

В.В.ОВЧИННИКОВ

**ДӘНЕКЕРЛЕУ
АҚАУЛАРЫН ЖІКТЕУ
ЖӘНЕ ДӘНЕКЕРЛЕУ
ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ
САПАСЫН БАҚЫЛАУ
ОҚУЛЫҚ**

*Федералдық
мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес орта
кәсіптік білім берудің оқу үдерісінде пайдалануға
арналған оқулық ретінде ұсынған.*

*Пікірдің тіркеу нөмірі
287 2013 ж. 08 шілде.*

3-ші басылым, стереотиптік



«Академия» баспа
орталығы Мәскеу
2017

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dsg.kz

Пікір беруші –

Н. Х. Валиева, «№ 21 технологиялық колледж»
оқытушысы, Мәскеу қ.

Овчинников В.В.

Дәнекерлеу ақауларын жіктеу және дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылау: орта кәсіптік білім мекемелері студенттеріне арналған оқулық/ В.В.Овчинников. – 3-ші басылым, стер. – М.: «Академия»баспа орталығы, 2017. – 224 б.

ISBN 978-601-333-191-1 (қаз.)

ISBN 978-5-4468-4281-0 (рус.)

Оқулық ПМ 04 «Дәнекерлеу ақауларын жіктеу және дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылау» «Дәнекерлеуші» кәсібі бойынша Орта кәсіптік білім беруге арналған Федералдық мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес жасалынған.

Дәнекерлеу қосылыстарының типтік ақаулары қарастырылған. Олардың дәнекерлеу қосылыстарындағы орындарына және түрлеріне байланысты ақаулардың халықаралық кодталуы сипатталған. Ақаулардың дәнекерлеу конструкцияларының жұмысқа қабілеттіліктеріне ықпалы қарастырылған.

Өнеркәсіпте кеңінен қолданылатын ақауларды табу мен сәйкестендірудің бұзу және бұзбау әдістері баяндалған (ішкі және сыртқы). Дәнекерлеу ақауларын балқытумен, электронды-сәулелі және контактілік дәнекерлеумен жоюдың неғұрлым тиімді тәсілдері көрсетілген.

Орта кәсіптік білім беру мекемелері студенттеріне арналған.

ӘОЖ

621.791.05(075.3

2) КБЖ 34.441-

7я722

ISBN 978-601-333-191-1 (қаз.)

ISBN 978-5-4468-4281-0 (рус.)

© Овчинников В.В., 2013

© «Академия» Білім беру-баспа орталығы, 2013

© Рәсімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2013

Аталмыш оқулық «Дәнекерлеуші» мамандығы бойынша оқу-әдістемелік жиынтығының бөлігі болып табылады.

Оқулық ПМ.04

«Дәнекерлеу ақауларын жіктеу және дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылау» кәсіптік модулін оқуға арналған.

Жаңа буындағы оқу-әдістемелік жиынтықтары дәстүрлі және жалпы білім беру және жалпы кәсіптік пәндер мен кәсіптік модульдерді оқуды қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін инновациялық оқу материалдарынан тұрады. Әрбір жиынтық жалпы және кәсіптік құзыреттерді, оның ішінде жұмыс берушінің талаптарын ескере отырып, меңгеру үшін қажетті оқулықтардан және оқу құралдарынан, оқу және бақылау құралдарынан тұрады.

Оқу басылымдары электронды білім беру ресурстарымен толықтырылады. Электронды ресурстар интерактивті жаттығулары және тренажерлары, мультимедиялық нысандары бар теориялық және тәжірибелік модульдардан, қосымша материалдарға және интернеттегі ре сурстарға сілтемелерден тұрады. Оларға терминологиялық сөздік және жұмыс уақыты, бақылау және тәжірибелік тапсырмаларды орындау нәтижелері тәрізді оқу үдерісінің негізгі параметрлері тіркелетін электронды журнал қосылған.

Машина құрастыру өнімдерін дайындаудың заманауи технологиялық үдерістері, көптеген жағдайларда дәнекерлеудің әртүрлі тәсілдерін пайдалану арқылы жүргізіледі. Дәнекерлеудің қолданыс- тағы түрлерін жетілдіру немесе жаңа тәсілдерін жасау дайындала- тын конструкциялардың сапаларын арттыру мәселесін тек ішінара ғана шешеді, өйткені тіпті жақсы жасалған қосылыстарды орындау технологиясында да, олардың сенімділіктері мен ұзақ мерзім жұмыс істеулерін төмендететін ақаулардың әралуан түрлерінің пайда болуы мүмкін. Тиісінше, дайындалатын конструкциялардың сапасын арттыру үшін бұзбай бақылау әдістері маңызды мәнге ие.

Өнеркәсіптің бірқатарында дәнекерлеу қосылыстарын бұзбай бақылау дербес технологиялық үдеріс ретінде жеке бөліп шығарыл- ған, өйткені көптеген жағдайларда бақылаудың еңбекті қажет ету дәнекерлеу үдерісінің еңбекті қажет етуіне барабар. Бірқатар конструкцияларды дайындау барысындағы бақылауға жұмсалатын шығындар, оларды дәнекерлеуге кететін шығындардан асып түседі, ал бақылау операцияларының құны конструкцияның жалпы құны- ның 25...35 % жетуі мүмкін. Бұл, ең алдымен дәнекерлеу жұмыста- рын механикаландыру мен автоматтандыру деңгейінің жеткілікті дәрежеде жоғары екендігімен (35...40%), ал автоматтандырылған бұзбай тексеру үлесінің (1...2%) шамалы екендігімен түсіндіріледі.

Қазіргі уақытта дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылау- дың автоматтандырылған әдістерін жылдамдатылған енгізуге ерекше назар аударылуда. Дәнекерлеу өндірісіне заманауи құралдар- ды және акустикалық эмиссия, голография, томография және т.б. тәрізді бұзбай бақылау әдістерін енгізу бойынша арнаулы бағдарлама әзірленген және жүзеге асырылады. Радиациялық, ультрадыбыстық, магниттік және капиллярлық дефектоскопия, сонымен қатар өнімдерді герметикалық сынау тәрізді бұзбай бақылаудың дәстүрлі әдістері де одан әрі өрістеуде.

Айта кететіні, көрсетілген бақылау әдістерінің ішінде ешқайсы- сы, дәнекерлеудің барлық ақауларының анықталуларына кепілдік бермейді: олардың әрқайсысыларының өздерінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Мысал, бақылаудың радиациялық әдістері шағын көлемдегі ақауларды (0,1 мм және одан да артық) сенімді табуға және – балқымауды, сызаттарды және тартылған шала пісірілімдерді (35...40%) айтарлықтай нашар табуға мүмкіндік береді.

Ультрадыбыстық әдіс керісінше, жазықтық ақауларға неғұрлым сезімтал және 1 мм және одан да кішкене диаметрдегі ұсақ тесіктер түріндегі ақауларды табуда тиімділігі төмен.

Тәжірибе көрсеткендей бақылау үдерістерін дұрыс ұйымдастыру және қандай да бір бақылау әдісін немесе әдістер үйлесімін дұрыс т аңдау дәнекерлеу қо сылыст арының с апаларын жоғары сенімділікпен бағалауға мүмкіндік береді.

Шығарылатын өнім сапасына қойылатын талаптарды арттыру дәнекерлеу технологиясы, бақылау аппаратурасы жұмысы және бақылау қызметтерін ұйымдастыру бойынша, білімдер жиынтығына ие мамандарды дайындаудың қажеттіліктерін тудырды.

Аталмыш оқулық студенттерге қажетті білім алуға, бақылау операцияларын орындау тәсілдерін меңгеруге, құрылғымен және бақылау аппаратурасы жұмысымен танысуға көмектесуі қажет. Өнеркәсіпте басқа әдістерге қарағанда айтарлықтай жиі қолданыла- тын радиациялық және ультрадыбыстық бақылау әдістеріне айрықша назар аударылады.

ДӘНЕКЕРЛЕУ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ АҚАУЛАРЫ

1.1. ДӘНЕКЕРЛЕУ ЖІГІ ҚҰРЫЛЫМЫ

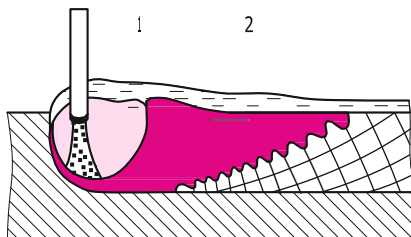
Балқыту арқылы дәнекерлеу барысында жалғанатын элементтер – негізгі метал мен енгізілетін қосымша металдың жиектері сұйық қалыпқа дейін жеткізіледі. Қосымша металды пайдаланусыз дәнекерлеу барысында тек жалғанатын элементтер жиектері ғана балқытылады. Балқыту дәнекерлеу аймағында – балқыту кеңістігінде орын алады. Балқытылған металдар, бір-бірлерімен араласа отырып, үздіксіз қозғалыс және араласу қалпындағы болатын, ортақ дәнекерлеу ваннасын түзеді. Мұндай ваннаның шекаралары негізгі металдың және бұған дейін қалыптасқан дәнекерлеу жігінің балқытылған аумақтары болып табылады.

Дәнекерлеу үдерісінде жылу көзі жалғанатын жиектердің бойымен жылжиды, ал онымен бірге балқушы кеңістік және дәнекерлеу ваннасы да жылжып отырады. Флюспен дәнекерлегенде дәнекерлеу ваннасы, дәнекерлеу доғасының ореолын, көзге көрінбейтіндей етіп толықтай жабатын, балқытылған флюс-шлактан тұратын қабыршақпен (көпіршіктен) қоршалады. Газдық қорғаныспен дәнекерлеу барысында дәнекерлеу ваннасы газдан түзілген түссіз қабыршақпен қоршалған, ал жабылған электродтарды пайдаланғанда дәнекерлеу ваннасы шлакпен және газбен қорғалған. Екі жағдайда да дәнекерлеу доғасы ореолы жақсы көрініп тұрады. Электршлакты дәнекерлеуде және тік жіктерді флюспен доғалық дәнекерлеуде, дәнекерлеу ваннасы, қоршаған ортадан оның бетінде орналасқан, шлакпен оқшауланған.

Доғалық дәнекерлеуде балқыту кеңістігін шартты түрде екі учаскеге бөлуге болады (1.1-ші сурет): негізгі – негізгі және қосымша металдың балқуы орын алады және соңғы, бұл жерде дәнекерлеу ваннасы орналасқан және оның кристалдануы басталады. Доғалық дәнекерлеу барысында дәнекерлеу ваннасының пішіні, оның ұзындығымен, енімен және қалыңдығымен, сонымен қатар негізгі металдың балқуы тереңдігімен анықталады (1.2, а суреті).

1.1-ші сурет. Балку кеңістігі құрылымы:

1 – негізгі учаске; 2 – соңғы учаске



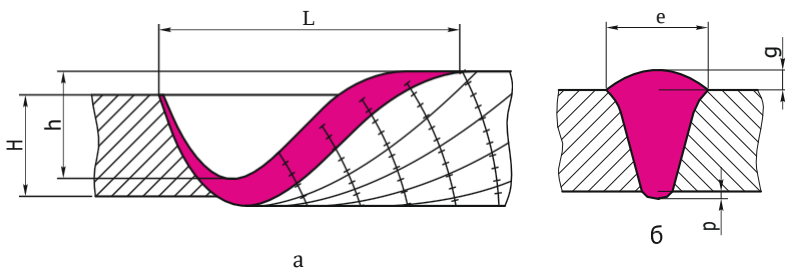
Дәнекерлеу ваннасы негізгі металдың балку температурасына ие, изотермиялық бетпен шектеледі.

Дәнекерлеу ваннасының көлемі дәнекерлеу тәсілі мен тәртібіне байланысты 0,1 ден 10 см³ – ке дейін болып өзгеріп тұрады. Жоспарда дәнекерлеу ваннасы дәнекерлеу бағыты бойымен созылған эллипстік сипатқа ие (1.2, б-суреті). Дәнекерлеу ваннасының көлденең қимасы дәнекерлеу тәсілі мен тәртібіне байланысты кең ауқымдарды өзгеріп отырады. Доғалық дәнекерлеу үшін үшін, жартылай шеңберге жақын болатын пісіру пішіні неғұрлым тән болып табылады. Дәнекерлеудің сәулелік тәсілдерінде дәнекерлеу ваннасы үшкір сына-қанжарды еске түсіреді.

Металдың дәнекерлеу ваннасында, оның әртүрлі учаскелерінде сұйық қалыпта болуы біркелкі емес. Дәнекерлеу ваннасының болуының орташа ұзақтығы с, келесі формула бойынша анықталады

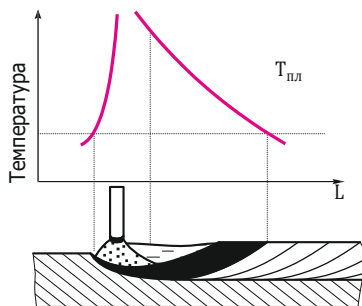
$$t_{cb} \approx L/v, \quad (1.1)$$

бұл жерде L — ваннаның ұзындығы, мм; v — қызу көзінің жылжу жылдамдығы, мм/с.



1.2-ші сурет. Дәнекерлеу ваннасының бойлық (а) және көлденең (б) қимасы:

L — ұзындығы; h — тереңдігі; H — дәнекерленетін металдың қалыңдығы; e — ені; q — бет жағының дөңестігі; p — балқитын жағының дөңестігі



1.3-ші сурет. Температураның дәнекерлеу ваннасының ұзындығы бойынша бөлінуі

Доғалық дәнекерлеу барысында, температура дәнекерлеу ваннасының ұзындығы бойынша біркелкі таралмайды (1.3-ші сурет). Ваннаның бас жағында, жылу көзінің ықпалымен металдың балқуы орын алады және оның шлакпен және газдармен өзара әрекеті неғұрлым қарқынды жүреді, метал оның қызу температурасынан айтарлықтай жоғары температурада қызған $T_{пл}$. Ваннаның артқы бөлігіндегі температура, негізгі металдың балқу температурасына жақындайды.

