - \text{MP} - 3 - \emptyset - \text{УД}}{\text{E431(3)} - \text{P23}}$		МЕСТ 9466 – 75, МЕСТ 9467 – 75	
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі ISO 2560 E 433 R 23 DIN 1913 E 4330 R3 AWS A5.1 E 6013 BS - 639 E 4330 R 23			
Қолданылу саласы		Пісірілетін жіктердің бағыттары	
Көміртекті болаттардан жауапты конструкцияларды пісіруге арналған			

Қаптама түрі – рутил

Пісіру режимі

Ток кері полярлы ауыспалы және тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	100-140	80-110	80-110
4,0	160-220	140-180	140-180
5,0	160-260	160-200	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
0,08-0,12	0,5-0,8	0,07-0,20	Көп емес	
			0,03	0,03

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °С	Уақыт аралығында қарсыласу шамасы, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыс- тыр- малы ұзаруы, %	Соққы тұтқыр- лық, Дж/см ²
т/ө – сіз	+20	450	370	20	78

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары

Электрод АНО – 4

Э46 – АНО – 4 – Ø – УД МЕСТ 9466-75, МЕСТ 9467-75
Е430(3) – Р21

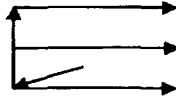
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 433 R 21
DIN 1913	E 4330 R3
AWS A5.1	E 6012
BS-639	E 4330 R 21

Қолданылу саласы

Көміртекті болаттардан жауапты және қарапайым кон-
струкцияларды пісіруге арналған.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – рутил

Пісіру режимі

Ток ауыспалы және тұрақты, полярлығы кез келген

	Жіктердің орналасуы		
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	100-140	90-110	100-120
4,0	170-210	140-150	140-170
5,0	190-270	150-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
Көп емес	0,55-0,80	Көп емес		
0,10		0,20	0,035	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласуы, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соккы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20	450	340	18	78

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары, Кеме жүзудің Теңіз Регистрінің қолдау жөнінде сертификаты

Электрод ОЗС – 12

$\frac{\text{Э46} - \text{ОЗС} - 12 - \text{Ø} - \text{УД}}{\text{Е432} - \text{Р12}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

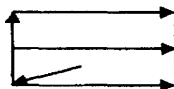
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 430 R 12
DIN 1913	E 4300 R2
AWS A5.1	E 6012
BS-639	E 4300 R 12

Қолданылу саласы

Уақыт аралығындағы қарсыласуы 500Мпа-дан көп емес көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – рутил

Пісіру режимі

Ток ауыспалы және тұрақты, полярлығы кез келген

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	90-100	70-90	70-90
4,0	160-200	150-160	150-160
5,0	180-240	170-180	-

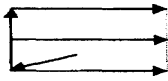
Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
Көп емес	0,50-0,70	0,10-0,20	Көп емес	
0,10			0,04	0,04

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыш- тық шегі, МПа	Салыстыр- малы ұзаруы, %	Соққы тұтқыр- лық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20±10	480	290	22	110

Электрод ЭЛЗ – С – 1

<u>Э46 – ЭЛЗ – С – 1 – Д – УС</u> МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 – 75 <u>E433 – P21</u> Қолданылу саласы аз және орташа көміртекті болаттан жауапты конструкцияларды пісіруге	
Пісіру жіктердің орналасуы 	Қаптама түрі
	Рутил

Пісіру режимі

Ток бос жүрістің кернеуі ең кемінде 65 В ауыспалы, кері
полярлы тұрақты

Жіктердің орналасуы			
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	60 - 100	60 - 80	60 - 80
4,0	120 - 160	110 - 140	110 - 140
5,0	160-200	140-180	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
0,06 - 0,10	0,5 - 0,8	0,08 - 0,14	Көп емес	
			0,040	0,040

Жік металының механикалық қасиеттері (типтік)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласуы, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	484	395	29	167

Электрод ТМУ – 46

$\frac{\text{Э46 А} - \text{ТМУ} - 46 - \emptyset - \text{УД}}{\text{Е 432 (3)} - \text{В 26}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 – 75

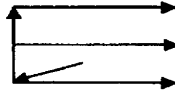
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	Е 433 В26Н
DIN 1913	Е 4330 В16
AWS A5.1	Е 6015
BS-639	Е 4330 В26Н

Қолданылу саласы

Көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттардан жауапты металлоконструкцияларды және құбыр жолдарын пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі негізді

Пісіру режимі

Ток бос жүрістің кернеуі ең кемінде 65 В ауыспалы, кері полярлы тұрақты

	Жіктердің орналасуы		
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
2,5	75 - 90	70 - 85	65 - 85
3,0	90 - 115	75 - 100	60 - 90
4,0	130 - 170	110 - 140	100 - 120
5,0	170-200	140-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек*	Кремний*	Марганец*	Күкірт	Фосфор
0,07 - 0,12	0,20 - 0,45	0,50 - 0,90	Көп емес	
			0,030	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20	450	22	135

* Кестелік мәліметтер

Электрод ТМУ – 50

Э50А – ТМУ – 50 – Ø – УД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75
Е513 – В26

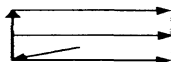
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	Е 513 В26
DIN 1913	Е 5130 В16
AWSA 5.1	Е 7015
BS-639	Е 5130 В26

Қолданылу саласы

Көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттардан жауапты металлконструкцияларды және құбыр жолдарын пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі негізді

Пісіру режимі

Ток бос жүрістің кернеуі ең кемінде 65 В ауыспалы, кері полярлы тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
2,5	75 - 90	70 - 85	65 - 85
3,0	90 - 115	75 - 100	60 - 90
4,0	130 - 170	110 - 140	100 - 120
5,0	170-200	140-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртекті*	Кремний*	Марганец*	Күкірт	Фосфор
0,07-0,12	0,20-0,45	0,75-1,10	көп емес	
			0.030	0.035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	490	20	127

* Кестелік мәліметтер

Электрод ТМУ – 21У

$\frac{\text{Э50А} - \text{ТМУ} - 21\text{У} - \text{Ø} - \text{УД}}{\text{Е513} - \text{В20}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

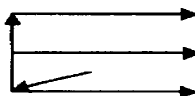
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 513 B20
DIN 1913	E 5130 B10
AWS A5.1	E 7015
BS-639	E 5130 B20

Қолданылу саласы

Көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттардан жылу және атом электрстанциялардың энергетикалық жабдықтардың жауапты металлконструкцияларды және құбыр жолдарының типті жіктерін пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы тұрақты

Жіктердің орналасуы			
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
2,5	75 - 90	70 - 85	65 - 85
3,0	90 - 115	75 - 100	60 - 90
4,0	130 - 170	110 - 140	100 - 120
5,0	170-200	140-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек*	Кремний*	Марганец*	Күкірт	Фосфор
0,07 - 0,12	0,20 - 0,43	0,70 - 1,0	көп емес	
			0,030	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	490	20	127

* Кестелік мәліметтер МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары

Электрод УОНИ - 13/45А

Э46А – УОНИ – 13/45 – Ш – УД МЕСТ 9466-75, МЕСТ 9467-75
Е433 – В20

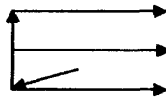
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 435 B20
DIN 1913	E 4350 B10
AWS A5.1	E 6015
BS-639	E 4350 B20

Қолданылу саласы

09Г2, МС-1, 10Г2С1Д-35, 10ХСНД, 10Г2С1Д-40, 20Л, 25Л және т.б. маркалы болаттарды Ст3, БСт 3, Ст 4 көміртекті маркалы болаттармен пісіруге, 08ГДН, 08ГДНФ маркалы болаттардан дайындамаларды пісіруге және көміртекті болаттардан монтаждық түйісулерді пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы тұрақты

	Жіктердің орналасуы		
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	100-130	90-120	90-120
4,0	160-210	130-160	130-160
5,0	220-280	160-210	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Күкірт	Фосфор
Көп емес	0,18 - 0,35	0,35 - 0,65	көп емес	
0,11			0,03	0,03

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Сокқы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20	450	24	140

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары, Кеме жүзудің теңіз регистрінің қолдау жөнінде сертификаты.

Электрод УОНИ - 13/55

$\frac{\text{Э50А} - \text{УОНИ} - 13 / 55 - \Phi - \text{УД}}{\text{Е513} - \text{Б20}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

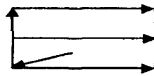
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 513 B20
DIN 1913	E 5130 B10
AWSA5.1	E 7015
BS-639	E 5130 B20

Қолданылу саласы

10XCH2Д, 48КС маркалы болаттардан конструкцияларды пісіруге. Аталған маркалы болаттарды Ст 3, БСт 3, 09Г2, 10Г2С1Д-35, 10Г2С1Д-40, 10ХСНД, МС-1, Ст 3с, 10, 15, 20. Маркалы болаттармен пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80 - 100	70 - 90	70 - 90
4,0	130 - 160	130 - 140	130 - 140
5,0	180-210	160-180	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртеқ*	Кремний*	Марганец*	Күкірт	Фосфор
көп емес	0,18 - 0,50	0,65 - 1,20	көп емес	
0,11			0,03	0,03

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20	510	20	130

* Кестелік мәліметтер

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары, Кеме жүзудің теңіз регистрінің қолдау жөнінде сертификаты.