Конструкциялық төмен көміртекті болаттардың дәнекерлеу ваннасының флюспен дәнекерлеу барысындағы орташа температурасы шамамен $1\ 800\ ^\circ\text{C}$ құрайды, ал максималды температурасы $2\ 300\ ^\circ\text{C}$ дейін жетеді.

Дәнекерлеу ваннасының басқы бөлігінде орналасқан дәнекерлеу доғасының бағаны, негізгі металдың балқыған бетіне механикалық ықпал – қысым көрсетеді. Бұл қысым қуатталған бөлшектердің металдың бетіне икемді соғылуының; доғалық аралықтағы газдардың қысымының, және шартталған электрдинамикалық күштермен шартталған доғаның ісінуінің бірлескен ықпалы нәтижесінде пайда болады. Мұндай бағытталған қысым тек симметриялық емес дәнекерлеу доғасында, яғни кіші және үлкен қималы электр доғалар арасында жанатын доғада: біздің жағдайымызда электрод немесе дәнекерлеу сымы және негізгі металдың арасында ғана байқалады.

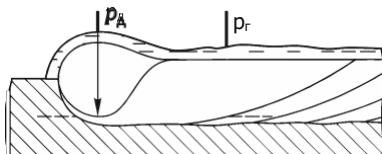
Қысым сұйық металдың дәнекерлеу доғасы астынан шығарылуына және оның бағанының негізгі металдың ішіне батуына алып келеді, бұл балқу тереңдігінің ұлғаюына алып келеді. Дәнекерлеу доғасы металдың бетіне көрсететін қысымы, оның бойымен жүріп тұрған тоқтың шаршысына пропорционаллы. Бұл қысымды жылудың қызу көзінен шоғырлануын ұлғайту арқылы арттыруға болады, мысалы электродтағы тоқтың тығыздығын арттыру, электродтың ұшында төлкені түзетін флюсті немесе балқуы қиын жабындыны қолдану арқылы (терең пісіруге арналған электродтармен дәнекерлеу барысында).

Дәнекерлеу доғасы балқыған металдың бетіне көрсететін қысым неғұрлым үлкен болған сайын, оның бағанының металдың ішіне батуы да ұлғая беретіні көрініп тұр. Дәнекерлеу доғасы қысымын төмендету үшін алдыңғы бұрышқа еңкіш электродты дәнекерлеуді, бірнеше доғалармен дәнекерлеуді немесе басқа да тәсілдерді пайдаланады.

Дәнекерлеу доғасынан бетке ықпал ететін дәнекерлеу ваннасы күштерімен ығыстырылып шығарылған сұйық метал, доғаның жылжуымен балкушы кеңістіктің артқы жағына алып тасталынады. 15

A/mm^2 дейінгі электродтағы тоқтың тығыздығы жағдайында, бұл жылжу үлкен емес және металмен толтырылмаған ойыс – кратердің пайда болуымен көрініс береді. Электродтағы тоқтың жоғары тығыздықтары жағдайында, дәнекерлеу ваннасы металының басты учаскеден сұйық металдың толық жойылғанына дейін айтарлықтай жеткілікті дәрежеде жылжуы байқалады. Мұнымен балку кеңістігінің басты және артқы бөліктеріндегі сұйық металдың деңгейлерінің айырмашылығы шартталатын болады (1.4-ші сурет). Деңгейлердің мұндай айырмашылықтарын қолдау үшін p_d доға қысымы және сұйық металдың гидростатикалық қысымы және p_T шлак қысымы арасында теңдік болуы қажет. Егер, $P_d < P_T$ болса, онда метал мен шлак орын алған ойысты толтырады, бұл дәнекерлеу үдерісінің соңында орын алады. Егер, $p_d > p_T$ болса, онда жіктің қалыпты қалыптасуы бұзылады. Балқытылған метал балку кеңістігінің бас жағына қарай жылжығаннан кейін, беті беттік тартылу күштерімен ұсталынып тұрған, сұйық металдың жұқа пленкасымен жабылған бет - жырашық ойық қалады. Дәнекерлеу доғасының жылжуына байланысты, одан кейінгі учаскеден жылжушы сұйық метал жырашықты толтыратын болады. Бұл ретте келіп түскен талдың сұйық пленкамен қосылуы және қыздырылған дәнекерлеу ваннасындағы жинақталған жылудың есебінен негізгі металдың қосымша балкуы орын алады.

Балку кеңістігінің артқы бөлігіндегі қызу көзінің жойылу жағдайында, жылудың суық метал массасына кетуі жылудың ағынынан артады және металдың қатуы – дәнекерлеу ваннасының кристалдануы басталады.



1.4-ші сурет. Сұйық металдың дәнекерлеу ваннасы бас және артқы бөліктерінде орналасуы.

Металдың катуы үдерісінде балку шекараларында, қосылыстың монолиттілігін қамтамасыз етуші ортақ кристаллиттер түзілетін болады.

Электршлақты үдерісте жоспардағы дәнекерлеу ваннасы тұрақты кенді басымдықты тік бұрышты немесе тік бұрыштыға жақын кескінге ие болады. Дәнекерлеу ваннасының мұндай пішіні электро- дтың (электродтардың) кері-алға қарай жылжуымен және оның бетінде сұйық артық қыздырылған шлақтың айтарлық мөлшерінің болуымен анықталады. Дәнекерлеу ваннасының бұл жағдайдағы көлемі 80 см³ және одан да артыққа, ал оның көлденең қимасының пішіні жартылай шенберлігіе немесе жартылай эллипске жақындай- тын болады.

Дәнекерлеу ваннасы металының сұйық қалыптан қатты қалыпқа өтуі алғашқы кристалдану деп аталады. Алғашқы кристалдану бағаналы кристаллиттердің пайда болуымен аяқталады. Алғашқы кристалдану нәтижесінде қалыптасқан метал жігінің құрылымы да алғашқы деп аталады.

Метал қатқан кезде, онда пайда болған кристаллиттердің әртүрлі учаскелерінің құрамын теңестіруге ұмтылатын диффузиялық үдерістер дамиды. Бірақ, металдың суық қалуының айтарлықтай жылдамдығына және диффузия үдерістерінің баяу орын алуларынан қатты ерітінділерде метал жігі құрамының толық теңесуі орын алмайды. Бұл аймақтық жоюды, яғни жекелеген кристаллиттер шегіндегі химиялық элементтердің біркелкі емес бөлінулерінде болатын, дендрит ішілік біркелкі еместікті және метал жігі қимасы бойынша химиялық элементтердің біркелкі емес бөлінуін анықтай- ды. Микроскопиялық біркелкі еместіктің сипаты мен деңгейі, метал жігінің сызаттардың пайда болуына төзімділігіне және оның механи- калық қасиеттеріне айтарлықтай ықпал етеді.

Негізінен дәнекерлеу жіктерінде дендрит ішілік химиялық әртектілік өрістейді. Аймақтық жою айтарлықтай аз көрініс береді: пісірменің ауқымды пішінінде – күкіртпен және жік бетінің бірқатар басқа да элементтерімен, пісірменің еңсіз пішінінде – жік өзегі бойынша металмен шамалы қанығуды. Дендрит ішілік әртектілік пен аймақтық жою деңгейлері айтарлықтай көлемде, метал жігінің суып қалуы шарттарынан және оның химиялық құрамына тәуелді болып табылады.

Дендрит ішілік химиялық әртектілік деңгейі күрделі тәу- елділіктегі дәнекерлеу ваннасының суып қалуы жылдамдығымен байланысты.

Сонымен бірге, дәнекерлеу ваннасының шынайы дәнекерлеу жіктерінің кристалдануларына тән металының суып қалу жылдамдығының өзгеруі, аймақтық жою деңгейіне ықпал етпейді.

Дәнекерлеу қосылысының сапасына, балқу аймағында орын алатын диффузиялық үдерістер айтарлықтай ықпал етеді. Мұнда, химиялық элементтердің сұйық және қатты фазалардағы әртүрлі ерігіштіктері салдарынан, негізгі металдың шекаралық учаскесі мен оған шекаралас жатқан метал жігі учаскесінің химиялық құрамдары айтарлықтай ерекшеленеді.

Бірқатар жағдайларда, жіктің ұзындығы бойынша және оның жекелеген учаскелеріндегі химиялық құрамының айтарлықтай ерекшеліктер, яғни жіктің микроскоптық әртектілігі байқалады. Бұл айырмашылық әдетте дәнекерлеу тәртібінің ауытқуларымен, дәнекерлеу материалдары құрамдарының өзгеруімен және басқа да технологиялық себептермен шартталған.

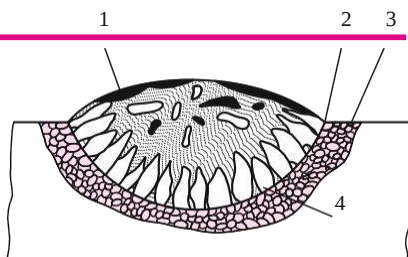
Дәнекерлеу жіктері металдарындағы байқалатын әркелкілік, металдың кристалдық торларының жетілмеу орындары шоғырланған, учаскелер бойынша өтетін қайталама (полигондандырылған) шекаралардың пайда болуымен байланысты. Физикалық әртектілік дәнекерлеу жігінің сынғыш қалыпқа, кристаллиттер аралық коррозияға және басқа да қасиеттерге өтуіне айтарлықтай ықпал көрсетеді.

Дәнекерлеу ваннасының алғашқы және қайталама кристалдануын бөліп көрсетеді. Дәнекерлеу ваннасы металының сұйық қалыптан қатты қалыпқа өтуі *алғашқы кристалдану* деп аталады. Бұл үдеріс негізгі немесе бұған дейін балқытылған металдың ішінара балқытылған түйіршіктерінен басталады және балқу сызығы нормалына қарай жалғасатын болады (1.5-ші сурет).

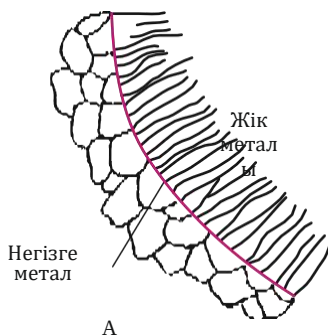
Дәнекерлеу ваннасының доғарық дәнекерлеудің барлық түрлеріндегі алғашқы кристалдануы, кристалданудың дайын орталары болып табылатын, алдыңғы қабаттың бағандық кристаллиттерінен (көп өтпелі дәнекерлеуде) немесе негізгі металдың ішінара балқытылған түйіршіктерінен басталады. Сонымен бірге, металдардың арасындағы көзге көрінетін шекара жоғалып кетеді. Негізгі метал мен жіктер кристаллиттері түйіршіктерінің бөлінуінің шартты беті, жік шекарасы немесе А балқуы шекарасы деп аталады (1.6-шы сурет).

1.5-ші сурет. Жік металының кристалдану сызбасы:

1 – шлак қосылыстар; 2 – балқу сызығы; 3 – термиялық ықпал аймағы; 4 – жік металының бағандық кристалдары



1.6-ші сурет. А балку шекарасы



Аустениттік болаттарды дәнекерлеу барысында көптеген жағдайларда бағандық кристаллиттердің көлемдері, негізгі металдың түйіршіктері көлемдерімен сәйкес келеді. Басқа металдарды және қоспаларды дәнекерлеу барысында бұл заңдылық айқын көрінбейді.

Электршлақты дәнекерлеу барысындағы жік металының алғашқы кристалдануы үдерісінің, қабаттарды орындау арасындағы шамалы үзілістермен доғалық дәнекерлеумен алынған, көп қабатты жіктердің алғашқы кристалдануы үдерісінен ешқандай айырмашылығы жоқ. Тек метал ванналары учаскелеріндегі жылжымаларға жанасатын кристаллиттер, жіктің ішіне 10...20 мм ене отырып суып қалудың бетіне перпендикулярлы өсетін болады. Қалыңдықтары 30 мм дейінгі металдарды дәнекерлеу барысында қосымша суытылатын беттердің болуы, кристаллиттердің өсуінің радиалды-өзектік бағытылықтарын шарттайтын болады (1.7-ші сурет). Дәнекерленетін металдардың 50 мм артық қалыңдығы жағдайында, жіктің негізгі бөлігінің кристалдануы әдеттегі сипатқа ие болады, және тек жылжымаларда ғана кристаллиттердің өсуіне тән бағыттылық байқалатын болады.

Дәнекерлеу ваннасы металының алғашқы кристалдануы, құймалар мен кесектердің кристалданулары тәрізді үзік сипатқа ие. Балқыту арқылы жасалынған жіктер қабаттық құрылымға ие.



1.7-ші сурет. 30 мм дейінгі метал қалыңдығындағы электршлақтық дәнекерлеу барысындағы кристаллиттердің өсу бағыттары.

Әдетте доғалық дәнекерлеу барысындағы кристалдандыру қабатының қалыңдығы миллиметрдің оннан бір бөліктерін құрайды. Электршлақтық дәнекерлеуде кристалдандыру қабаты үлкен қалыңдыққа ие және неғұрлым анық көрінеді.

Жік металының қабаттық құрылымы келесі ұсынылған факторлардың бірлескен әрекеттерімен шартталған: дәнекерлеу ваннасының металын кристалдандыруының жасырын жылу бөлуі, дәнекерлеудің шынайы тербелесітері жағдайларындағы және т.б. байқалатын балку кеңістігінің артқы бөлігіндегі металдың толқын тәрізді түсуі.

Дәнекерлеу ваннасының алғашқы кристалдануы сипатының үздіктілігі, жік металындағы жоюдың тағы да бір түрін анықтайды – қабатты әртектілік. Кристалдандырушы қабат төменгісі қанықтырылған, жоғарғысы – ортаңғы учаскемен салыстырғанда жоюшы қоспалармен аздырылған үш сипатты учаскелерден тұрады.

Қайталама кристалдандыру алғашқы кристалдандыру аяқталғаннан кейін орын алады және жік металының құрылымының және кристалдық тордың өзгеруімен сипатталады. Бұл жерде құбылыстардың сипатына суыту жылдамдығы шешуші ықпал көрсетеді: дәнекерлеу жылдамдығы неғұрлым жоғары және қоршаған орта температурасы төмен болған сайын, суып қалу жылдамдығы да және ішкі кернеулердің және сызаттардың пайда болулары мүмкіндіктері де соғұрлым жоғары.

Жік металының кристалдануы үдерісінде ыстық сызаттар пайда болуы мүмкін.

Ыстық сызаттар деп кристаллитердің шекараларымен өтетін және кристаллитер аралық бұзылымдарға алып келетін микро және макроскопиялық сызаттар аталады.

Ыстық сызаттардың пайда болуларының алдын-алу үшін марганецтің жоғарғы құрамы және күкірт пен көміртектің минималды құрамы бар дәнекерлеу материалдарын пайдалану қажет; жік металына қоспалану элементтерін (титан, алюминий, мыс) енгізу; дәнекерлеуді алдын-ала қыздырумен және одан кейінгі термоөңдеумен орындау қажет.

300 °C төмен температурада, дәнекерлеу қосылыстарында айтарлықтай ішкі кернеулердің пайда болуының салдарынан пайда болатын **суық сызаттар** дәнекерлеу аяқталғаннан кейін байқалады.

Суық сызаттардың пайда болуының алдын-алу үшін, фосфордың минималды құрамы бар дәнекерлеу материалдарын қолдану, дәнекерлеуді оңтайлы тәртіптерде жүргізу; жікті дәнекерлегеннен кейін соғу қажет.

Балқыту арқылы дәнекерлеумен орындалған жіктер қабатты құрылымға ие. Өздерінің ірі көлемдерімен ерекшеленетін бағандық кристаллиттер, олардың макроқұрылымдарын зерттеу барысында жеңіл байқалады. Дәнекерлеудің тәсілі мен тәртібіне байланысты, бағандық кристаллиттердің көлемдері жеткілікті кең ауқымдарда құбылып отырады. Осылай, доғалық дәнекерлеу барысында олардың көлденең көлемдері әдетте 0,3...3,0 мм құрайды. Электршлақты дәнекерлеу үшін дәнекерлеу ваннасының айтарлықтай көлемдері және балқытылған металдың жоғары температураларда ұзақ уақыт бойына болулары тән болғандықтан, бағандық кристаллиттердің көлденең көлемдері бұл жағдайда 3.7 мм құрайды.

Кристаллиттердің өсуі әдетте негізгі металға және дәнекерлеу ваннасы металы бөлімінің қысық сызықты бетіне қалыпты болса, ал көп өтпелі дәнекерлеуде – кристалдаушы қабат металы мен бұған дейін кристалдандырылған қабат металы арасындағы шекарасына жақын болады.

Доғалық бір қабатты дәнекерлеу барысында бағандық кристаллиттер, өздерінің бағыттарын өзгертпестен, кристаллдау қабаттары арқылы өседі. Көп өтпелі дәнекерлеу барысында әрбір келесі қабаттың кристаллиттерінің өсуі, алдыңғы қабаттың ішінара балқытылған кристаллиттерінен басталады, және де жекелеген қабаттардың кристаллиттерінің өсімі бағыты сәйкес келмейді, өйткені бұл қабаттардың конфигурациясы әртүрлі.

Бағанды кристаллит толық емес кырлы дендриттер тобы болып табылады. Дендриттер балку шекараларында, әдетте дәнекерлеу ваннасының кристалдануының бастапқы кезеңінің аз жетілген салалары мен діңіне ие болады. Дендриттер балку шекарасынан қашықтауына байланысты, кристалданудың екінші және үшінші кезеңдерінен салаларды тастай отырып салаланады.

Электршлақтық дәнекерлеу оның тәртібіне, химиялық құрамына және дәнекерленетін металдардың қалыңдықтарына байланысты, жік металының макроқұрылымының төрт типі байқалады.

Жік металының макроқұрылымының бірінші типі үшін үш учаскенің болуы тән. Балку шекарасы мен жылжымаларда қалың бағандық кристаллиттер учаскелері орналасады. Әрбір мұндай кристаллит, дәнекерлеу ваннасының кристалдануының бастапқы кезеңінің діңдері және әлсіз көрсетілген өзектері бар дендриттер колониясы болып табылады. Балку шекарасынан бірқатар қашықтықта қалың бағандық кристаллиттер, кристалдандырудың екінші және үшінші кезеңдері өзегі бар, жетілген дендриттер колониясы болып табылатын неғұрлым жұқа кристаллиттерге өтеді.

Жұқа кристаллиттер жіктің ішіне қарай ене отырып, ені жік өзегі бойынша 0,5...10. мм болатын жолақты алып жатқан, тең өзекті кристаллиттер учаскесіне жетеді.

Тең өзекті кристаллиттер дендриттік, айтарлықтай салаланған құрылымға ие.

Жік металының, неғұрлым жиі байқалатын макроқұрылымының екінші типі, тек қалың және жұқа бағандық кристаллиттердің учаскелерінің болуымен сипатталады.

Макроқұрылымының үшінші типі үшін балқу шекарасынан жік өзегіне дейін енетін, бағанды жұқа кристаллиттер учаскесінің болуы ғана тән (доғалық дәнекерлеу барысындағы жіктердің салынуына ұқсас).

Металдың макроқұрылымының төртінші типі тек қалың бағанды кристаллиттер учаскелерінің болуымен ғана сипатталады.

Сонымен бірге, кез-келген жағдайда қалың кристаллиттер учаскесі металы, басқа учаскенің металдарына қарағанда неғұрлым жоғары біртектілік пен тығыздыққа ие.

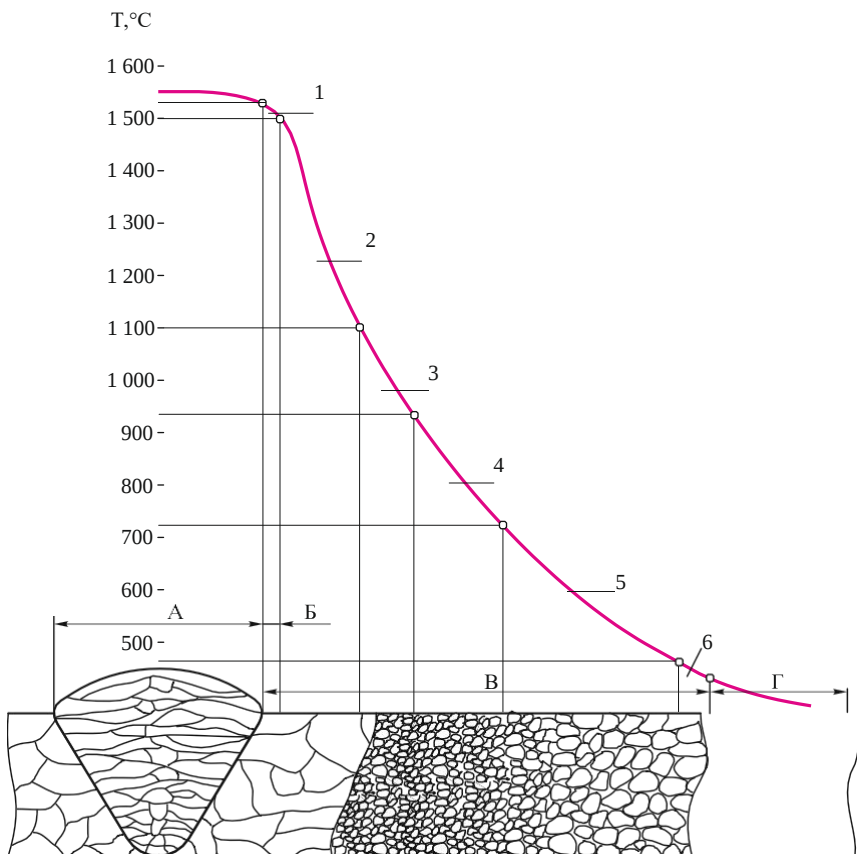
Жік металының алғашқы бағандық құрылымын бөлшектеу және микрохимиялық әртектіліктерін төмендету үшін келесі ұсынылған әдістерді пайдалануға болады: арнаулы модификатор-элементтерді қолдану, ультрадыбысты немесе механикалық тербелістердің дәнекерлеу ваннасындағы қозу және дәнекерлеу ваннасының суып қалуы жылдамдығының ұлғаюы. Бірақ, бұл әдістерді жүзеге асыру өте қиын, және сондықтан, олар кеңінен қолданысқа ие емес.

Электронды сәулелі және лазерлік дәнекерлеумен орындалған жіктерде, сонымен қатар құйылмалы құрылымға ие болады.

Суыту барысында аллотропикалық өзгерістерге ұшыраушы металдар мен қоспалардың алғашқы құрылымы (мысалы, көміртекті темір қоспалары), аллотропикалық өзгерулерге дейін сақталынатын болады. Темір негізіндегі қоспаларда аллотропикалық өзгерістер, γ -темірдің α -темірге өтуі барысында байқалады.

Жік металының қатты қалыптағы бір аллотропикалық қалыптан басқасына өтуі қайталама кристалдану деп аталады. Қайталама кристалдану нәтижесінде пайда болатын жік металының құрылымы, қайталама құрылым деп аталады. Қайталама микроқұрылымның сипаты жік металының химиялық құрамымен, термиялық циклмен және басқа да факторлармен анықталады.

1.8-ші суретте дәнекерлеудің термиялық циклі келтірілген. Балқыту арқылы дәнекерлеу барысында, дәнекерлеу жігіне жанасатын негізгі метал, $1\ 500\ ^\circ\text{C}$ температураға дейінгі қыздыруға түседі. $450\ldots 1\ 500\ ^\circ\text{C}$ температуралары диапазонында қыздырылған негізгі метал аумағын, термиялық ықпал ету аймағын деп аталады.



1.8. Дәнекерлеудің термиялық циклі (дәнекерлеу қосылыстарының А...Г аймақтары және дәнекерлеу қосылысының және жік маңы аймақтарының 1...6 учаскелері): А – балқытылған метал аймағы; Б – балқу аймағы; В – термиялық ықпал ету аймағы; Г – негізгі метал аймағы; 1 – толық емес балқу; 2 – артық қызу; 3 – қалыптандырылу; 4 – толық емес қайтадан кристалдану; 5 – қайта кристалдану; 6 – көгере сынғыштық; Т – метал температурасы.

В термиялық ықпал ету аймағы толық емес балқу 1, артық қызу 2, қалыптандырылу 3, толық емес қайтадан кристалдану 4, қайта кристалдану 5 және көгере сынғыштық 6 учаскелерінен тұрады.

Толық емес балқу учаскесі 1 – балқыған металдан негізгіге өтуге арналған өтпелі. Бұл жерде жік металы кристаллиттерінің негізгі метал түйіршіктерімен балқуы орын алады.

Артық қызу учаскесі 2 – ірі түйіршікті құрылымға және төмендетілген механикалық сипаттамаларға ие негізгі метал 1100...1500°C температурасында.

Қалыптандырылу (қайтадан кристалдану) учаскесі 3 – ұсақ түйіршікті құрылымға және ең жоғары механикалық қасиеттерге ие негізгі метал 930...1100 °C температурасында.

Толық емес қайтадан кристалдану учаскесі 4 – шекаралары бойынша ұсақ түйіршіктер орналасқан, ірі түйіршіктер түріндегі құрылымға ие негізгі метал 720...930 °C температурасында.

Қайтакристалдану учаскесі 5 – 450...700 °C температурасындағы метал. Бұл жерде металдың пластикалық деформациясы барысында алынған бөлшектелген бөліктерден және оның пластикалығының төмендеуіне және беріктігінің артуына алып келетін, болаттың кристалдық торлары маңында нитридтер мен карбидтердің бөлінуінде болатын ескіру үдерісінен феррит түйіршіктерінің артуы (қайтакристалдану) орын алады.

Көгере сынғыштық учаскесі 6 – төмендетілген пластикалық қасиеттері бар, 200...450 °C температурасындағы метал.

Қысыммен дәнекерлеу барысындағы жік маңы аймағының жалпы ұзындығы, болаттың қалыңдығы мен маркасына байланысты 2...30 мм құрайды. Негізгі метал мен газбен дәнекерлеу арқылы орындалған жік металының термиялық ықпалы аймағының құрылымын және қасиеттерін жақсарту үшін, жікті қыздырып сомдауорындалады.

Сомдау — ыстық, сонымен бірге суық қалыптарда, жік металына балғамен немесе зілбалғамен механикалық ықпал ету.

1.2. ДӘНЕКЕРЛЕУ БАРЫСЫНДАҒЫ КЕРНЕУЛЕР ЖӘНЕ ДЕФОРМАЦИЯЛАНУ

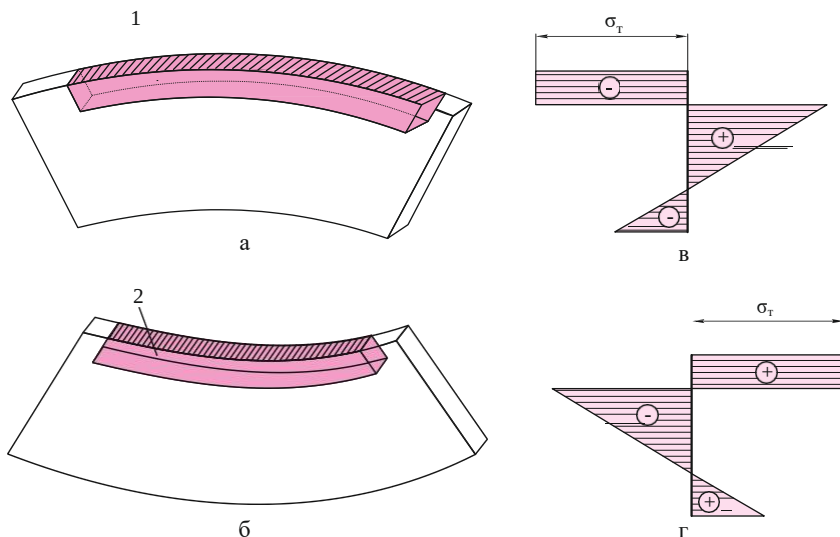
Балқыту арқылы дәнекерлеу барысында дәнекерлеу конструкциясының біркелкі емес қызуынан кернеулер мен деформацияланулар орын алады.