Электрод УОНИ - 13/65

$\frac{\text{Э69} - \text{УОНИ} - 13 / 65 - \text{Ø} - \text{УД}}{\text{Е513} - \text{В20}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

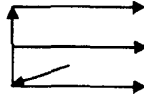
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	Е 513 В20
DIN 1913	Е 5130 В10
AWSA5. 1	Е 8015
BS-639	Е 5130 В20

Қолданылу саласы

Үзілуге уақыт аралығындағы қарсыласу шамасы 590 МПа-ға дейін көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы тұрақты

	Жіктердің орналасуы		
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80-110	70-90	70-90
4,0	130-160	120-140	120-130
5,0	160-210	150-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Күкірт	Фосфор
көп емес	0,35 - 0,55	1,00 - 1,50	көп емес	
0,17			0,030	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Сокқы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	590	20	150

Жік металы сутектің мөлшері төмен және кристалдану жарықтардың пайда болуына тұрақтылығы жоғары болуымен

сипатталынады. Доғаның ұзаруында және тотталған беттерді пісіруде электродтар кеуектердің пайда болуына бейімделген.

Электрод ЦУ – 5

Э50А-ЦУ-5-Ø-VД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75
Е513-В20

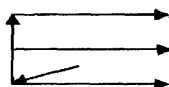
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 513 B20
DIN 1913	E 5130 B10
AWSA5.1	E 7015
BS-639	E 5130 B20

Қолданылу саласы

Көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіру

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
2,5	75-90	70-85	65-85

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Күкірт	Фосфор
0,06 - 0,12	0,20 - 0,50	1,00 - 1,60	көп емес	
			0,030	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	490	20	137

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары

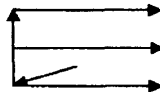
Электрод УОНИ - 13/85

$\frac{\text{Э85} - \text{УОНИ} - 13/85 - \Phi - \text{ДД}}{\text{Е} - 12\text{Г}2\text{СМ} - \text{Б}20}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

Қолданылу саласы

Үзілуге уақыт аралығындағы қарсыласу шамасы 690-980 МПа беріктігі көтеріңкі және жоғары легіріленген болаттардан жауапты және аса жауапты конструкцияларды пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	90-120	80-100	80-100
4,0	140-170	130-150	130-150
5,0	180-220	150-180	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Молибден	Күкірт	Фосфор
көп емес	0,6-0,9	0,95-1,40	0,80-1,20	көп емес	
0,17				0,030	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө-ден кейін	+ 20	835	16	80

Ерекише қасиеттері: Жік металы сутектің мөлшері төмен және кристалдану жарықтардың пайда болуына тұрақтылығы жоғары болуымен сипатталады.

Доғаның ұзаруында және тотталған беттерді пісіруде электродтар кеуектердің пайда болуына бейімделген.

9.2. Легірленген болаттардың тұрақты жылу үшін пісіру электродтары

Электрод ТМЛ - 1У

$\frac{\text{Э} - 09\text{X1M} - \text{ТМЛ} - 1\text{У} - \emptyset - \text{ТД}}{\text{E15} - \text{B20}}$ МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75

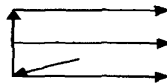
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3580	E 1 CrMoB20
DIN 8575	E Kb, CrMo 120
AWS A5.5	E 6015 B2
BS 2943	E 1 CrMo B

Қолданылу саласы

540°C температураға дейін жұмыс істейтін 12МХ, 15ХМ, 20ХМЛ, 12Х2М1, 12Х1МФ, 12Х2МФБ маркалы болаттардан жабдықтар мен құбыр жолдарын пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	90 - 115	75 - 100	60 - 90
4,0	130 - 170	110 - 140	100 - 120
5,0	170-200	140-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Хром	Молибден	Күкірт	Фосфор
0,06- 0,12	0,15 - 0,4	0,5 - 0,9	0,8 - 1,2	0,4 - 0,7	көп емес	
					0,025	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Сокқы тұтқырлық, Дж/см ²
Жоғарғы жұмсарту 725 ± 15°C 1+ 0,5 сағат	+ 20	470	18	88

Электрод ТМЛ - 3У

Э - 09Х1МФ - ТМЛ - 3У - Ø - ТД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75
Е16 - В20

Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

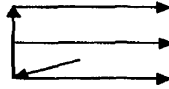
ISO 3580	E 1 CrMoV B20
DIN 8575	E Kb, CrMoVI 20
AWS A5 5	E 8015-G
BS 2943	E 1 CrMoV B

Қолданылу саласы

540°C температураға дейін жұмыс істейтін 12МХ, 15ХМ, 20ХМЛ, 12Х2М1, 12Х1МФ, 12Х2МФБ, 12Х2МФСР, 20ХМФЛ,

15X1M1Ф және 15X1M1ФЛ маркалы болаттардан жабдықтар мен құбыр жолдарын пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Жіктердің орналасуы			
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	90 - 115	75 - 100	60 - 90
4,0	130 - 170	110 - 140	100 - 120
5,0	170-200	140-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көмір-тек	Кремний	Марганец	Хром	Молибден	Ванадий	Күкірт	Фосфор
0,08-0,12	0,15 - 0,40	0,50 - 0,90	0,80 - 1,25	0,40 - 0,70	0,15 - 0,30	көп емес	
						0,025	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соккы тұтқырлық, Дж/см ²
Жоғарғы жұмсарту 735 ± 15°С 1+ 0,5 сағат	+ 20	490	16	78,5

Электрод АНО – 4

Э46 – АНО – 4 – Ø – УД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75
Е430(3) – Р21

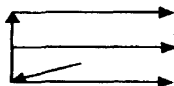
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 2560	E 43 3 R 21
DIN 1913	E 43 30 R3
AWSA5.1	E6012
BS-639	E 43 30 R 21

Қолданылу саласы

Көміртекті болаттардан жауапты және қарапайым конструкцияларды пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – рутил

Пісіру режимі

Ток тұрақты және ауыспалы, кез келген полярлығы

Жіктердің орналасуы			
Диаметр. мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	100 - 140	90 - 110	100 - 120
4,0	170 - 210	140 - 150	140 - 170
5,0	190-270	150-170	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
көп емес	0,55 - 0,80	көп емес		
0,10		0,20	0,035	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыш- тық шегі, МПа	Салыстыр- малы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	450	340	18	78

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары, Кеме жүзудің теңіз регистрінің қолдау жөнінде сертификаты.

Электрод ЦЛ – 39

Э – 09X1MΦ – ЦЛ – 39 – 2,5 – ТД МЕСТ 9466 -75, МЕСТ 9467-75.
E16 – B20

Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

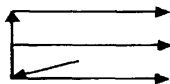
ISO 3580	E 1 CrMoV B20
DIN 8575	E Kb, CrMoVI 20
AWS A5.5	E6015-G
BS 2943	E 1 CrMoV B

Қолданылу саласы

565°С температураға дейін жұмыс істейтін жылуға төзімді хромомолибден-ованадийлі болаттардан қазанагрегаттарының

құбырлы бөлшектер мен жылу алмасу беттердің жинау бірліктерін пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
2,5	75 - 90	70 - 85	65 - 85

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көмір-тек	Кремний	Марганец	Хром	Молибден	Ванадий	Күкірт	Фосфор
0,06 - 0,12	0,20 - 0,40	0,60-0,90	0,80 - 1,25	0.40 - 0,70	0,12 - 0,30	көп емес	
						0,025	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
Жоғарғы жұмсарту 735±15°C 5 сағат	+ 20	490	16	78

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары

Электрод МЛ – 5

Э – 06Х1М – ТМЛ – 5 – Ø – ТД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 9467 - 75
Е15 – В20

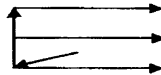
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3580	E 1 CrMo B20
DIN 8575	E Kb, CrMo 1 20
AWS A5.5	E6015-B2
BS 2943	E 1 CrMo B

Қолданылу саласы

20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, 20ХМЛ және сол сияқты болаттардан, кейінгі термиялық өңдеусіз, энергожабдықтардың құйма бөлшектерде ақауларды пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Жіктердің орналасуы			
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80 - 110	60 - 90	60 - 90
4,0	120 - 170	100 - 130	100 - 130

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Хром	Молибден	Күкірт	Фосфор
көп емес	0,25-	0,50-	0,55-	0,45 -	көп емес	
0,065	0,40	0,70	0,80	0,60	0,025	0,025