Механикалық кернеу төмендегі ұсынылған күш салынған, дененің көлденең кимасы аумағына жатқызылған күш болып табылады:

$$\sigma = P/F. \quad (1.2.)$$

Деформация деп дененің көлемдері мен пішінінің оған салынған күштің ықпалынан өзгеруі аталады.

Дәнекерлеу барысында газ жалынымен жоғары температураға дейін қыздырылған метал кеңейе бастайды, бірақ бөлшектің қыздырылған учаскесінің сыртында орналасқан суық учаскелер оның кеңеюіне кедергі келтіреді. Бөлшекті бұл үдерістің ықпалымен ішкі кернеулер пайда болады(1.9-шы сурет).



19 -шы сурет. Үлгінің жиектерін қыздырғандағы және суытқандағы пайда болатын деформациялар мен кернеулер:

а, в – үлгінің жоғарғы бетін қыздырған және суытқан жағдайдағы деформациялар; б, г – тиісінше қыздырған және суытқан жағдайдағы үлгінің өзектік сызығы арқылы өткізілген қималардағы ішкі кернеулерді бөлу; 1 – қыздырылған аймақ; 2 – суытылған бет; σ_t – ағымдылық шегі; «+» – созылу; «-» – сығымдалу

Дәнекерлеу барысында кернеулер мен деформацияланудың пайда болуының тағы бір себебі, жік металының, оның сұйық қалыптан қаттыға өту барысындағы отыруы.

Отыру деп оның суық қалыпқа түскендегі метал көлемінің төмендеуі аталады. Жік металының отыруы бөлшектің бойлық және көлденең деформациялануына алып келеді.

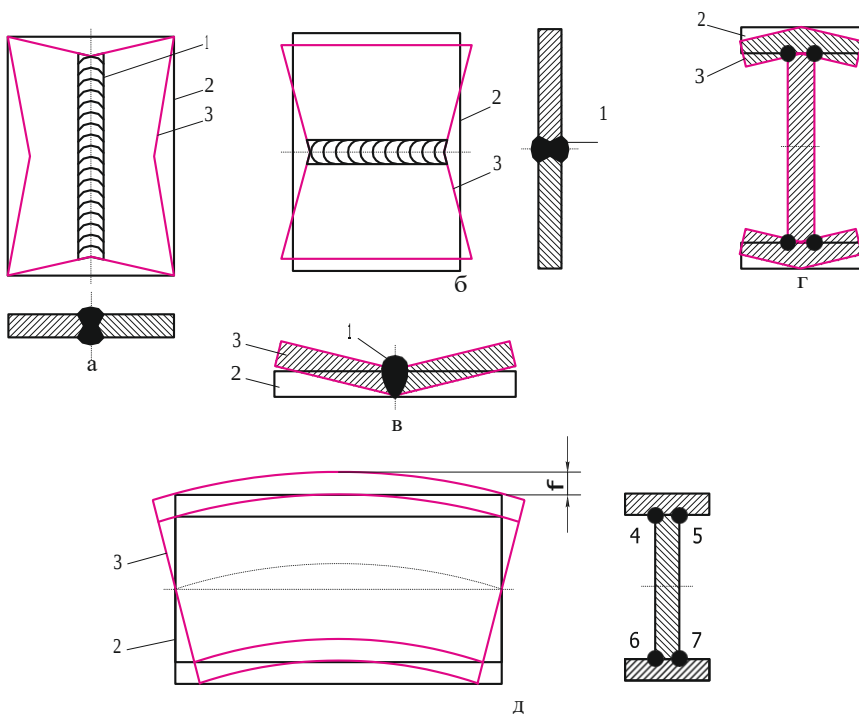
Бөлшектің деформациялануы деңгейі қыздыру температурасы мен металдың сызықтық кеңеюі коэффициентіне тәуелді. Металдың сызықтық кеңеюі коэффициенті мен қыздыру температурасы неғұрлым жоғары болған сайын, деформациялану соншалықты үлкен болады. Алюминийден жасалынған қоспалардың деформациялануға неғұрлым үлкен сезімталдыққа ие екендігі белгілі. Газ жалынының жоғары жылу қаттылығына, конструкцияның деформациялануының пайда болу мүмкіндігі одан да жоғары екендігі сөзсіз.

Бөлшектің пішіні, оның көлемдері мен дәнекерлеу жіктерінің қалыптары да дәнекерлеу барысындағы оның деформациялануына ықпал етеді. Бөлшектің күрделі пішіні, симметриялық емес жіктердің көп мөлшері және конструкцияның жоғары қаттылығы дәнекерлеу барысындағы жоғары деформациялану мен кернеулерді айқындайды (1.10-шы сурет).

Пайда болу себептері, дәнекерлеу қосылыстарының белгілі бір учаскелері құрылымдарының салыстырмалы көлемдерінің айырмашылықтары болып табылатын қалдық кернеулер *құрылымдық қалдық кернеулер* деп аталады.

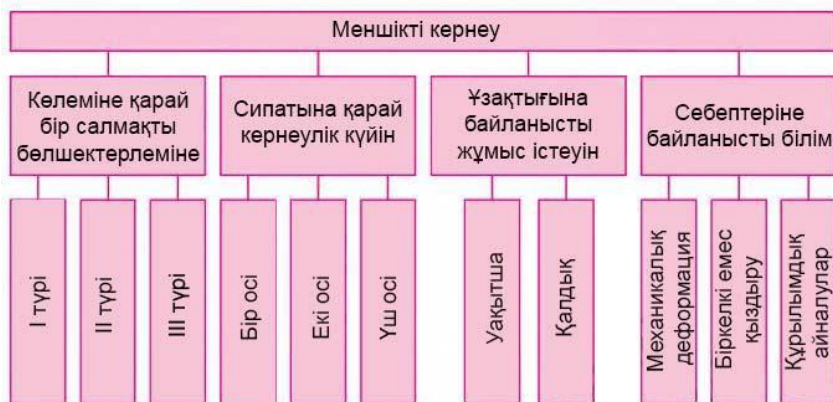
Көптеген жағдайларда, олар температуралық кернеулермен бірлесе отырып пайда болады. Мысалы, қоспаланған болаттар суыған жағдайда, мартенситтің пайда болуы, олардың көлемдерінің артуымен байланысты. Бұл жағдайда көлемдік деформациялар төменгі температураларда орын алады, яғни метал иілгіш қалыпта болғанда, құрылымдық құбылулар қалдық кернеулердің пайда болуына алып келеді.

Конструкцияларда немесе конструкциялар элементінде болатын кернеулер, оларға түсетін беттік немесе көлемдік күштер болмаған жағдайда, *меншік кернеулер* деп аталады (1.11-ші сурет).



1.10 -шы сурет. Дәнекерлеу деформациялануы түрлері:

a, б – сызықтық; *в, г* – бұрыштық; *д* – орақ тәрізді; *1* – дәнекерлеу жігі;
2, 3 – тиісінше дәнекерлегенге дейінгі және одан кейінгі бұйымдардың пішіндері;
4...7 – жіктердің орындалу жиілігі; *f* – иілу жебесі



1.11 - ші сурет. Меншік кернеулерді жіктеу

Мысалы, температураның өзгеруі, құрылымдық құбылулар өзг- ерістері нәтижесінде немесе сыртқы күштердің ықпалымен пайда болатын , металдың деформацияланудың әртүрлі түрлерінің салдары- нан меншік кернеулер пайда болады.

Дененің өзара теңестірілген бөлшектерінің көлеміне байланысты, меншік кернеулердің I-ші түрдегі – макрокөлемдердегі теңестірілетін (дәнекерлеу қосылыстары, дәнекерлеу жігі), II-ші түрдегі – метал түйіршіктері шегіндегі теңестірілетін және III-ші – кристалдық торлар шектеріндегі теңестірілетін түрлері ерекшеленеді.

Олардың ұзақтықтары бойынша меншік кернеулерді уақытша, яғни тек дәнекерлеу үдерісінде ғана болатын, және қалдық – дәнекер- леуден кейін ұзақ уақыт бойына тұрақты түрде қалатын болып бөлінеді.

Қалдық кернеулердің дәнекерлеу қосылыстарындағы бөлінулері әралуан және регламенттеуге және нақты жіктелуі қиынға түседі. Меншік қалдық кернеулер азды-көпті тұрақты сипатқа жіктері бойында ғана ие болады және бірінші кезекте айқаспа жиектерінің бойында (1.12-ші сурет). Көптеген коспалардың дәнекерлеу жікте- рінде неғұрлым қауіпті созығыш қалдық кернеулер, олардың ағымды- лықтары шектері мәндеріне жетеді, ал кейде бұл мәндерден де асып түседі.

Дәнекерлеу нәтижесіндегі конструкциялардың деформациялану- ын, ортақ – жалпы дәнекерлеу конструкциялары үшін тән, және жергілікті – бір, бірнеше бөлшектер шектерінде немесе конструкция- ның бөлшектерінің біреуінің бөліктерінде түзілетін болып бөлінеді.

Дәнекерлеу конструкцияларындағы байқалатын ортақ және жергілікті деформациялар, дәнекерлеу доғасының жылу ықпалына ілеспелі, сонымен қатар дәнекерлеу кернеулерімен пайда болатын қайтарымсыз отырғызу құбылыстарына және пластикалық деформа- циялануына алыпкеледі.

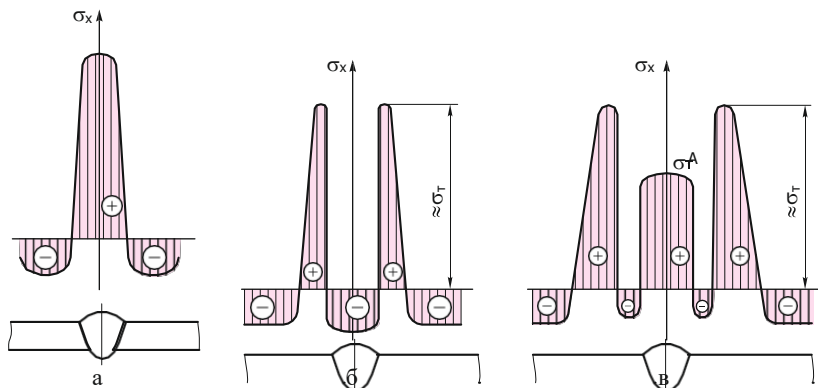
Деформация дәнекерлеу тәсіліне, қиманың геометриялық сипаттамаларына, конструкциялардағы дәнекерлеу қосылыстарының орналасуына және оны орындау техникасына тәуелді.

Бойлық және көлденең, иілу, бұралу, тұрақтылықты жоғалту деформациялану болып бөлінеді.

Дәнекерлеу тәсілдері, жіктер көлемдері және басқа да факторлар, дәнекерленетін элементтердің ені мен қалыңдығы көлемдерімен анықталатын жіктер мен қосылыстардың барлық типтері барысындағы пайда болатын *бойлықжәнекөлденең деформациялар*. Қалдық бойлық деформация дәнекерленетін элементтердің ені мен қалыңдығына, дәнекерлеу тәсілдері, жіктер көлемдері және басқа да факторларға тәуелді. Соңғы көлемдердегі қалдық көлденең деформациялар жіктердің ұзындықтарына тәуелді.

Саңылауы бар айқаспа қосылыстарды орындау барысында (1.13-ші сурет), ені бойынша біркелкі емес қызу нәтижесінде, дәнекерлеуші пластиналар саңылаулары ашыла отырып иіледі. Дәнекерленген жік аймағындағы металдың суып қалуы, саңылауды жабуға ұмтылушы пластиналардың жақындауына және бұрылуына алып келеді.

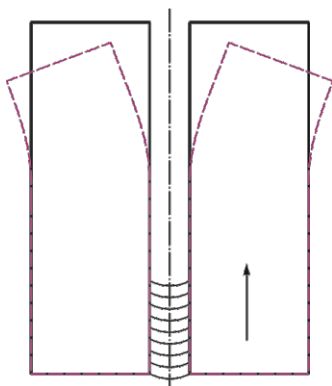
Табақтарды, өзектерді және қабықшаларды дәнекерлеу барысында пайда болатын *иілудің деформациялануы*, жіктердің қиманың ауырлық орталығына қатысты симметриялық емес орналасуы, симметриялық орналасқан жіктердің бір мезетте емес орындалуларының немесе жиектердің бөлікшелерінің дәнекерлеу жіктері білікшелерінің бір мезете емес толтырылуларының салдары болып табылады.



1.12 -ші сурет. Өртүрлі материалдардың дәнекерлеу қосылыстарының көлденең қималарындағы жіктері бойындағы меншік қалдық кернеулерін бөлу: *a* – төмен көміртекті болат, титан қоспалар; *б* – орташа қоспаланған болат; *в* – аустениттік электродтармен орындалған, жіктері бар орташа қоспаланған болат; σ_T –

дәнекерленетін материалдың ағымдылығы шегі; σ^A – аустенитті болаттың ағымдылығы шегі

σ_T^A



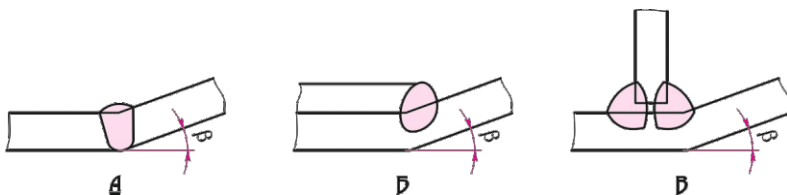
1.13 -ші сурет. Оларды саңылаумен айкастырып дәнекерлеу барысында пайда болатын пластиналардың орындарынан жылжуы

Қалыңдықтары бойынша әртекті көлденең пластикалық деформациялар дәнекерленетін элементтердің бұрыштық жылжуларына алып келеді (1.14-ші сурет).

Дүмпия деп ат алатын таврлық қо сұлу сөрелерінің деформациялану неғұрлым үлкен болса, сөренің қалыңдығы және дәнекерлеу жігі катеті де соғұрлым үлкен болады (1.15-ші сурет).

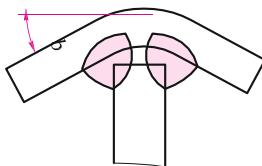
Мысалы, таврдың бойлық жікті орындау барысындағы, арқалықтар конструкцияларды дәнекерлеу барысында деформациялану тән болып табылады (1.16-шы сурет). Бұл жағдайда дәнекерлеу аяқталғаннан кейін арқалықтың қысқаруы және таврдың иілуі пайда болады.

Бұралу деформациялануы дәнекерлеу жіктерінің өзектердің иілу ортасына қатысты симметриялық емес орналасуы немесе оларды бір мезетте салмау салдарынан пайда болады.



1.14 -ші сурет. Дәнекерлеу қосылыстарын орындау барысында пайда болатын бұрыштық жылжулар: a – түйіспе; b – айкаспа; c – таврлық

1.15.-ші сурет. Таврлық қосылуды орындау барысында пайда болатын дүмпию



Тұрақтылықтың жоғалуы деформацияларына дәнекерлеу қосылыстарын орындау үдерісінде немесе конструкция суығаннан кейін пайда болатын сығымдаушы кернеулер алып келеді. Әсіресе, жұқа табакты конструкцияларды дәнекерлеу барысындағы деформациялар айтарлықтай маңызды.

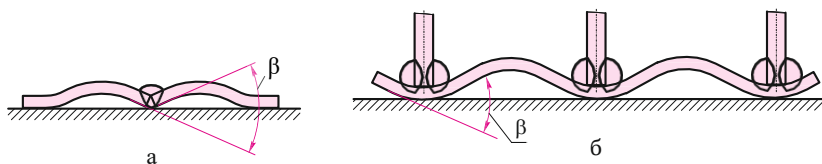
Дәнекерлеу конструкцияларында тек ортақ ғана емес, сонымен қатар дөңестер мен толқындар түрлеріндегі жергілікті деформациялар да пайда болулары мүмкін. Түйістіріліп дәнекерленген ұзын және жіңішке табактар, бұрыштық деформациялар мен өзінің массасының ықпалымен, көлемдері β бұрышымен және олардың массаларын сипаттайтын дәнекерленетін табактар қалыңдығымен анықталатын толқындылыққа ие болады (1.17-ші сурет). Қабырғаларды белдік табактарға пісіргенде жергілікті деформациялар – дүмпию пайда болады. Бұл ретте, жергілікті бұрыштық деформациялардан бөлек, табактың бетінде дөңестер мен толқындылықтың пайда болуы да мүмкін.

Дәнекерлеуден кейінгі ішкі қалдық кернеулерді бөлу нәтижесінде пайда болатын қалдық деформациялар *қайталама* деп аталады. Ішкі қалдық кернеулерді бөлу дәнекерлеу конструкциясын бірінші рет жүктегенде, сонымен қатар дәнекерлеу бұйымдарын механикалық, термиялық немесе газ-жалынды өңдеу барысында орын алулары мүмкін. Қалдық дәнекерлеу кернеулері, жылжулар және деформациялар конструкцияның беріктігін айтарлықтай төмендетуі, оның пішіні мен көлемдерін бұзуы, сыртқы түрін нашарлатуы, нәтижесінде ыстық немесе суық сызаттардың пайда болуына алып келетін дәнекерлеу қосылыстарының технологиялық беріктігін төмендетуі мүмкін.

Белгілі бір жағдайларда дәнекерлеу конструкциясының статикалық беріктігінің төмендеуі немесе тұрақтылығының жоғалуы мүмкін, бұл өз кезегінде сонымен бірге оның бұзылуына да алып келуі мүмкін.



1.16 -шы сурет. Дәнекерлеу барысындағы таврлық арқалықтың деформациялануы: *a* – дәнекерлеуге дейінгі арқалық; *б* – дәнекерлеуден кейінгі арқалық; p – иілу бұрышы; D – иілу



1.17 -ші сурет. Жұқа табақты төсемдерді дәнекерлеу (а) және қабырғаны табаққа пісіру барысында(б) пайда болатын деформациялар

Агрессивті ортада жұмыс істейтін конструкциялар үшін, созғыш қалдық кернеулер болған жағдайда, коррозиялық шытынаулардың пайда болулары немесе коррозиялық үдерістердің күшеюлері мүмкіндіктері пайда болады.

Дәнекерлеу конструкцияларының жобалау, дайындау және монтаждау кезеңдерінде, дәнекерлеу кернеулері мен деформациялардың ықпалдарын азайту бойынша шараларды қабылдау қажет. Дәнекерлеу жігіне келетін балқытылған метал мен жылудың көлемін төмендету қажет. Дәнекерлеу жіктерін бір-бірлеріне симметриялық етіп орналастырып және мүмкіндігінше олардың қиылысуына жоғалтпай қажет.

Дәнекерлеу конструкцияларындағы деформациялануды келесі технологиялық тәсілдермен шектеуге болады: дәнекерлеуді бұйымдарды стендтерге немесе арнаулы құрал-жабдықтарға бекіте отырып, дәнекерлеу (кері сатылы жікпен дәнекерлеу және т.б.) және жинақтамалы-дәнекерлеу операцияларының (деформацияларды бөлшек элементтерін жүктеу арқылы теңестіру) жүйеліктерін тиімді пайдалану.

Дәнекерлеу деформацияларына белгісі бойынша кері иілгіш немесе пластикалық деформацияларды жасау (кері иілу, элементтерді дәнекерлеу алдында алдын-ала созу және т.б.). Дәнекерлеу үдерісінде (сомдау, роликті прокат, контактілік дәнекерлеу барысындағы нүктелерді қысу және т.б.) жік аймағы металының пластикалық деформациялануын және дәнекерлеу қосылысын (мыстан жасалған төсемдерді, сумен суытуды және т.б.) күшейтілген суытуды тиімді пайдалану.

Жылудың жоғары шоғырлануын қамтамасыз етуші дәнекерлеу тәсілін пайдалану, сонымен қатар екі жақты дәнекерлеуді және жиіктерді Х-тәрізді бөлуді қолдану, жіктердің көлденең қималарының погондық энергиясын және аумағын төмендету, жіктерді бұйымның ауырлық ортасына қатысты симметриялы етіп орналастыруға ұмтылу қажет.

Кернеулерді конструкцияны дәнекерлеуден кейінгі термиялық өңдеумен алуға болады. Қалдық деформацияларды суық қалыптағы конструкцияның механикалық түзетілімімен (иілу, жаншып қақтау, созу, роликтер прокатымен, сомдаумен және т.б.) және жергілікті қыздыру арқылы термиялық түзетумен жоюға болады.

Деформацияларды төмендету үшін дәнекерлеу тәртібін дұрыс таңдау қажет. Конструкцияны дәнекерлеу үшін жинақтағанда, жиек-тердің ұзына бойына тұрақты саңылауды ұстану, ұстатулардың минималды санын салу, дәнекерлеудің дәне жіктерді орындау техника-сының қабылданған технологиясын сақтау, жіктерді салудың белгілі бір кезектіліктеріне негізделген деформациялануды өтеу тәсілдерін пайдалану, сонымен қатар бөлшекке дәнекерлеу алдында болжалды деформациялануға қарама-қарсы бағыттағы иілуді беругенегізделген кері деформациялар тәсілін пайдалану қажет. Деформациялардың кемуі дәнекерленетін бөлшектердің арнаулы құрал-жабдықтары – кондукторлардағы қатты бекітілуін қамтамасыз етеді.

Дәнекерлеу барысында біркелкі емес саңылауды бере отырып көлденең отырғызудың ықпалын төмендетуге болады, яғни дәнекер-леу жігінің басында саңылау тар болады, ал жіктің соңына қарай кеңірек болады. Саңылаудың қажетті кеңеюі көптеген факторлармен анықталады: дәнекерленетін түйіспенің ұзындығымен, дәнекерле-нетін бөлшектердің қалыңдықтарымен, дәнекерлеу жылдамдығымен және т.б. Кейіннен дәнекерлеушіде талап етілетін кеңеюді дұрыс қоятын тәжірибе мен шеберлік те пайда болады.

Кесілген жиектері бар үлкен қалыңдықтағы (6 мм артық) бөлше-ктерді дәнекерлеу барысында, бөлшектердің бекітілмеген бүйіржақ шеттерінің көтерілуі, яғни бұрыштық деформация орын алады, өйткені пластиналардың беткі бөлігіндегі бөлшектенуі, түбіріне қарағанда үлкен кеңдікке ие, тиісінше беткі бөлікте үлкен отыруды беретін балқытылған метал көп болады.

Бұрыштық деформациялар келесі факторлармен анықталады:

- екі жиектің бір беттік қиғаштықты дәнекерленген түйіспелі қосылыстарының бұрыштық деформациясы, дәнекерленетін бөлшектердің бекітілмеген жиектері бойынша өтулер санының артуымен ұлғаяды;
- максималды бұрыштық деформация жиектік бұрышты қиғаштығы және бір беттік дәнекерлеу жігі бар дәнекерлеу қосылыстарында байқалады. Одан төмен бұрыштық деформация бір беттік дәнекер-леу жігі бар және жиектің тік бұрышты қиғаштығы бар дәнекерлеу қосылыстарында, ал одан да төмені екі беттік дәнекерлеу жіктері және жиектің екі симметриялық тік бұрышты қиғаштықтары бар дәнекерлеу қосылыстарында байқалады.
- бұрыштық деформацияларға ең аз түсетіндер екі беттік дәнекерлеу жіктері және жиектің екі симметриялық қисық сызықты қиғаштық-тары бар дәнекерлеу қосылыстары;
- жиектің екі симметриялық қиғаштықтары бар дәнекерлеу қосылыс-тарының бұрыштық деформациялануын (оның ішінде қисық сызықты белгіштікпен) әрбір жағынан дәнекерлеу қабаттарын кезекпе-кезек салу есебінен айтарлықтай төмендетуге болады;

- бұрыштық деформацияларға дәнекерлеудің ұзақтығы мен электродтың диаметрі айтарлықтай ықпал көрсетеді;
- басқа да тең жағдайлардағы жиектердің қызуының үлкен жылдамдықтары бұрыштық деформацияланудың төмендеуіне алып келеді.

Бұрыштық деформациялардың алдын-алу үшін жиектердің қиғаштығы бар түйіспелі қосылыстарды жинақтау барысында, оларды болжалды деформациялануға сәйкес келетін, алдын-ала алшақтықпен о р н а т а д ы . Н ә т и ж е с і н д е д ә н е к е р л е у д е н ж ә н е б ұ р ы ш т ы қ деформацияланудан кейін, дәнекерленетін бөлшектердің жиектері бір жазықтықта болады. Бірақ, дәнекерленетін қосылыстардың деформациялануының алдын-алудың мұндай тәсілі әрқашан қолданыла бермейді, сондықтан көбіне әртүрлі ұстап тұрушы құрал- жабдықтар пайдаланылады.

Бұрыштық және таврлық қосылыстарды орындау барысында, дәнекерленетін бөлшектің дәнекерлеу жүргізіліп отырған жаққа ауытқуы жиі орын алады. Бұған дейінгі қарастырылған жағдайлардағыдай, дәнекерлеу жігі металының отыруынан келетін нәтиже, оның көлемінің қаншалықты үлкен болса және бұл қосылысты орындау барысында қаншықты көп өтпелердің жасалғандығына сәйкес соншалықты үлкен болады. Мұндай деформациялануды не дәнекерленетін бөлшектің алдын-ала еңкеюімен, немесе жіктің тізбектік үзiктi немесе шахматтық үзiктi түрлерін қолдана отырып жояды. Егер, жүргізілетін жұмыстардың сипаты үздіксіз жікті орындауды талап етсе, онда дәнекерленбеген учаскелерді осыған ұқсас жүйелікті дәнекерлеу қажет.

Жалпы алғанда термо өңделмейтін бұйымдарды дәнекерлеу нәтижесінде пайда болатын отыру мен деформациялануды, келесі ұсынылған техникалық және технологиялық тәсілдерді қолдана отырып төмендетуге болады:

- дәнекерленетін бөлшектерді жинақтауды жік түбіріндегі саңылаусыз орындау;
- өтулердің минималды санын пайдалану;
- дәнекерлеу торабы немесе конструкциясын жобалау, дайындау және пайдалану барысындағы қойылатын талаптарды қанағаттандыра отырып дәнекерлеу жіктерінің көлемдерін кішірейту;
- дәнекерлеу жіктерінің қасиеттеріне қойылатын талаптардың орындалуын қамтамасыз етуші балқитын қабаттардың минималды мүмкін болатын санын пайдалану; электродтармен күрделі қимылдар жасау және балқымалы қабаттардың кері сатылы салынуын қолдану;
- дәнекерлеу торабының жинақталуын дәнекерленетін бөлшектердің жазықтық бойынша алдын-ала алшақтауымен орындау;

- дәнекерленетін жиектердің алдын-ала деформациялануын қолдану – бөлшектің дәнекерленетін учаскесінің деформациялардың балкуына қарама – қарсы бағытқа иілуі (дәнекерлегеннен кейін деформацияланған учаске берілгенге сәйкес қалыпқа келетін болады);
- торап суығаннан кейін және дәнекерлеу аяқталғаннан кейін жойылатын және дәнекерлеу торабының деформацияларға төзімділіктерін уақытша арттыруға арналған қаттылықты уақытша күшейткіштерді қолдану;
- шағын тораптар мен конструкцияларды дәнекерлеу үшін дәнекерлеу кондукторларын пайдалану (кондукторлар деформацияларды жойғаннан бөлек жинақтау және дәнекерлеу үдерістерін жылдамдатуға көмектеседі).