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	550	18	88

9.3. Жоғары легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтар

Электрод ЭА – 395/9

Э – 11X15H25M6A12 – ЭА – 3959 – Ф – ЛД МЕСТ 9466 - 75,
E001 – B20
МЕСТ 10052 - 75

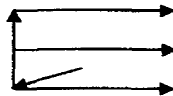
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3580	E 16.25.6 B20
DIN 8575	E 16.25.6 B20
BS 2943	E 16.25.6B

Қолданылу саласы

Легірленген беріктігі жоғары болаттардан және әртекті болаттардан конструкцияларды пісіру, сонымен қатар, коррозияға төзімді қаптаманы екі не үш қабатты балқытып қаптауда бірінші қабатты орындау; аустенитті болаттар мен жалғастарда перлитті класты болаттардың жиектерін қаптау.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80 - 100	70 - 90	70 - 90
4,0	100 - 150	100 - 130	100 - 130
5,0	150-180	-	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көмір-тек	Крем-ний	Марга-нец	Хром	Никель	Молиб-ден	Азот	Күкірт	Фос-фор
көп емес	0,35-0,70	1,20-2,80	13,5-17,0	20,0-27,0	4,5-7,0	0,08-0,20	көп емес	
0,12							0,018	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Салыстырмалы тарылу, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	608	392	30	45	120

Электрод ЭА - 400/10У

Э – 07Х19Н11М3Г2Ф – ЭА – 400 / 10У – Ф – ВД МЕСТ 9466- 75,
Е2214 – В20
МЕСТ 10052 - 75

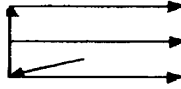
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3580	Е 19.12.3 В20
DIN 8575	Е 19.12.3 В20
AWS A 5.5	Е 317-15
BS 2943	Е 19.12.3 В

Қолданылу саласы

Пісіруден кейін термоөңдеуге жатпайтын және агрессивті ортада жұмыс істейтін коррозияға төзімді хромникельді және хромникельмолибденді болаттардан жабдықтарды пісіру, перлитті болаттардан бұйымдар беттеріне екінші қабатты балқытып қаптау.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80-100	60-80	60-80
4,0	130-150	110-130	110-130
5,0	150-170	-	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көмір- тек	Крем- ний	Марга- нец	Хром	Ни- кель	Молиб- ден	Вана- дий	Күкірт	Фос- фор
Көп емес		1,1 - 3,1	16,8 - 19,0	9,0- 12,0	2,0-3,5	0,30- 0,75	Көп емес	
0,10	0,60						0,025	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °C	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыс- тырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	540	340	25	90

Ерекше қасиеттері: Балқытып қапталған металда ферритті фазаның мөлшері 2–8%. АМ МЕСТ 6032-89 әдісі бойынша сынауда кристаллит арасындағы коррозияға төзімділігін

қамтамасыз етеді және ыстықтай жарықтардың пайда болуына қарсылығын арттырады.

Электрод ЭА - 400/10Т

Э – 07Х19Н11М3Г2Ф – ЭА – 400 / 10Т – Ф – ВД МЕСТ 9466- 75,
Е2214 – В20
МЕСТ 10052 - 75

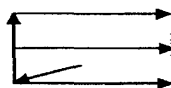
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3580	E 19.12.3 B20
DIN 8575	E 19.12.3 B20
AWS A 5.5	E 317-15
BS 2943	E 19.12.3B

Қолданылу саласы

Пісіруден кейін термоөңдеуге жатпайтын және агрессивті ортада жұмыс істейтін коррозияға төзімді хромникельді және хромникельмолибденді болаттардан жабдықтарды пісіру, перлитті болаттардан бұйымдар беттеріне екінші қабатты балқытып қаптау.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	80 - 100	60 - 80	60 - 80
4,0	130 - 150	110 - 130	110 - 130
5,0	150-170	-	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көмір- тек	Крем- ний	Марга- нец	Хром	Никель	Молиб- ден	Вана- дий	Күкірт	Фос- фор
Көп емес		1,1 -	16,8-	9,0-	2,0 - 3,5	0,30-	Көп емес	
0,10	0,60	3,1	19,0	12,0		0,75	0,025	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстыр- малы ұзару, %	Соққы тұтқыр- лық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20 + 350	540	340 280	25	90

Ерекше қасиеттері: Балқытып қапталған металда ферритті фазаның мөлшері 2 - 8%. МЕСТ 6032-89 әдісі бойынша сынауда кристаллит арасындағы коррозияға төзімділігін қамтамасыз етеді және ыстықтай жарықтардың пайда болуына қарсылығын арттырады.

Электрод ОЗЛ – 8

Э-07Х20Н9-ОЗЛ-8-Ø-ВД МЕСТ 9466 - 75, МЕСТ 10052 - 75
Е2004-Б20

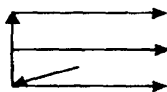
Халықаралық стандарттар бойынша белгіленуі

ISO 3581	E19.9B20
DIN 8556	E 19.9 B20
AWS A 5.4	E 308-15
BS 2926	E 19.9 B

Қолданылу саласы

Жік металына кристаллит арасындағы коррозиясы бойынша қатаң талаптар қойылмаған жағдайында, 08X18H10, 12X18H9, 08X18H10T және сондай сияқты хромоникельді коррозияға тұрақты болат маркаларынан жауапты бұйымдарды пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Жіктердің орналасуы			
Диаметр, мм	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	50 - 70	50 - 60	50 - 60
4,0	110 - 130	110 - 120	100 - 120
5,0	150-170	120-150	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Күкірт	Фосфор
Көп емес	0,3-1,2	1,0-2,0	18,0	7,5-10,0	Көп емес	
0,09					0,020	0,030

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Үзілуге уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстырмалы ұзару, %	Соққы тұтқырлық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+ 20	540	нормаланбайды	30	100

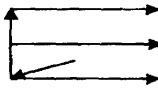
9.4. Балқытып қаптауға арналған электродтар

Электрод УОНИ-13/Н1– БК

Э – 09Х31Н8АМ2 – УОНИ – 13Н1 – БК – Ф – НД – МЕСТ 9466-
Е450 / 45 – 2 – Б40
 -75, МЕСТ 10051-75

Қолданылу саласы

600°С температураға дейін жоғары агрессивті ортада үйкеліс жағдайында жұмыс істейтін арматураға тығыздау беттерді балқытып қаптау.

Пісіру жіктердің орналасуы		Қаптама түрі
		негізді

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
4,0	120-140	-	-
5,0	150-180		

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

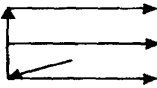
Көмір- тек	Крем- ний	Мар- ганец	Хром	Ни- кель	Молиб- ден	Азот	Кү- кірт	Фос- фор
Көп емес			30,0- 33,0	7,0- 9,0	1,8-2,4	0,3- 0,4	Көп емес	
0,12	1,0	1,0					0,030	0,030

Балқытып қапталған металдың механикалық қасиеттері
(ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Балқытып қапталған металдың қаттылығы, HRCэ
т/ө жоқ	+20	20,0-28,0
Жұмсарту 800°C, 5 сағат	+20	40,0-48,0

МЕСТ және УкрСЕПРО сертификаттары

Электрод Т- 590

$\text{Э} - 320\text{X}25\text{C}2\text{ГР} - \text{Т} - 590 - \text{Ø} - \text{НГ}$ МЕСТ 9466-75, МЕСТ 10051-75 Е750/61-1-П42		
Қолданылу саласы Интенсивті абразивті тозу жағдайында жұмыс істейтін болат және шойын бөлшектерді балқытып қаптау.		
Пісіру жіктердің орналасуы		Қаптама түрі
		басқа

Балқытып қаптаудың режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

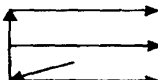
Диаметр, мм	Ток, А
4,0	120-160
5,0	160-200

Балқытып қапталған металдың механикалық қасиеттері
(ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау температурасы, °С	Балқытып қапталған металдың қаттылығы, НРСэ
т/ө жоқ	+20	58,0-64,0

9.5. Су астында пісіруге арналған электродтар

Электрод ЛКИ – 1П

$\frac{Э38 - ЛКИ - 1П - \emptyset - УД}{Е370 - П26}$ МЕСТ 9466-75, МЕСТ 9467-75 Қолданылу саласы Көміртекті болаттардан конструкцияларды "сулы" әдіспен қолмен доғалы пісіру.		
Пісіру жіктердің орналасуы		Қаптама түрі
		басқа

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	140-180	130-170	130-170
4,0	180-220	170-220	170-220
5,0	220-250	210-240	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец	Кремний	Күкірт	Фосфор
		Көп емес		
0,09	0,8	0,3	0,03	0,035

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

т/ө түрі	Сынау темпера- турасы, °С	Уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыш- тық шегі, МПа	Салыстыр- малы ұзару, %	Соққы тұтқыр- лық, Дж/см ²
т/ө жоқ	+20	390	Норма- лан- байды	8	80

9.6. Қолмен доға арқылы кесуге арналған электродтар

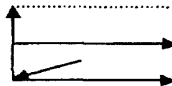
Электрод ЭЛЗ – Р – 1

ЭЛЗ – Р – 1 – Ø
ТЖ 1272 – 008 – 11142 306 – 96

Қолданылу саласы

Барлық маркалы көміртекті, тот баспайтын болаттар, шойындар және мыс қорытпалар сынықтарын қолмен доға арқылы кесу, литникті жүйелерді кесу, пісіру жіктердің ақауларын балқыту, металлконструкцияларды монтаждау және демонтаждау жұмыстары.

Кесудің орналасуы



Қаптама түрі – қышқылды

Кесу режимі

Ток бос жүрістің кернеуі ең кемінде 50В ток көзінен ауыспалы, құлау сипаттамалы ток көзінен кез келген полярлы тұрақты.

Диаметр, мм	Кесудің орналасуы	
	Төменгі	Горизонтальды, тік төменнен жоғары қарай
4,0	200-300	150-250
5,0	250-350	200-300

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы: *белгіленбейді.*

Жік металының механикалық қасиеттері: *белгіленбейді.*

Қосымша ақпарат:

а) электродтар шығыны — 0,6-0,7 кг/кг балқытылған металға;

б) кесу өнімділігі (кг/сағат), ең кемінде:

Ø - 04,0 - 7

Ø - 05,0 - 12

9.7. Шойынды пісіруге арналған электродтар

Электрод ЦЧ - 4

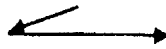
ЦЧ - 4 - Ø

ТЖ - 14 - 4831 - 77

Қолданылу саласы

Шар тәрізді графитті аса берік шойыннан конструкцияларды, пластинкалы графитті сұр шойыннан және болатпен қосып конструкцияларды суықтай пісіру. Шойын құймалардың ақауларын пісіру.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – басқа

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	65-80	-	-
4,0	90-120	-	-
5,0	130-150	-	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Көміртек	Марганец, көп емес	Кремний	Ванадий	Күкірт	Фосфор
0,25	2,5	0,8	8,5-10,5	Көп емес	
				0,04	0,07

Жік металының механикалық қасиеттері

т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Балқытып қапталған металдың қаттылығы (кестелік), НВ
т/ө жоқ	+20	көп емес
		220

Ерекше қасиеттері: Әр қабатты 60°C температурада ауада суыта пісіруді ұзындығы 25-35 мм шағын бөліктермен жүргізу қажет. Сокқыш және аса берік шойынды пісіруде ұзындықты 80-100 мм-ге дейін көбейтуге болады.

9.8. Түсті металдар мен қорытпаларды пісіруге және балқытып қаптауға арналған электродтар

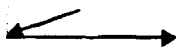
Электрод ЛПИ-73

ЛПИ - 73- Ø - С
ТЖ 1273- 002 – 11142306 - 95

Қолданылу саласы

БрАЖНМц 9- 4- 4-1, БрАЖНМц 8.5- 4- 5-1.5 және сәйкес келетін маркалы қолаларды қолмен доғалы пісіру, модифицирленген шойыннан бөлшектердің майда ақауларын жөндеу.

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – арнайы

Пісіру режимі

Ток бос жүрістің кернеуі 70+10В ток көзінен кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
4,0	120-160	-	-
5,0	160-200		

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы, %

Электродты сырықтың сым маркасы	Алюминий, ең кемінде	Кремний, көп емес
БрАМц 9-2	7,2	0,5
БрАЖНМц 8,5-4-5-1,5	7,0	0,5

Жік металының механикалық қасиеттері (ең кемінде)

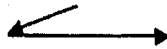
Электродты сырықтың сым маркасы	т/ө түрі	Сынау температурасы, °C	Үзілуге уақыт аралығындағы қарсыласу, МПа	Аққыштық шегі, МПа	Салыстырмалы ұзару, %
БрАМц 9-2	т/ жоқ	+20	400	180	16
БрАЖНМц 8.5-4-5-1,5	т/ө жоқ	+20	550	220	12

Электрод КОМСОМОЛЕЦ - 100

Қолданылу саласы

Мыс және мыс қорытпаларын пісіру

Пісіру жіктердің орналасуы



Қаптама түрі – басқа

Пісіру режимі

Ток кері полярлы, тұрақты

Диаметр, мм	Жіктердің орналасуы		
	Төменгі	Тік	Төбелік
3,0	90-110	-	-
4,0	120-140	-	-
5,0	170-190	-	-

Балқытып қапталған металдың химиялық құрамы: *белгіленбейді.*

Жік металының механикалық қасиеттері: *белгіленбейді.*

10. ЭЛЕКТРОДТЫҢ НАҚТЫ МАРКАСЫНЫҢ ПАСПОРТЫНА ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР

1. Егер нақты маркалы электродтың техникалық жағдайлары жоқ немесе оларда паспортқа енгізілетін барлық талаптар мен мәліметте жоқ болғанда нақты маркалы электродқа паспортты дайындау қажет.

2. Паспортты дайындап бекітетін нақты маркалы электродты дайындаушы мекеме (кәсіпорын).

3. Паспорт нақты маркалы электродты дайындаушы мекеме (кәсіпорын) кіретін министрліктің басты мекемемен және өндірістік жағдайда бірінші болып осы электродты жасап шығаратын кәсіпорынмен келісілу керек.

2 – және 3 – топты электродтарды жасап шығаруын қарастыратын паспорт қосымша түрде осы электродты шығаратын басқа да кәсіпорындармен келісілу керек. Қосымша келісуді тұтынушы немесе нақты маркалы электродты дайындаушы мекеме (кәсіпорын) жүргізеді.

4. Электродтың әр маркасының паспортына стандарттардың талаптары және осы маркалы электродқа тиісті басқа да қажетті мәліметтер мен талаптар кіру керек. Стандартталған типті электродтардың паспортында МЕСТ 9467-75, МЕСТ 10051-75 немесе МЕСТ 10052-75 талаптары ескерілу керек.

5. Паспорттарда келесі негізгі талаптар мен мәліметтер болу керек: дайындаушы мекемемен (кәсіпорын) электродқа берілген марка;

МЕСТ 9467-75, МЕСТ 10051-75 немесе МЕСТ 10052-75 бойынша электродтың типі (МЕСТ 9467-75, МЕСТ 10051-75 немесе МЕСТ 10052-75 бойынша типтерге жатпайтын электродтардың паспорттарында тип белгіленбейді);

электродтардың тағайындалуы (пісірілетін болаттардың маркалары мен балқытып қапталған қабаттардың немесе пісіру жалғастардың пайдаланылу жағдайлары көрсетілу керек);

қаптама диаметрінің электрод диаметріне $\frac{D}{d}$ орташа қатынасы (классификацияның 5 пунктіне сәйкес қаптама қалыңдығы көрсетілу қажет);

Шығарылатын электродтардың сапа тобы (2 және 3 – топты электродтарды жасап шығарушы кәсіпорындарды анықтау керек); қаптама түрі; кеңістікте пісірудің немесе балқытып қаптаудың мүмкінді бағыттары; пісіруде немесе балқытып қаптауда қолданылатын токтың тегі; тек тұрақты токпен пісіруге немесе балқытып қаптауға арналған электрод паспортында – тұрақты токтың ұсынылған полярлығы; тұрақты және ауыспалы токпен пісіруге немесе балқытып қаптауға арналған электродтардың паспортында – 50 Гц жиілікті ауыспалы токты пісіру доғаның қоректендіру көзінің тұрақты токтың ұсынылған полярлығы мен бос жүрістің номиналды кернеуі; шығарылатын электродтардың өлшемдері (d және L); электрод сырығының сым маркасы (сымның стандарты немесе техникалық жағдайлары көрсетілу керек); қаптама құрамы (компоненттердің маркалары мен аталуы, компоненттерді стандарттары немесе техникалық жағдайлары, сұйық шынының тығыздығы, тұтқырлығы және модулі немесе басқа байланыстырғыштың тиісті қасиеттері көрсетілу керек); барлық шығарылатын электродтар үшін қаптама массасының коэффициенті, диаметрі (D) және калибрлейтін төлкелердің диаметрлері; кептіру және қыздыру режимдері; аса қалың қаптамалы электродтар паспортында – қаптаманың беріктігін тексеру кезінде еркін құлаудың биіктігі; электродтардағы кептіруден немесе қыздырудан кейін және пайдаланылу алдындағы ылғалдың мүмкінді мөлшері; аралас түрлі, II түрлі және құрамында целлюлоза бар А және Б түрлі қаптамалы электродтар паспортында – қаптамадағы ылғалдың мөлшерін тексеру кезінде тұрақты массаға дейін жеткізу температурасы; пайдаланылу алдында қаптамадағы ылғалдың мөлшері шектен тыс жоғары болған жағдайда, электродтарды қайта қыздыру температурасы;