Конструкциялардың дәнекерлеу деформацияларының айтарлықтай төмендеулеріне күшті ұстатуларды, қарқынды электродты пайдалануды, сонымен қатар секция-секциялап жүйелі дәнекерлеудің орнына барлық түйіспелерде бір уақытта дәнекерлеуді орындауды кеңінен пайдаланудың көмегімен қол жеткізуге болады.

Алдын-ала қыздыру мен дәнекерлеуден кейінгі жұмсартудан тұратын термо өңдеуді пайдалану тиімді. Бірқатар жағдайларда жікті сомдау ұсынылады.

Термомеханикалық түзетуде бөлшекті, оны одан кейінгі сыртқы күшпен түзету арқылы бүкіл деформацияланған қима бойынша біркелкі қыздыру жүргізіледі. Бөлшек газ жанғыштарымен суытып қатайту температурасына дейін қыздырылады (750...800 °C).

Бірқатар жағдайларда панельді түзетуді (тегістеу) орындау барысында, өңделген учаскеге жергілікті жылу ықпалы әдісін пайдалану есебінен жұмыстар көлемін айтарлықтай төмендеті мүмкіндігі болады.

Әдетте, панельдің бөлшегінің деформациялануы аймағында метал созылады. Сонымен бірге, дәнекерлеу иілгіш немесе пластикалық болуы мүмкін. Белгілі бір жүктемеге дейін метал өзінің бастапқы қалпын «ұмытпайды» және жүктемені алыптастағаннан кейін бастапқы қалпына кері оралады (иілгіш деформация).

Иілгіштік шегінен асқаннан кейін металдың деформациялануы қайтарымсыз болады. Деформациялар аумағындағы металдың жалпы көлемі өзгермейді, тиісінше табактың қалыңдығы кемиді, ал оның аумағы – ұлғайды. Пайда болған «артық» металды жою қажет.

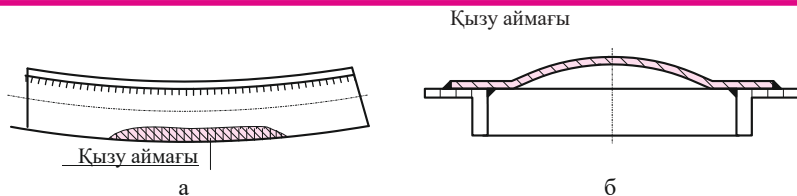
Созылған учаскені бастапқы қалпына кері қайтару, яғни оны минималды күш жұмсай отырып сығымдауды қыздыру мен суытудың дұрыс үйлесімімен орындауға болады. Бұл ретте жылу тегістеуі тәсілінің келесі ұсынылған негізгі ерекшеліктерін ескеру қажет:

■ біріншіден, жылуықпалының көмегімен кез-келген деформацияны жоюға болатынына қарамастан, жылумен түзетуді панельдік бөлшектердің шағын қалыңдықтағында қолданушылығы шектелген, өйткені жұқа болаттан жасалынған табак бүкіл аумағы бойынша жылдам қызады, және бұл ретте пайда болатын сығымдау күші шамалы болып қалады;

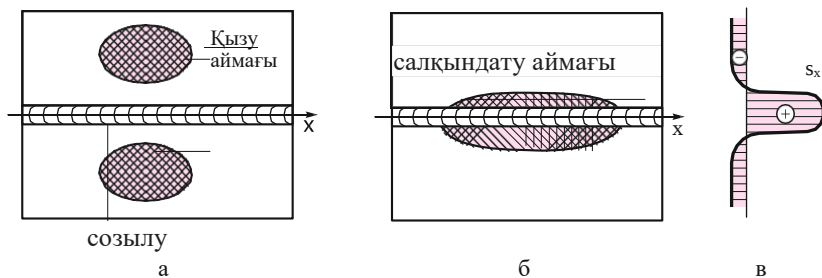
■ екіншіден, бөлшектердің болат панельдерінің жергілікті қызуы $600...650^{\circ}\text{C}$ температураларымен шектеледі, өйткені одан жоғары температурада, металда қандай да бір кернеудің пайда болуынсыз, олардың әдеттегі пластикалық деформациялануы басталатын болады. Деформацияланған бет қатты созылған және металдың айтарлықтай «артықтығы» болған жағдайда, механикалық тегістеу мен жылумен сығымдаудың комбинациясы қажет. Бұл жағдайда әдеттегі тегістеумен металдың артығын бір немесе бірнеше күмбез тәрізді дөңестерге «айдау» ұсынылады. Сосын әрбір күмбезді қыздыру арқылы түзетеді және қажет болған жағдайда одан әрі шұғыл суытатын болады. Осылайша, панельдік элементтердің айтарлықтай үлкен деформацияларын жоюға болады.

Жергілікті қыздырумен термиялық түзету барысында, дәнекерлеуден кейін пайда болған қажет емес жылжуларды жою үшін, конст рукцияның де формацияланған учаскелерінің отырғызылуына ұмтылады. Мысалы, иілген дәнекерлеу таврлық арқалықтарын (1.18, а суреті) дөңес созылған бетінен қыздырады, ал тұрақтылықтарын жоғалтқан жұқа табактарды (1.18, б суреті) ұшар шегінде қыздырады.

Қыздырудың немесе суытудың қосымша салаларын жасау қалдық кернеулерді бөлу үшін пайдаланылады. Металды созылғыш кернеулері бар аймақтың маңында қыздыру (1.19, а суреті), қыздырылған металдың кеңеюіне алып келеді. Өйткені, қыздыру аймақтарының арасында орналасқан созғыш дәнекерлеу кернеулері бар аймақ, суық қалпында қалады жне көршілес қыздырылған учаскелердің кеңеюіне кедергі келтіретін болады, ол жерде қалдық кернеулермен сомаланатын және металдың пластикалық деформациялануына алып келетін қосымша созушы кернеулер пайдаы.



1.18 -ші сурет. Арқалық (а) және табактық типтегі(б) бұйымдардың термиялық түзетілу жағдайындағы қыздыру аймақтарының орналасу сызбасы.



1.19 -шы сурет. σ_x (в) бойлық созғыш кернеулерін кеміту мақсатындағы қосылыстарды өңдеу барысындағы қызудыру аймағының (а) және суыту аймағының (б) орналасу сызбалары

Егер, қалдық созғыш кернеулер аймағын суытса (1.19, б суреті), онда ол қысқара отырып және сонымен бірге көршілес суытылмаған учаскелер тарапынан кедергіні кездестіре отырып қосымша созғыш кернеуді басынан және нәтижесінде, - созылудың пластикалық деформацияларды өткеретін болады (1.19, в суреті).

1.3. БАЛҚЫТУМЕН ДӘНЕКЕРЛЕУ БАРЫСЫНДАҒЫ ҚОСЫЛЫСТАР АҚАУЛАРЫ

Ақау деп дәнекерлеу жігінің немесе қосылысының параметрлері мен сипаттамаларының нормативтік техникалық құжаттамаларға сәйкессіздігі аталады.

Дәнекерлеу қосылыстарының ақауларын әртүрлі белгілері бойынша жіктейді:

- *орналасқан орындары* бойынша, жік маңындағы және дәнекерлеу қосылысы маңындағы жік ақаулары;
- *технологиялық үдеріс кезеңі* бойынша – дайындау, жинақтау және дәнекерлеу үдерісі ақаулары;
- *рұқсат етілгендігі* бойынша – рұқсат етілетін және рұқсат етілмейтін;
- *пайдалану қауіптілігі деңгейі* бойынша елеусіз, елеулі және сын көтермейтін;
- *жату тереңдігі* бойынша – сыртқы (беткі) және ішкі.

МемСТ 7512 – 75 сәйкес, сыртқы және ішкі ақауларға бөлінеді. Сыртқы ақауларға қуыстардың, тесіктердің, сызаттардың және тіліктердің жіктерінің бетіне шығып тұрған және дәнекерлеу жігі пішіні ақауларына жататын, ал ішкілерге – қуыстар, шлақтың немесе бөгде металдың қатты қосылыстары, шала пісірілімдер және әртүрлі ішкі сызаттар жатады. Бірақ, ақаулардың мұндай бөлінулері тек шартты ғана, өйткені көптеген сыртқы ақаулар көбіне ішкі ақаулардың сыртқы көріністері ғана болады.

Пайда болу себептеріне сәйкес ақауларды екі топқа бөледі. Бірінші топқа пайда болуы дәнекерлеу қосылысы суып қалуы және дәнекерлеу ваннасының қалыптасуы және кристалдануы барысында орын алатын, физикалық-химиялық үдерістермен байланысты ақаулар, яғни негізінен тиісінше жік металында және жік маңы аймағында, қуыста, металдық емес қосылыстарды және балқымау орындарында пайда болатын кристалдану және суық сызаттар. Бұл топқа сонымен қатар жік металының қолайсыз құрылымын және жіктегі қоспалардың бөлектенулерін де жатқызуға болады. Екінші топқа пайда болулары дәнекерлеу технологиясының бұзылуына байланысты орын алған ақаулар жатады, яғни шала пісірілімдер, тіліктер, күйіп қалулар, жіктің берілген көлемдерін сақтамау және т.б. жатады. Бірақ, бұл жіктелім де шартты, өйткені екінші топқа жататын ақаулардың пайда болуы, көбіне дәнекерлеу барысындағы орын алатын физикалық-химиялық үдерістермен байланысты.

Ақаулар жасалынатын кернеулі қалыптағы алаңдары түрлеріне байланысты екі сыныпқа бөлінеді. Бірінші сыныпқа концентраторлар (минималды кимада дөңгелектелген және бұзу жүктемесінде перпендикулярлы) және әртүрлі үшкірліктегі (сфералық және созылған қуыстар, металдық емес қосылыстар және дөңгелек пішіндегі сызаттар) эллипсоидалдық жолақтар жатады. Екінші сыныпта концентраторлар, сызаттар, тіліктер, негізгі металдан балқытылған металға өту орындары және конструктивті сипаттағы бірқатар концентраторлар біріктіріледі.

МемСт 30242 – 97 белгіленген заманауи жіктелім жалпыланған түрде 1.1-ші кестеде ұсынылған. Айта кететін бір жайт, 1.1-ші кестеде ұсынылған ақаулар балкумен дәнекерлеудің барлық тәсілдеріне тән.

Дәнекерлеу қосылыстарында тек 1.1-ші кестеде ұсынылған жекелеген ақаулардың ғана болулары мүмкін емес, сонымен қатар олардың бір қосылу учаскесіндегі үйлесімдерінің болулары да мүмкін. Неғұрлым жиі кездесетіндері, әсіресе алюминий және титан қоспалары, сонымен қатар күрделі қоспаланған болаттар тәрізді түсті металдарда дәнекерлеуде кездесетін ақаулар үйлесімі.

1.1-ші кесте. МемСт 30242—97 сәйкес дәнекерлеу қосылыстары ақаулары жіктелімі

Ақаудың белгіленуі және оның түрі	Ақау атауы
<i>1-ші топ. Сызаттар</i>	
100	Сызат
1001	Микросызат
101	Бойлық сызат
1011	Дәнекерлеу жігі металындағы бойлық сызат
1012	Балқу шекарасындағы бойлық сызат
1013	Термиялық ықпал аймағындағы бойлық сызат
1014	Негізгі металдағы бойлық сызат
102	Көлденең сызат
1021	Дәнекерлеу жігі металындағы көлденең сызат
1023	Термиялық ықпал аймағындағы көлденең сызат
1024	Негізгі металдағы көлденең сызат
103	Радиалды сызаттар
1031	Дәнекерлеу жігі металындағы радиалды сызаттар
1033	Термиялық ықпал аймағындағы радиалды сызаттар
1034	Негізгі металдағы радиалды сызаттар
104	Кратердегі сызат
1045	Кратердегі бойлық сызат
1046	Кратердегі көлденең сызат
1047	Кратердегі жұлдыз тәрізді сызат
105	Радиалды сызаттар
1051	Дәнекерлеу жігі металындағы радиалды сызаттар
1053	Термиялық ықпал аймағындағы радиалды сызаттар
1054	Негізгі металдағы радиалды сызаттар
106	Салаланған сызаттар

Ақаудың белгіленуі және оның түрі	Ақау атауы
1061	Дәнекерлеу жігі металындағы салаланған сызаттар
1063	Термиялық ықпал аймағындағы салаланған сызаттар
1064	Негізгі металдағы салаланған сызаттар
<i>2-ші топ. Жолақтар</i>	
200	Жолақ
2011	Қуыстар
2012	Біркелкі бөлінген кеуектілік
2013	Қуыстардың жиналуы
2014	Қуыстар тізбегі
2015	Ұзынша жолақ
2016	Тесік
2017	Беткі қуыс
202	Отырғызу шұңғылшасы
2024	Кратер
<i>3-ші топ. Қатты қосылыстар</i>	
300	Қатты қосылыс
301	Шлақтық қосылыс
3011	Сызықтық шлақтық қосылыс
3012	Бытыраңқы шлақтық қосылыстар
3013	Басқа да шлақтық қосылыстар
302	Флюстік қосылыс
3021	Сызықтықфлюстік қосылыстар
3022	Бытыраңқы флюстік қосылыстар
3023	Басқа да флюстік қосылыстар
303	Оксидтік қосылыс