электродтардың пісіру – технологиялық қасиеттерін тексеру кезінде қолданылатын тілкемдер болаттарының маркалары (көміртекті, аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге немесе бірнеше маркалы аз легіріленген, легіріленген жоғары легіріленген болаттарды пісіруге немесе табақты прокат дайындалмайтын болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – табақшалы болаттың стандарт-тың немесе техникалық жағдайдың нөмірі); жік металының механикалық қасиеттерін тексеру кезінде қолданылатын тілкемдер мен төсеніш болаттарының маркалары (көміртекті, аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге немесе бірнеше маркалы аз легіріленген, легіріленген жоғары легіріленген болаттарды пісіруге немесе табақты прокат дайындалмай-тын болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – табақшалы болаттың стандарттың немесе техникалық жағдайдың нөмірі);

Диаметрі 3 мм-ден кем электродпен орындалған пісіру жалғастың механикалық қасиеттерін тексеру кезінде қолданылатын тілкемдер болаттарының маркалары (көміртекті, аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге немесе бірнеше маркалы аз легіріленген, легіріленген жоғары легіріленген болаттарды пісіруге немесе табақты прокат дайындалмайтын болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында табақшалы болаттың стандарттың немесе техникалық жағдайдың нөмірі); электродтардың пісіру – технологиялық қасиеттерін тексеру кезінде біржақты таврлы үлгіні пісірудің кеңістіктегі бағыттары; пісіру немесе балқытып қаптауда металды алдын ала немесе серіктес қыздырудың қажеттілігі және режимдері; барлық шығарылатын электродтармен кеңістікте барлық мүмкінді бағыттарда пісіруде немесе балқытып қаптауда токтың ұсынылған шамалары; доғадағы кернеуі; арнайы қасиеттері бар қабаттарды балқытып қаптауға арналған электродтар паспортында – балқытып қапталған металдағы сызаттардың, жарықтардың, кеуектердің және газды және қожды қоспалардың өлшемдері мен мөлшері және олардың пайда болу мүмкіндігі; балқытып қапталған металда

көміртектің мөлшері белгілі мөлшерде болуын қамтамасыз ететін электродтар паспортында – көміртектің мөлшері 0,04%-тен кем болған балқытып қапталған металдан үлгіні таңдап алу бойынша қосымша нұсқаулар; балқытып қапталған металдың химиялық құрамы (әр элемент мөлшерінің шектері көрсетілу керек); механикалық сынаулардың алдында жік металының, балқытып қапталған металының және пісіру жалғасының термиялық өндеудің түрі мен режимдері және оның қажеттілігі; пісіруге арналған барлық электродтар паспортында МЕСТ 6996 – 66 бойынша жік металын және балқытып қапталған металды соққы бұрауға (соққы тұтқырлыққа) сынауда дайындалатын үлгілердің типтері (VI немесе IX) қалыпты температурада жік металының, балқытып қапталған металдың және пісіру жалғастың механикалық қасиеттерінің шекті шамалары, соның ішінде: болаттарды пісіруге арналған барлық электродтар паспортында – жік металы немесе балқытып қапталған металдың уақыт аралығында үзілуге қарсыласу шамасы, аққыштық шегі, салыстырмалы ұзаруы және соққы тұтқырлығы, уақыт аралығында үзілуге қарсыласу шамасы 600Мпа-дан төмен көміртекті және аз легіріленген конструкциялық болаттарды пісіруге арналған электродтар паспортында – диаметрі 3 мм-ден кем электродпен орындалған пісіру жалғастың уақыт аралығында үзілуге қарсыласу шамасы және майысу бұрышы, арнайы қасиеттері бар қабаттарды балқытып қаптауға арналған электродтар үшін – балқытып қапталған металдың қаттылықтары; белгілі топты электродтарды шығаруын қарастыратын паспорттарда – 2 және 3 топты электродтарға ерекше талаптар; қабылдау – тапсыру сипаттамалардың тізімі; балқытып қаптау коэффициенті; балқытып қапталған металдың 1 кг-на электродтардың шығыны; шығындалатын электродтардың 1 кг-на ең зиянды заттардың жалпы бөлінуі (г); МЕСТ 9467-75, МЕСТ 10051-75 және МЕСТ 10052-75 бойынша жік металының және балқытып қапталған металдың сипаттамаларын белгілейтін индекстер топтарын құрауға қажетті мәліметтер, соның ішінде: көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған

электродтар паспорттарында – жік металының және балқытып қапталған металдың соққы тұтқырлығы (МЕСТ 6996–66 бойынша IX типті үлгілерді сынағанда) ең кемінде 35 Мпа болатын минимальды температурасы; легірленген жылуға төзімді және жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – жұмыс температуралары. Олар үшін жік металының және балқытып қапталған металдың ұзақ уақытты беріктігінің көрсеткіштері белгіленген болу керек (сол көрсеткіштердің минимальды шамалары көрсетілу қажет); жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – жік металының және балқытып қапталған металдың коррозияға қарсы тұрақтылығының сипаттамалары (МЕСТ 6032–89 бойынша кристаллит арасындағы коррозияға сынау әдісі көрсетілу қажет); жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – ыстыққа төзімді болаттарды пісіруде электродтардың қолданылуына рұқсат етілетін пісіру жалғастардың максимальды жұмыс температурасы; балқытып қапталған металдың аустенитті – ферритті структурасын қамтамасыздандыратын электродтар паспорттарында – балқытып қапталған металда ферритті фазаның шекті мөлшері.

Ескертулер.

1. Пісірілетін болаттардың маркаларына немесе балқытып қапталған қабаттардың және пісіру жалғастардың пайдаланылу жағдайларына байланысты электрод қаптамасындағы қолданылу алдында ылғалдың мүмкінді мөлшері өзгертілуі мүмкін (егер электродтар бірнеше маркалы болаттарды пісіруге арналған).

2. Қабылдау – тапсыру сипаттамаларына енгізілмеген паспорттың талаптары факультативті болып есептелінеді.

3. Электродтардың тағайындалуына, спецификасына және диаметріне байланысты негізгі талаптар мен 5 пункттің мәліметтерінен басқа паспорттарда қосымша түрде келесілер қарастырылуы қажет: пісіру кратерлерді тегістеу қажеттілігі; тұтынушының келісуімен, бір маркалы сымнан тұратын, бір

диаметрлі, тағайындалуы бірдей, беттері бір типті және металдарының химиялық құрамы жақын болатын екі не бірнеше партиялардың легірленген немесе жоғары легірленген сырықтарды қолданылып, электродтар партиясын жасап шығарудың мүмкіндігі (қолданылатын балқымалардың сым металындағы әр негізгі элементтердің нақты мөлшерінің мүмкінді айырмашылығы көрсетілу қажет); қолданылатын құбырлардың болат маркасын және құбырларға стандартты немесе техникалық жағдайларды көрсете біржақты пісірілген таврлы үлгінің орнына құбырлы пісірілген түйіспелі үлгіні орындау қажеттілігі (құбырлардың болат маркасы, стандарттың немесе техникалық жағдайлардың белгіленуі тек көміртекті немесе аз легірленген болаттарды пісіруге немесе аз легірленген, легірленген, жоғары легірленген және жоғары легірленген болаттардың бірнеше маркаларын болаттарды пісіруге немесе құбырлар дайындалмайтын болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында ғана көрсетіледі); пісіру жіктердің жарықтардың пайда болуына бейімделуін тексеру үшін қатандығы жоғары болатын үлгіні орындау қажеттілігі (екі жақты пісірілген таврлы үлгіні орындау орнына); екі жақты пісірілген таврлы үлгіде электродтардың пісіру – технологиялық қасиеттерін тексермей пісіру жікте жарықтардың пайда болуына бейімделуінің жоқ болуын қамтамасыздандыру мүмкіндігі; балқытып қапталған металдың орташа қаттылығы $HRC > 42$ қамтамасыз ететін электродтар паспорттында – электродтардың пісіру – технологиялық қасиеттерін тексеру кезінде екі не үш қабатты балқытып қапталған үлгіні және балқытып қапталған металдың химиялық құрамын тексергенде бес қабатты балқытып қапталған үлгіні орындау мүмкіндігі; бір жақты таврлы үлгілерді бірнеше жүріс арқылы пісірудің қажеттілігі (тексерілетін электродтар диаметріне байланысты жүріс санымен жік катетінің өлшемдері көрсетілу керек);

егер термиялық өңдеу балқытып қапталған металдың орташа қаттылығының $HRC > 42$ дейін төмендеуін қамтамасыз ете алмайтын жағдайда арнайы қасиеттері бар қабаттарды

балқытып қаптауға арналған электродтар паспорттарында – балқытып қапталған металдың химиялық құрамының сапалы анализінің орнына спектральды анализбен ауыстыру қажеттілігі (тексерілетін легірлеуші элементтердің бар не жоқ болуы немесе олардың шамалы мөлшері көрсетілу қажет); пісірудің немесе балқытып қаптаудың ерекше жағдайлары (орындалатын валиктердің ені, олардың суыту жағдайлары т.б.); легірленген және жоғары легірленген болаттарды пісіруге арналған электродтар паспорттарында – диаметрі 3 мм-ден кем электродтарды бақылауда жік металының механикалық қасиеттерін тексеруді пісіру жалғастың механикалық қасиеттерін тексерумен алмастыру мүмкіндігі (тексеруде қолданылатын тілкемдер болаттардың маркалары, табактың стандарты немесе техникалық жағдайларының белгіленуі, пісіру жалғастың уақыт аралығында үзілуге қарсыласуының шекті шамасы мен майысу бұрышы және де пісірілетін тілкемдердің қалыңдығын 2 мм-ге дейін кеміту мүмкіндігі көрсетілу керек); пісіру жалғастың механикалық қасиеттерін тексеруде МЕСТ 6996-66 бойынша XXVI типті үлгіде статикалық майысуға және XXIV типті үлгіде созуға сынауларды жүргізуге мүмкіндігі; жік металының, балқытып қапталған металдың және пісіру жалғастардың механикалық қасиеттерін тексеруде ерекше жағдайлары; созуға және статикалық майысуға сынауда үлгілерді (немесе дайындаманы) алдын ала электрлік пеште немесе қайнаған суда ұстаудың қажеттілігі; балқытып қапталған металдың аустенитті – ферритті структурасын қамтамасыздандыратын электродтар паспорттарында – балқытып қапталған металда (оның химиялық құрамына қойылатын талаптарды сақтай отырып) ферритті фазаның белгіленген мөлшерін қамтамасыз ету үшін қаптаманың құрамын мүмкінді реттеу; жоғары немесе төмен температураларда жік металынан, балқытып қапталған металдың және пісіру жалғастың механикалық қасиеттерін тексеру қажеттілігі; балқытып қапталған металдың немесе жік металының арнайы қасиеттері (ескіруге сезімталдығы, қызуға төзімділік көрсеткіштері т.б.); басқа арнайы талаптар;

электродтардың арнайы қабылдау – тапсыру сипаттамаларын тексеруде қажетті, бірақ 5 пунктте көрсетілмеген сынау әдістері (сәйкес келетін пробалар мен үлгілердің қалыпы, өлшемдері және саны көрсетілу керек).

Бақылау сұрақтары.

1. Электродтардың паспортын кім дайындау керек?
2. Қандай сипаттамалар паспортта негізгі болып саналады?
3. Қандай сипаттамалар паспортта факультативті болып саналады?
4. Стандартталған типті электродтардың паспорттыңда қандай стандарттардың талаптары ескерілу керек?

11. ХАЛЫҚАРАЛЫҚ СТАНДАРТ (ISO) БОЙЫНША ЭЛЕКТРОДТАРДЫҢ БЕЛГІЛЕНУІ

Стандарттау жөнінде ұлттық мекемелер бірлестігі стандарттау жөнінде Халықаралық мекемені құрайды (ISO). Халықаралық стандарттарды жасау жұмыстары ISO-ның техникалық комитеттерімен жүргізіледі.

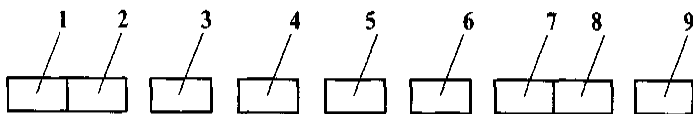
Қолмен доғалы пісіруге арналған электродтардың шартты белгіленуін анықтайтын Халықаралық стандарттар ISO 2560-73, 3580-75, 3581-76 келесі мемлекеттермен қабылданды: Австрия, ЕАР, Бельгия, Ұлыбритания, Израиль, Үндістан, Ирландия, Испания, Нидерланды, Жаңа Зеландия, Норвегия, Румыния, ҚСРО, АҚШ, Тайланд, Түркия, Финляндия, Франция, ФРГ Чехословакия, Швейцария, Швеция, Оңтүстік Корея, Жапония. Қолмен доғалы пісіруге немесе балқытып қаптауға арналған электродтардың шартты белгіленуі келесі стандарттармен анықталады.

ISO 2560-73 "Аз көміртекті және аз легіріленген болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған электродтар.

Шартты белгілену жүйесі". Осы стандарт қаптама құрамына және пісіру жік металының сипаттамаларына байланысты электродтардың шартты белгілену жүйесін қарастырады.

Қалыпты беріктігі 490-нан 590 Н/мм² дейінгі аз легіріленген және беріктігі қалыпты аз көміртекті болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған электродтарға жарамды. ISO 3580-75 "Жылуға төзімді болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған электродтары.

Шартты белгілену жүйесі". ISO 3581-76. "Коррозияға төзімді және басқа да жоғары легіріленген болаттарды қолмен доғалы пісіруге арналған электродтар. Шартты белгілену жүйесі".



8-сурет. ISO 3580-75 бойынша электродтың шартты белгіленуінің структурасы

Электродтың шартты белгіленуінің структурасына келесі позициялар енгізілген:

1 – қарастырылған бұйымды сипаттайтын жалпы белгіленуі. Қолмен доғалы пісіруге арналған электродтарды белгілейтін негізгі символ **E** – әріпі (белгіленудің алдында қойылады).

2 – электродты материал құрамы бойынша сипаттайтын белгі.

Белгіленуінің екінші бөлігіне электродты химиялық құрамы мен механикалық қасиеттері бойынша сипаттайтын белгілердің символдары жатады.

Аз көміртекті және аз легіріленген болаттар үшін бұл позицияда химиялық құрамы қарастырылмайды. Белгіленуді пісіру жік металының тартылуға беріктік шегіне байланысты жүргізеді. Тартылуға беріктік шегіне байланысты электродтар үшін екі класс тағайындалған:

1 класс – a_v 430-дан 510 Н/мм² дейін – "43" индексмен белгіленеді;

2 класс – a_v 510-нан 610 Н/мм² дейін – "51" индексмен белгіленеді.

Пісіруде және сынауларда әртүрлі ауытқулар пайда болуына байланысты 510 мен 610 Н/мм² жоғарғы шектері 40 Н/мм² асуға болады.

Коррозияға төзімді, ыстыққа берік және жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған электродтар осы позицияда химиялық құрамы бойынша белгіленеді. Жылуға төзімді болаттарды пісіруге арналған электродтар белгіленуінде ISO 3580-75 бойынша бірінші цифр балқытып қапталған металдағы хром мөлшерін анықтайды, сосын басқа легірлеуші элементтер көрсетіледі.

ISO 3580 -75 бойынша электродтардың белгіленуі

Электрод коды	Легірлеуші элементтердің мөлшері, %					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Басқа
1	2	3	4	5	6	7
Mo	max 0,12	0,8	1,5		0,4 - 0,7	
0,5CrMo	max 0,12	0,8	1,5	0,3 - 0,8	0,4 - 0,7	
0,5CrMoV	max 0,12	0,8	1,5	0,3 - 0,6	0,8 - 1,2	V 0,25 - 0,6
1 CrMo	max 0,12	0,8	1,5	0,8 - 1,5	0,4 - 0,7	
1 CrMoV	max 0,12	0,8	1,5	0,9 - 1,3	0,1 - 0,7	V 0,1 - 0,35
2 CrMo	max 0,12	0,9	1,5	2,0 - 2,6	0,9 - 1,3	
5 CrMo	max 0,12	0,9	1,5	4,0 - 6,0	0,4 - 0,7	
5 CrMoV	max 0,12	0,9	1,5	4,0 - 6,0	0,4 - 0,7	V 0,1 - 0,35
9 CrMo	max 0,12	0,9	1,5	8,0 - 10,0	0,9 - 1,2	
12 CrMoV	0,15-0,22	0,8	1,5	11,0- 13,0	0,8 - 1,2	V 0,2 - 0,4; W 0,4- 0,6

Коррозияға төзімді және ыстыққа берік болаттарды пісіруге арналған электродтар белгіленуінде ISO3581-76 бойынша бірінші цифр балқытып қапталған металдағы хромның мөлшерін анықтайды, сосын нүкте қойылады.

Келесі цифр никель мөлшерін анықтайды, сосын нүктеден кейін молибденнің мөлшері көрсетіледі. Одан кейін басқа легірлеуші элементтерді белгіленуі көрсетіледі.