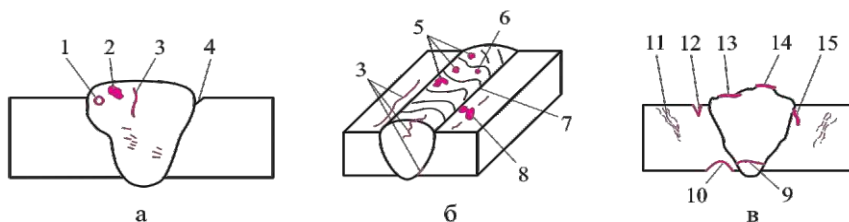
Ақаудың белгіленуі және оның түрі	Ақау атауы
304	Металдық қосылыс
3041	Вольфрамнан жасалынған металдық қосылыс
3042	Мыстан жасалынған металдық қосылыс
3043	Баскаметалдардан жасалынғанметалдыққосылыс (вольфраммен мыстан басқа)
<i>4-ші топ. Балқымау және шала пісірімдер</i>	
401	Балқымау
4011	Қаптал жағы бойынша балқымау
4012	Білікшлер арасындағы балқымау
4013	Дәнекерлеу жігі түбіндегі балқымау
402	Шала пісірілім (толық емес пісірім)
<i>5-ші топ. Жік пішінінің бұзылуы</i>	
500	Жік пішінінің бұзылуы
5011	Үздіксіз тілік
5013	Отырғызу жырашығы
502	Түйіспе жігінің артық дөңестігі
503	Бұрыш жігінің артық дөңестігі
504	Балқыманың артық дөңестігі
5041	Балқыманың жергілікті артық дөңестігі
505	Дәнекерлеу жігінің бұры профилі
506	Тасқын
507	Жиектердің сызықтық орындарынан жылжулары
508	Бұрыштық орындарынан жылжулары
509	Қатпар
5091	Дәнекерлеудің көлденең қалпындағы қатпар
5092	Дәнекерлеудің төменгі немесе төбелік қалпындағы қатпар

Ақаудың белгіленуі және оның түрі	Ақау атауы
5093	Бұрыштық дәнекерлеу жігіндегі қатпар
5094	Айқаспа қосылыс жігіндегі қатпарлану
510	Күйіп қалу
511	Жиектер бөлікшелерінің толық емес толығуы
512	Бұрыштық жіктің аса үлкен ассиметриясы
513	Жіктің біркелкі емес ені
514	Жіктің біркелкі емес беті
515	Жік түбірінің ойыстығы
516	Жік түбірінің кеуктілігі
517	Дәнекерлеуді қайтадан бастау
<i>6-шы топ. Басқа да ақаулар</i>	
600	Басқа да ақаулар
601	Кездейсоқ доға
602	Металдың шашырауы
6021	Вольфрам шашыратындылары
603	Беткі бұдырлар

Балқытумен дәнекерлеу әдісімен орындалған дәнекерлеу қосылыстарының негізгі ақаулары, 1.20, *а*, *б* суретінде ұсынылған, ал 1.20, *в* суретінде конструкцияларды пайдалану барысындағы дәнекерлеу қосылыстарындағы коррозиялық бұзылулар түрлері көрсетілген.

Сызаттар. Дәнекерлеу қосылыстарындағы неғұрлым қауіпті рұқсат етілмейтін ақаулар сызаттар болып табылады. Сызаттардың өткір шеттерінде, тиісті жағдайларда олардың конструкциялардың толық бұзылуына алып келуі мүмкін, өрістеуіне ықпал ететін, кернеулердің шұғыл ұлғаюы орын алуы мүмкін.

Сызат – дәнекерлеу жігіндегі және (немесе) оған жақын орналасқан аймақтардағы ажырау түріндегі ақау. Ақаулар дәнекерлеу қосылыстарының ең маңызды ақауларына жатады және әдетте жойылулары қажет болады.

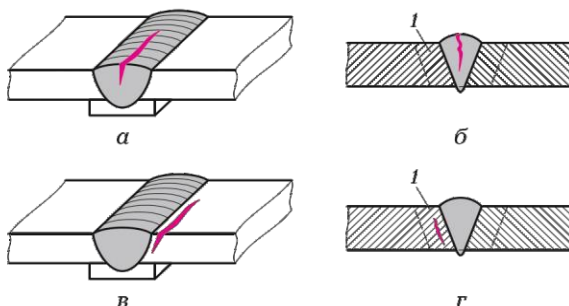


1.20-шы сурет. Дәнекерлеу қосылыстарындағы негізгі ақаулар:

a – жік қимасындағы; *б* – жіктің бетіндегі; *в* – конструкцияларды пайдалану барысындағы коррозиялық бұзылымдар түрлері; 1 – қуыстар; 2 – шлақтық қосылыстар; 3 – кристалданған сызат; 4 – тілік; 5 – жіктің ірі қабықшалы беті; 6 – беттік қуыс; 7 – құбылу түсі (беттің қышқылдануы); 8 – шашырату; 9 – гальваникалық коррозия; 10 – бет эрозиясы; 11 – кристаллит аралық коррозия; 12 – жік жиегі бойынша коррозия; 13 – питтингтік коррозия; 14 – жасырын коррозия; 15 – коррозиялық шытынау

Микросызат – бұл 50 еседен кем емес, ұлғайтқанда физикалық әдістермен байқалатын макрокоптық көлемдегі сызат.

Дәнекерлеу жігі өзегіне параллельді бағдарланған **бойлық сызаттар** (1.21-ші сурет), жік металында балқыту шекарасында, термиялық ықпал ету аймағында және негізгі металда пайда болуы мүмкін. Сызаттардың конфигурациясы негізінен негізгі метал мен жіктің балқулары сызығы пішінімен анықталады. Сызаттар металдың жоғары температуралық сынғыштықтары (ыстық сызаттар) немесе оның баяу бұзылуының (суық сызаттар) салдарынан пайда болады.



1.21-ші сурет. Дәнекерлеу жігі металындағы (а, б) және термиялық ықпал ету аймағындағы (в, г) бойлық сызаттар:

1 – термиялық ықпал ету аймағы

Ыстық сызаттар жоғары температуралар барысындағы кристалдану және қатты қалып үдерісінде (болаттарда олар 1000°C асатын температураларда пайда болады) қатты-сұйық қалыпта пайда болатын жік металы мен жік маңы аймағының сынғыштық кристаллит аралық бұзылулары болып табылады.

Ыстық сызаттар ирек, олардың бұрылыстары күңгірт түсті, қатты қышкылдандырылған және түйіршіктері шекаралары бойынша таралады.

Заманауи көріністерге сәйкес ыстық сызаттардың пайда болуы, сығымдау деформациясының ықпалымен және кристалдану үдерісінде түйіршіктер арасында сұйық қабаттың болуымен анықталады.

Металдың балку және толық қату температуралары арасындағы аралықта, қоспалар мен ластанулардың түйіршік аралық кеңістікке өтулері орын алады. Түйіршіктер арасында сұйық фазаның, қоспалардың және ластанулардың болуы, жіктің және жік маңы аймағының деформациялануға қабілеттілігін төмендетеді. Жіктің және негізгі металдың суып қалу барысындағы сызықтық және көлемдік отыруының әркелкілігі, жіктің бойымен және де көлденеңінен болатын микро және макроскопиялық сызаттарының себебі болатын, ішкі кернеулердің пайда болуына алып келеді.

Дәнекерлеу барысында ыстық сызаттардың пайда болуларының себептері:

- дәнекерленетін бөлшектер металдарындағы зиянды қоспалардың үлкен мөлшері (әсіресе күкірт пен фосфордың);
- жік металындағы түйіршіктер арасындағы байланысты бұзатын, қату температурасынан төмен химиялық қосылыстарды түзетін элементтердің болуы (хром, молибден, ванадий, вольфрам, титан);
- дайындамалардың суығанда жылжуларына кедергі келтіретін, дәнекерленетін дайындамалардың қатты бекітілулері немесе дәнекерлеу торабының жоғары қаттылығы.

Жік металының химиялық қаттылығы кристалданған сызаттардың түзілуінде маңызды рөл ойнайды. Жік металы құрамына кіретін элементтер, оның кристалданған сызаттардың түзілуіне төзімділігіне әрқалай ықпал етеді.

Зиянды қоспа күкірт болып табылады. Оның жік металындағы жоғары құрамы, оның кристалданған сызаттардың түзілуіне төзімділігін шұғыл төмендетеді. Күкірт жік металына негізгі метал және дәнекерлеу материалдарынан өтеді. Флюстар мен электродты жабындыларды пайдаланғанда, күкірт дәнекерлеу ваннасынан шлакқа өтеді.

Фосфор да негізінен зиянды қоспа болып табылады. Фосфор таза аустениттік құрылымды жіктер үшін неғұрлым қауіпті. Фосфор сонымен қатар бірқатар орташа қоспаланған болаттардың дәнекерлеу жіктеріндегі кристалдану сызаттарының пайда болуының себебі болып табылады.

Фосфордың зиянды ықпалын көміртек күшейтеді. Жік металына фосфор негізгі және дәнекерлеу материалдарынан келіп түседі.

Сызаттардың пайда болуына көміртегі үлкен ықпал етеді. көміртектің құрамы төмен дәнекерлеу сымы мен электродтық өзектерді қолдану, сонымен қатар жік металы құрамында негізгі металдың үлесін кеміту, ондағы негізгі және дәнекерлеу материалдарынан келіп түсетін көміртектердің көлемін төмендетуге мүмкіндік береді. Көміртектің құрамы түйіспенің конструкциясымен, алдын-ала қыздыру деңгейімен, жік металындағы басқа элементтердің (әсіресе, күкірттің) болуымен, жіктің пішінімен анықталады.

Кремний аустениттік хром никельді металдан жасалынған дәнекерлеу жіктерінде ерекше қауіпті, сонымен қатар көміртекті металдан жасалған жіктерде сызаттардың пайда болуына көмектеседі. Кремний жікке негізгі, дәнекерлеу материалдарынан және флюстен және электродты жабындыдан қалпына келунәтижесінде келіп түседі.

Көміртекті және төмен қоспаланған болаттарды дәнекерлеу барысында никель теріс ықпал көрсетпейді, өйткені ол дәнекерлеу жігіне негізгі және дәнекерлеу металдарынан келеді. Басқа бол ат т а р д ы д ә н е к е р л е у б а р ы с ы н д а н и к е л ь к р и с т а л д а н у сызаттардың түзілуіне көмектеседі, өйткені ол 1 ...2 % жоғары құрамы жағдайында күкірттің зиянды ықпалын күшейтеді.

Оттегі көміртекті және төмен қоспаланған конструкциялық болаттарды дәнекерлеу барысында жіктің соққы тұтқырлығын және аустениттік жіктердің икемділіктерін төмендетеді. Бірақ, ол жік металының күкірттің арқасында пайда болатын кристалдану сызаттарының түзілуіне төзімділігін арттырады.

Марганец кристалдану сызаттарының түзілуіне қосарланған ықпал жасайды: шамалы құрам жағдайында, ол металдың сызаттың пайда болуына төзімділігін арттырады, ал айтарлықтай құрамда (4% жоғары) оның пайда болуына алып келеді. Көміртекті, төмен қоспаланған және аустениттік хромникельді болаттарды дәнекерлеу барысында марганец күкірттің зиянды ықпалын азайта отырып, кристалдану сызаттарының түзілуінің алдын-алуға көмектеседі.

Осылайша, жік металының кристалдану сызаттарының түзілуіне төзімділіктерін арттыру мақсатында, ондағы зиянды элементтердің құрамын азайту және пайдалыларын көбейту қажет.

Созғыш кернеулермен күресу үшін, оларға дәнекерленетін бұйымдарды алдын-ала қыздыру, дәнекерлеу жіктерін салудың рационалды жүйеселігі, дәнекерлеу тәсілдері мен тәртіптері жататын технологиялық шаралар, кернеулердің төмендеуіне көмектесетін келесі конструктивті шаралар пайдаланылады: дәнекерлеу кон с т р у к ц и я с ы н ы ң э л е м е н т т е р і м е н т о р а п т а р ы н т и і м д і конструкциялау, дәнекерлеу жіктерінің санын және бытырап орналасуларын азайту, тораптардың аса қаттылықтарын жою, жиектерді бөлудің оңтайлы пішінін таңдау.

Жік металының ұсақ түйіршікті алғашқы құрылымының түзілуіне көмектесе және алғашқы кристалданудың сипатын өзгерте отырып, оның кристалданған сызаттардың пайда болуына төзімділігін арттыруға болады. Дәнекерлеу жылдамдығының артуы, дәнекерлеу тоғының төмендеуі, жіктегі қабаттар санының ұлғаюы кристалдану жылдамдығының ұлғаюына және металдың ұсақ түйіршікті құрылымының түзілуіне алып келеді. Дәнекерлеу ваннасы металының және электродының тербелісі, дәнекерлеу ваннасы металын кристалдандыру үдерісінде ультрадыбысты қолдану жік металында ұсақ түйіршікті алғашқы құрылымының түзілуіне алып келеді.

Жік металының кристалдану сызаттарының түзілуіне төзімділігінің артуын бағытталған кеңінен қолданылатын технологиялық тәсілдердің бірі, пісірменің пішінін өзгерту болып табылады (жік енінің оның балкуы тереңдігіне қатынасы). Жабынды электродтармен қолмен дәнекерлеу барысында және электршлакты дәнекерлеу барысында жіктердің пісірілулері коэффициенттері 2,5

...5,0, ал флюспендәнекерлеу барысында— 1...2 құрауы қажет.

Конструкциялық болаттарды дәнекерлеу барысында жік маңы аймағында ыстық сызаттардың түзілуінің алдын-алу үшін, жылудың минималды бөлінуін қамтамасыз етуші, оның орындалу тәсілдері мен тәртіптерін пайдалану ұсынылады.

Суық сызаттар металда аса жоғары емес температураларға (әдетте, 200 °С төмен) дейін суып қалғанда түзілетін, дәнекерлеу қосылыстарының жергілікті кристал аралық немесе транскристалдық бұзылымдары болып табылады. Жіктегі және аралық аймақтағы суық сызаттар, жікке кез-келген бұрыш бойынша орналасуы мүмкін. Бұрылыста олар жарқын немесе түссіз түстерінде болады.