28-кесте
ISO 3581-76 бойынша электродтардың белгіленуі

Электрод коды	Легірілеуші элементтердің мөлшері, %				
	C max	Cr	Ni	Mo	Басқа элементтер
1	2	3	4	5	6
13	0,12	11,0 - 14,0	-	1,0 MAX	
13.1	0,07	12,0 - 15,0	0,8 - 1,5		
13.4	0,07	12,0 - 15,0	3,0 - 5,0		
17	0,10	15,0 - 18,0	-		
17.0.1	0,25	15,0 - 18,0	-	1,0 - 1,5	
30	0,10	27,0 - 30,0	-		
19.9	0,08	18,0 - 21,0	8,0 - 11,0		
19.9 L	0,04	18,0 - 21,0	8,0 - 11,0		
19.9 Nb	0,08	18,0 - 21,0	8,0 - 11,0	-	Nb ^I
19.9 L Nb	0,04	18,0 - 21,0	8,0 - 11,0	-	Nb ^I
19.12.2	0,08	17,0 - 20,0	11,0 - 14,0	2,0 - 2,5	
19.12.2 L	0,04	17,0 - 20,0	11,0 - 14,0	2,0 - 2,5	
19.12.2 Nb	0,08	17,0 - 20,0	11,0 - 14,0	2,0 - 2,5	Nb ^I
19.12.3	0,08	17,0 - 20,0	10,0 - 14,0	2,5 - 3,5	
19.12.3 L	0,04	17,0 - 20,0	10,0 - 14,0	2,5 - 3,5	
19.12.4	0,08	17,0 - 21,0	11,0 - 15,0	3,5 - 5,5	
19.12.4 L	0,04	17,0 - 21,0	11,0 - 15,0	3,5 - 5,5	
19.12.4 Nb	0,08	17,0 - 21,0	11,0 - 15,0	3,5 - 5,5	Nb ^I
22.12	0,15	20,0 - 23,0	10,0 - 13,0	-	
23.12	0,15	22,0 - 26,0	11,0 - 15,0	-	
23.12 L	0,04	22,0 - 26,0	11,0 - 15,0	-	
23.12 Nb	0,12	22,0 - 25,0	11,0 - 15,0	-	Nb ^I
23.12 W	0,20	22,0 - 25,0	11,0 - 15,0	-	W = 2,0-4,0

28-кестенің жалғасы

23.12.2	0,12	22,0 - 25,0	11,0 - 15,0	2,0 - 3,0	
16.8.2.	0,10	14,5 - 16,5	7,5 - 9,5	1,0 - 2,0	
17.8.2	0,10	16,5 - 18,5	8,0 - 9,5	1,5 - 2,5	
18.8 Mn	0,20	17,0 - 20,0	7,0 - 10,0	-	Mn = 5,0-8,0
18.15.3 L	0,04	16,5 - 19,5	13,0 - 16,0	2,5 - 3,5	
25.20	0,20	24,0 - 28,0	18,0 - 22,0	-	
25.20 L	0,04	24,0 - 28,0	18,0 - 22,0	-	
25.20 Nb	0,12	24,0 - 28,0	18,0 - 22,0	-	Nb ¹
25.20.2	0,12	25,0 - 28,0	20,0 - 22,0	2,0 - 3,0	
25.16 C Mn	0,25	23,0 - 26,0	14,5 - 17,0	-	Mn = 5,0-8,0

¹ Nb = min 8C, max 1,2%. Nb-дың бір бөлігі Та-мен ауыстырылуы мүмкін.

3 – белгілі механикалық қасиеттерді сипаттайтын белгілер.

Аз көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтардың әр класына созуға беріктік шегі бойынша соққы тұтқырлық пен салыстырмалы ұзару көрсеткіштерінің негізінде индекстер тобы белгіленген. Соққы тұтқырлықтың көрсеткіштері V – тәрізді кескіні бар үлгіні Шарпи әдісімен сынау арқылы анықталады.

Топтардың кодировкасы және оларға сәйкес механикалық қасиеттері

Электрод- тың белгіленуі	Созу кезінде беріктік шегі, Н/мм ²	L=5d жағдайда минималды салыстырмалы ұзару, %	28 Дж соққыға қарсыласудың минималды шамасы болатын температура, °C
430	430 - 510	-	-
431	430 - 510	20	+ 20
432	430 - 510	22	0
433	430 - 510	24	- 20
434	430 - 510	24	- 30
435	430 - 510	24	- 40
510	510 - 610	-	-
511	510 - 610	18	+ 20
512	510 - 610	18	0
513	510 - 610	20	- 20
514	510 - 610	20	- 30
515	510 - 610	20	- 40

4 – қаптама түрін сипаттайтын белгі.

Қаптама түрі шартты түрде әріптермен белгіленеді.

A – қышқылды қаптама

Қышқылды қаптамалы электродтардың қаптама қалыңдығы орташа немесе қалың болады және қаптама Fe, Mn, Si тотықтардан тұратын қожды құрайды. Металлургиялық көзқарастан осы қаптамалар қышқылды болады.

Қаптамада ферромарганецтің немесе басқа қышқылдандырғыштың мөлшері жеткілікті түрде жоғары болады.

Әдетте осы типті электродтың балқу жылдамдығы жоғары және токтың күші жоғары болған жағдайда қолданылуы мүмкін.

Балқуы жақсы болуы мүмкін, әсіресе қаптама қалың болған жағдайда.

Осы электродтардың қолданылуы пісірудің төменгі бағытында ең қолайлы болып саналады, бірақ оларды пісірудің басқа да бағыттарында қолдануға болады.

Осындай электродтармен пісіруді тұрақты немесе ауыспалы токта жүргізуге болады, бірақ негізгі металдың пісірілу қабілеті жоғары болу керек, әйтпесе ыстықтай жарықтар пайда болуы мүмкін.

Ыстықтай жарықтардың пайда болуына бейімделуі горизонтальды, тік немесе тік бұрыштама пісіру жіктерді орындау кезінде байқалады, егер көміртектің мөлшері 0,24%-тен асқанда (тыныш болаттың сезімталдығы қайнау болаттан жоғары) және күкірттің мөлшері тыныш болаттарда 0,05%-тен, ал қайнау болаттарда 0,06%-тен асқанда.

AR – қышқылды – рутил қаптамасы

Әдетте, осы қаптама типті электродтардың қаптамасы қалың болады, А типке сәйкес болатын қожды құрайды. Осындай электродтың қасиеттері қышқылды қаптамалы электродтың қасиеттеріне ұқсас, айырмашылығы тек қышқылды – рутил қаптамада титанның тотығы 35%-ке дейін болады.

B – негізді қаптама

Негізді қаптамалы электродтарда кальцийдің немесе басқа негізді карбонаттардың және флюориттердің мөлшері жоғары болады, сондықтан металлургиялық жағынан осы қаптамалар негізді сипатты болады.

Қалың қаптамадан оңай бөлінетін тығыз қож пайда болады. Қож қоспалардың пайда болу ықтималдығы өте төмен, өйткені осындай типті электродтар балку тереңдігін орташа болуын камтиды және пісіруді барлық бағыттарда жүргізуге болады.

Пісіруді тура полярлы тұрақты токта жиі жүргізеді. Пісіру жік металының ыстықтай және суықтай жарықтардың пайда болуына тұрақтылығы жоғары болғандықтан, осы электродтар

аз көміртекті болаттардан қалың қабатты профильдерді және қатаң конструкцияларды пісіруге қолайлы.

Сонымен қатар, осы электродтармен, көміртек пен күкірттің мөлшері (пісірілу қабілеті жоғары болатын аз көміртекті болаттармен салыстырғанда) жоғары болатын, аз легіріленген болаттарды пісіруге болады.

Осы топқа кірген электродтардың қаптамасында ылғалдың мөлшері 0,6%-тен аспау керек.

С – целлюлозалы қаптама

Қаптамада жанатын органикалық заттардың мөлшері жоғары, сондықтан пайда болатын қождың мөлшері шағын. Осы типті электрод доғаны балқыту қабілеті мен балку жылдамдығы жоғары болуымен сипатталаынады.

Металдың шашырауынан шығындары мол болып, пісіру жіктің беті тегіс болмайды. Әдетте, осы электродтар пісірудің барлық бағыттарында қолданылады.

О – тотықты қаптама

Электродтар қалың қаптамалы болып, құрамын негізінде темір мен марганец тотықтары құрайды (кейде марганец тотығы болмайды). Қаптама тотықтандырғыш қождың пайда болуын қамтиды, сондықтан пісіру жік металл құрамында көміртек пен марганецтің мөлшері өте аз. Электродтардың балкуы нашар болғандықтан, олар тек шағын пісіру жікті орындау қажеттілігі ғана болғанда қолданылады.

Әдетте, олардың қолданылуы горизонтальды немесе тік бұрыштама жіктерді пісірумен және бұрыштама жіктерді "қайықшаға" пісірумен шектелген. Осы электродтар, негізінде, пісіру жіктің механикалық беріктігі емес, сыртқы көрінісі маңызды болған жағдайда ғана қолданылады.

R және RR – рутил қаптамалары

Қаптамада рутилдің немесе титан тотығынан алынған компоненттердің мөлшері жоғары болады (массасы бойынша 50%-ке дейін).

R – қаптаманың қалыңдығы орташа болады. Осы қаптамада целлюлоза болуы мүмкін, мөлшері 15%-тен аспайды. Электродтар пісіруді тік және төбелік бағыттарда жүргізгенде қолданылады.

RR – қаптаманың қалыңдығы қалың немесе аса қалың болады. Целлюлозаның мөлшері 5%-ке дейін болуы мүмкін. Осы электродтармен пісіруді жүргізгенде, негізгі металдың ыстықтай жарықтардың пайда болуына сезімталдығы төмен болады. Пісіру жіктің орындалуында қалыңдығы едәуір аз болады.

S – басқа қаптамалар

Аралас қаптамалар қосымша жақшада екінші символ көрсетілу арқылы белгіленеді.

Міндетті емес белгілер

5 – балқытып қапталған металл массасының шығындалған электрод материалының массасына қатынасы.

Осы қатынас шартты түрде цифрлармен белгіленеді. Сонда келесі символдар қолданылады: 110, 120, 130, 140 және т.б. 110 -нан төмен қатынастар үшін ешқандай символдар қолданылмайды.

6 – пісіру кезінде бағыттар (жіктердің). Пісіруде белгілі электрод үшін ұсынылған бағыттар цифрмен белгіленеді:

- 1 – барлық бағыттар;
- 2 – жоғарыдан төмен тік бағыттан басқа барлық бағыттар;
- 3 – төменгі түйіспелі жік, қалыпты бұрыштама жік, тік және горизонтальды беттер арасындағы бұрыштама жік;
- 4 – төменгі түйіспелі жік, төменгі "қайықшаға";

5 – 3 цифрмен белгіленген бағыттар. Тік және төменгі бағыттарға ұсынылады.

7 – пісіру токтың тегі мен полярлығы және бос жүрістің кернеуі.

Пісіру токтың тегі мен полярлығы және бос жүрістің кернеуі, пісіру жабдықтардың доғасының тұрақсыз жануына немесе үзілуіне жол бермеу сипаттамаларына сәйкес, бір мағыналы санмен белгіленеді.

30-кестеде келтірілген мәлімет диаметрлері 2,5 мм-ге тең не одан жоғары болатын электродтарға жатады.

30-кесте

Пісіру токтың тегі мен полярлығы және бос жүрістің кернеуі

Белгіленуі	Тұрақты ток. Ұсынылған полярлығы	Ауыспалы ток. Бос жүрістің номиналды кернеуі, В
1	2	3
0*	Тура	
1	Тура немесе кері	50
2	Кері	50
3	Тура	50
4	Тура немесе кері	70
5	Кері	70
6	Тура	70
7	Тура немесе кері	90
8	Кері	90
9	Тура	90

Егер кіші диаметрлі электродтар қолданылса, кернеудің жоғары мөлшерде болу қажеттілігі пайда болуы мүмкін.

8 – диффузияланған сутектің мөлшері.

(Н) қосымша символ арқылы сутектің мөлшері белгілі талаптарға сай болуын көрсетеді. Бұл шарттар сутектің максимальды мөлшерімен байланысты (сутектің мөлшері 100 г балқытып қапталған металда 15 мл-ден аспау керек).

9 – арнайы сипаттамалардың белгілері.

X – символ арқылы қалыпты көрсеткіштерден ауытқуы бар электрод белгіленеді. 19.9 – типті электродпен балқытып қапталған аустенитті металда ферриттің мөлшері 5-тен 10%-ке дейін қалыпты болып саналады. Арнайы жағдайларда таза аустенит қажет болуы мүмкін.

Сонда электрод **X** – символымен белгіленеді.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. Общетехнический справочник. Под общ. ред. Е.А. Скороходова. – 4-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1990. Т 1. – С. 60–74, Т 2. – С. 36–59.
2. *Нысанбай F.* Металдарды пісіру және кесу: Оқулық. – Алматы: ҚазҰТУ, 2001. – 50–67 б.
3. *Файбищенко В.К.* Металлические конструкции. Учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1984. – С. 9–21.
4. *Хорн Ф.* Атлас структур сварных соединений. /Пер.с нем.– М.:Металлургия, 1977.– С. 25–30.
5. Сварка в машиностроении. Справочник в 4-х томах. – М.: Машиностроение, 1978–1979.
6. Электроды сварочные. – Каталог. С-Пб.: АО «Электродный завод», 1998. – С. 318–443.
7. *Петров Г.Л.* Сварочные материалы. – Л.: Машиностроение, 1972.
8. Краткий справочник физико-химических величин. – Л.: Химия, 1983.
9. Краткий справочник по химии. – Киев: Наукова думка, 1974.
10. *Френкель Я.И.* Введение в теорию металлов. – Л.: Наука, 1972.
11. Справочник по пайке. – М.: Машиностроение, 1975.
12. Государственные стандарты СССР. Сб. Сварка, пайка и термическая резка металлов. Ч. I, II, III, IV. – М.: Изд. стандартов, 1976–1978.
13. Государственные стандарты. Указатель 2002. – М.: ИПК. Изд. стандартов, 2002.
14. Электроды для ручной дуговой сварки. Международный транслятор-справочник. – М.: Машиностроение, 2000.
15. Справочник по сварочным работам. – М.: НПО ОБТ, 2002.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
1. Пісіру материалдары.....	4
1.1 Пісіру материалдардың тағайындалуы.....	4
2. Пісіру сымдары, электрод сырықтары және шыбықтары, ұнтақты сымдар, балқымайтын электродтары.....	9
2.1. Балқымайтын электродтар.....	17
2.2. Доғалы пісіруге және балқытып қаптауға арналған пісіру электродтары.....	20
3. Электродтардың классификациясы және сипаттамалары.....	26
3.1. Қапталған электродтарды дайындау.....	44
3.2. Электродтың балкуында кож құрамының қалыптасуы.....	47
4. Пісіру флюстары.....	54
4.1. Қорғаушы газдар.....	63
4.2. Оттық аппаратураны есептеу негіздері.....	65
5. Түйістіріп пісіруге арналған электродтар.....	67
5.1. Пісіруге және балқытып қаптауға арналған шойын шыбықтары.....	72
5.2. Балқытып қаптауға арналған ұнтақтар.....	74
5.3. Балқытып қаптауға арналған құйма шыбықтары мен таспалары.....	78
5.4. Өзін-өзі қорғаушы сымдар және электрқожды пісіруге арналған қоспалы материалдар.....	80
5.5. Құбырларды пісіруде түбірлі жікті орындауда қолданылатын қоспалы сақиналары мен қыстырмалары.....	81
6. Жанар газдардың қасиеттері. Қысылған газдар....	82
6.1. Қоюландырылған газдар.....	82
6.2. Сұйық жанарлар.....	85
6.3. Ацетилен.....	85
6.4. Жанар газдар – ацетиленді алмастырушылар.....	90

6.5. Ацетиленді алмастырушы газдардың негізгі есептік сипаттамалары.....	90
6.6. Ацетиленді алмастыру коэффициенті.....	91
7. Қысылған газдар.....	96
7.1. Газ тәрізді және сұйық оттектің қасиеттері.....	101
8. Қаптаманың ылғалдылығын анықтау.....	103
8.1. Пісіру материалдарды сақтау және тасымалдау жағдайлары.....	105
9. Пісіру және балқыту үшін қолданылатын электродтардың типтері.....	107
9.1. Көміртекті және аз легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтар.....	107
9.2. Легіріленген болаттардың тұрақты жылу үшін пісіру электродтары.....	125
9.3. Жоғары легіріленген болаттарды пісіруге арналған электродтар.....	132
9.4. Балқытып қаптауға арналған электродтар.....	139
9.5. Су астында пісіруге арналған электродтар.....	142
9.6. Қолмен доға арқылы кесуге арналған электродтар.....	143
9.7. Шойынды пісіруге арналған электродтар.....	144
9.8. Түсті металдар мен қорытпаларды пісіруге және балқытып қаптауға арналған электродтар.....	146
10. Электродтың нақты маркасының паспортына қойылатын талаптар.....	148
11. Халықаралық стандарт (ISO) бойынша электродтардың белгіленуі.....	156
БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ.....	167

Оқулық басылым

Мұрат Базарбайұлы Құрманалиев,
Еркебұлан Өмірліұлы Қилыбаев

ПІСІРУ МАТЕРИАЛДАРЫ

Оқу құралы

(5B072400, 5B070900 – мамандығының студенттері үшін)

РБ бастығы

З.А. Ғұбайдулина

Редакторы

А.И. Бейсебаева

Компьютерде беттеген

А.Б. Аришова

Басуға 31.01.2013 ж. қол қойылды.

Таралымы 300 дана. Пішімі 60x84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.

Шартты б.т. 9,8. Көлемі 10,6 есепті б.т. Тапсырыс № 10.

Бағасы келісімді.

Қ.И.Сәтбаев атындағы

Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы,

Ақпараттық-баспа орталығы.

Алматы қаласы, Қ. Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-489-8



9