Суық сызаттар негізінен перлиттік және мартенситтік сыныптардағы орташа қоспаланған және жоғары қоспаланған болаттардың дәнекерлеу қосылыстарына тән; төмен қоспаланған ферриттік-перлиттік болаттар және аустениттік сыныптағы жоғары қоспаланған болаттар қосылыстарында олар сирек кездеседі. Суық сызаттар кристалдықтармен салыстырғанда шамалы енге ие. Олар жік металында және жік маңы аймағында орналасады, ал кейде жік маңы аймағынан жік металына және кері қарай өтеді. Негізгілері жік маңы суық сызаттары болып табылады. Жіктегі суықсызаттардың пайда болуына, оның металындағы көміртек пен сутектің жоғары құрамы ықпал етеді.

Суық сызаттар дәнекерлегеннен кейін бірнеше минуттан кейін, сонымен қатар бірнеше сағаттан және тәуліктен кейін пайда болулары мүмкін. Суық сызаттардың пайда болуы шыңдау құбылыстарымен, дәнекерлеу кернеулерімен және сыртқы жүктемелерден келетін кернеулерімен шартталғаны белгілі.

Суық сызаттар негізінен отырғызу материалын дұрыс таңдамау және дұрыс емес дәнекерлеу техникасы салдарынан, үлкен қалыңдықтағы төмен қоспаланған болатты (көбіне өтпелі аймақта) доғалық дәнекерлеу барысында пайда болады.

Суық сызаттардың алдын-алу үшін келесілерді пайдаланады:

- дәнекерлеу алдында флюстар мен электродтарды қыздыру;
- дәнекерленетін дайындамаларды 250... 450 °С температурасына дейін алдын-ала қыздыру;
- дәнекерлеу үдерісін оңтайлы параметрлі тәртіпте жүргізу;
- жіктерді дұрыс жүйеліліктерде жасау;
- қосылыстарды дәнекерлегеннен кейін баяу суыту;
- дәнекерлеуден кейін қалдық кернеулерді алып тастауға арналған босаңсытуды қолдану.

Дәнекерлеу қосылыстарының жіктеріндегі ыстық және суық сызаттардың пайда болуларының ортақ себептері келесілер болып табылады:

- қосылыстардың шамадан тыс қаттылықтары;
- қосылыстардың аталмыш қалыңдықтарына арналған дәнекерлеу жігінің жеткіліксіз ені;
- дәнекерлеу технологиясын сақтамау немесе дұрыс таңдау жасамау;
- дәнекерлеу жігінде ақаулардың болуы, қосылыстарды дәнекерлеуге дұрыс емес дайындау;
- электродтардың қанағаттандырылғыш емес сапасы немес типтерінің дұрыс емес таңдалуы,
- жоғары күштегі дәнекерлеу тоғын пайдалану, бұл құрылымның ірі түйіршікті сынғыш учаскелерінің түзілуіне алып келуі мүмкін; дәнекерлеу технологиясын таңдау барысында есепке алынбаған,
- негізгі металдағы көміртектің немесе қоспа элементінің жоғары мөлшері.

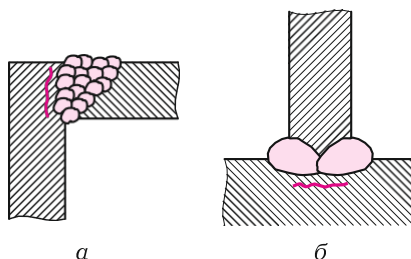
Дәнекерлеу қосылыстары жіктерінде сызаттардың пайда болуларының алдын-алу үшін келесілер қажет:

- жоғары қаттылықтағы қосылыстарды қолдануды жоққа шығару мақсатында, метал конструкцияның және дәнекерлеу технологиясын оңтайландыру;
- айтарлықтай қалыңдықтағы бөлшектерді дәнекерлеу барысында жіктің енін ұлғайту және жікті қысқа учаскелермен салу (200... 250 мм);

- дәнекерлеу жіктерінің жүйеліктерін қосылыстың артқы жақ учаскелері, ұзақ уақыт бойына пісірілмеген болып қала отырып, неғұрлым жоғары қозғалғыштықты сақтап қалатындай етіп таңдау қажет;
 - дәнекерлеу жіктерінің тұтастығын қамтамасыз ету;
 - жекелеген жағдайларда дәнекерленетін бөлшектердің алдын-ала қыздырылуын жүзеге асыру;
 - дәнекерленетін бөлшектердің немесе саңылаулы тораптардың жинақталуын тиісті технологияға және берілген металды дәнекерлеуге арналған белгіленген стандартты талаптарға әйкес жасау. Қажет болған жағдайда, саңылауды теңестіру үшін тартқыш жиналмалы құрал-жабдықтарды қолдану;
 - дәнекерлеу тоғының берілген күшінен аспау;
 - мүмкіндігінше көп өтпелі дәнекерлеу жігін орындау, өйткені мұндай жіктің алдыңғы қабаттарының босаңсуы оның сынғыштығын кемітеді;
 - дәнекерленетін бөлшектердің жиектерінің дайындалған бөлшектенуін, жік түбін дәнекерлеу аяқталғаннан кейін толтыру қажет, өйткені әдетте кернеулердің ықпалына түбір жігі түседі.
- Дәнекерлеу жігі металының отыруымен шартталған, үлкен кернеулердің болуы салдарынан түзілетін дәнекерлеу жігімен шекаралас негізгі металдағы бойлық сызаттар, жасырын, яғни бетке шықпайтын болып табылады (1.22-ші сурет). Жасырын сызаттар әдетте балку сызығы бойымен өтеді.
- Жасырын сызаттардың түзілулері мүмкіндігін төмендету үшін, дәнекерлеу кернеулерін төмендету қажет, бұл үшін: мүмкіндігінше көп өтпелі дәнекерлеуді жүзеге асыру, балқыған металдың әрбір қабатын сомдауды жүзеге асыру қажет;
- дайын торапты 590...650 °С температураында босату қажет (босаңсытудың ұзақтығы негізгі металдың әрбір 25 мм үшін 1 сағат есебімен анықталады);
 - тиісті технологиялық тәсілдерді қолдану, дәнекерлеу үдерісінде барлық дәнекерленетін бөлшектерге қозғалудың шектелмеген еркіндіктерін қамтамасыз ету;
 - ыстық және суық сызаттардың пайда болуына ыңғайлы болаттарды дәнекерлеу барысында, егер, бұл жағдайда қосылыстың талап етілетін беріктігі төмендемейтін болса, жоғары иілгіштіктегі аралық қабатты балкыту қажет.

Металдың қалыңдығы 20 мм болғанда таврлық қосылыстарды дәнекерлеу жағдайында, екі жақты дәнекерлеу жігінің бір жақтыға қарағанда шамалы кернеулерге алып келетінін ұмытпау қажет.

1.22 -ші сурет. Бұрыштық (а) және таврлық (б) қосылыстардың негізгі металдарының сығымдалуынан пайда болған жасырын сызаттар

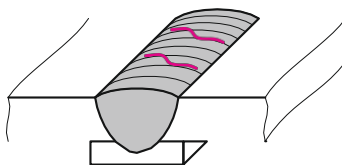


Сонымен бірге, жиектерінің бөлінуі болмайтын екі жақты жік үшін, жиектері бөлінбелі және түбір толықтай балқитын осыған ұқсас жікке қарағанда жік маңы аймағындағы төмен кернеулердің болуы тән. Үлкен қажетті бір жақты дәнекерлеу жігін, одан төмен катетті екі жақты жікпен алмастыру қажет. Бұрыштық қосылыстың жиектерін бөлу пішінін дұрыс таңдау, жасырын сызаттардың алдын-алудың неғұрлым тиімді шарасы болып табылады.

Қалыңдығы 5... 10 мм және ені дәнекерлеу жігінен 15...25 мм үлкен болатын жоғары иілгіштіктегі жұмсақ қабатты балқыма қаптау немесе жиектердің бірінің бетіне жоғары иілгіштіктегі білікшелерді салу жік маңы аймағындағы кернеуді айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді.

Дәнекерлеу жігі өзегіне перпендикулярлы бағытта бағдарланған **көлденең сызаттар** (1.23-ші сурет), жік металында, термиялық ықпал ету аймағында және негізгі металда пайда болуы мүмкін. Сызаттардың көлденең бағдарлануы дәнекерлеу кернеулерінің құрамдастарының бойлық ықпалымен байланысты. Көлденең сызаттардың пайда болу себептері, бойлықтардікі тәрізді болады. Көлденең сызаттар да ыстық және суық болады.

Радиалды сызаттар дәнекерлеу жігі металында, термиялық ықпал ету аймағында және негізгі металда пайда болуы мүмкін. Радиалдық сызаттардың конфигурациясы дәнекерлеу қосылысы аймағының макроқұрылымына және ондағы ішкі кернеулер сипаттарына байланысты. Радиалдық сызаттардың пайда болу себептері де, бойлықтардікі тәрізді.



1.23 -ші сурет. Дәнекерлеу жігіндегі көлденең сызаттар

Краатердегі сызат дәнекерлеу доғасын ұзу орнындағы дәнекерлеу жігінің бетіндегі ойық болып табылады. Мұндай сызаттар бойлық, көлденең және жұлдыз тәрізді болулары мүмкін олардың конфигурациясы дәнекерлеу қосылыстары аймақтарының микроқұрылымымен, сонымен қатар термиялық, фазалық және механикалық кернеулер сипатымен анықталады.

Дәнекерлеу қосылысының *бөлшек сызаттары* бір-бірлерімен өзара байланысты емес сызаттар тобы болып табылады. Бөлшек сызаттар дәнекерлеу жігі металында, термиялық ықпал ету аймағында және негізгі металды пайда болулары мүмкін. Олардың конфигурациясы дәнекерлеу қосылысы аймақтарының микроқұрлымына және термиялық, фазалық, жою және механикалық кернеулер сипаттарына тәуелді. Бөлшек сызаттардың түзілу себептері, бойлық сызаттікі тәрізді.

Дәнекерлеу қосылысының *салаланған сызаты* деп әртүрлі бағыттарда салаланулары бар сызаттар аталады. Салаланған сызаттар дәнекерлеу жігі металында, термиялық ықпал ету аймағында және негізгі металда болуы мүмкін. Олардың конфигурациясы дәнекерлеу қосылысы аймақтарының микроқұрлымына және термиялық, фазалық, жою және механикалық кернеулер сипаттарына тәуелді. Бөлшек сызаттардың түзілу себептері, бойлық сызаттікі тәрізді.

Қуыстар. Қуыс – бұл газбен толтырылған ерікті пішіндегі тұтас-сыздық.

Қуыстар – бұл газбен толтырылған, дөңгелек пішін қуысы түріндегі дәнекерлеу жігі ақауы. Мұндай қуыстардың көлемдері 2 мм аспайды.

Қуыстар түрлеріндегі ақаулар дәнекерлеу жіктері металдарында жиі кездеседі. Қуыстар пайда болу механизмі және дәнекерлеу ваннасындағы өтетін химиялық реакциялардың нәтижесі бола отырып, қосылыстарға ұқсас, бірақ соңғыдан айырмашылығы қатты заттан емес газдан тұрады.

Қуыстардың пайда болу себебі, олардың ерігіштіктерінің кемуі салдарынан суып қалған металдан бөлініп шығып үлгермеген газдардың және балқыған металдағы химиялық реакциялар нәтижесінде түзілген газдардың болуы болып табылады.

Болатты дәнекерлеу барысындағы, сутегі мен азоттың бөлінуі салдарынан қуыстардың түзілуі, бұл газдардың дәнекерлеу ваннасы металының катуы барысындағы ерігіштіктерінің шұғыл төмендеуінен орын алады. Қуыстар көміртегі оксидінің болуы салдарынан, дәнекерлеу ваннасы металының жеткіліксіз қышқылдануы барысында пайда болады.

Электршлақты дәнекерлеу барысында жік металы, электр доғалық дәнекерлеуге қарағанда қуыс түзуге неғұрлым төзімді болып табылады. Қуыстар бұл жағдайда бетке шықпайды, оның орнына нақты тәртіпсіз жіктің қимасы бойынша орналасады немесе жекелеген топтарға жинақталады.

Егер, кеуектілік шамадан тыс болмаса, онда ол әдетте, дәнекерлеу қосылыстарының беріктік қасиеттеріне айтарлықтай ықпал көрсетпейді.

Дәнекерлеу жігі металындағы қуыстардың пайда болуы келесілермен шартталады:

- электродтардың нашар сапасымен немесе типін дұрыс таңдамаумен;
- дәнекерлеудің технологиялық үдерісін дұрыс таңдамаумен;
- дәнекерлеу ваннасының болуының шамалы ұзақтығымен, оның салдарынан газдар балқыған металдан бөлініп шығып үлгермейді;
- негізгі және қоспа металдың төменгі сапасымен;
- қосылатын бөлшектердің жиектерінің нашар тазартылуымен.

Дәнекерлеу жігінің қалыптасуы аймағындағы жоғары температура, балқыған металдағы еріген газдардың мөлшерінің ұлғаюына және жік металында қуыстардың пайда болуына алып келеді.

Жабынды электродтармен дәнекерлеу барысындағы тоқтың жоғары күшін пайдалану, электрод жабындысынан қышқылдандырушы элементтердің жануын ұлғайтады, бұл дәнекерлеу ваннасындағы қышқылдандырғыштардың жеткіліксіз көлеміне алып келеді және оның салдарынан жік металында қуыстардың қалыптасуына алып келеді.

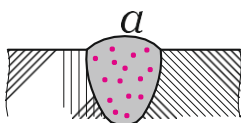
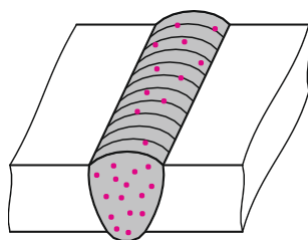
Дәнекерлеу жіктеріндегі қуыстар мен кеуектіліктердің болуын айтарлықтай төмендетуге, бірқатар жағдайларда тіпті оларға жол бермеуге технологиялық сипаттағы келесі шаралар мүмкіндік береді:

- электродтар типін дұрыс таңдау;
- электродтарды дәнекерлеу алдында қыздыру;
- дәнекерлеу ваннасының сұйық металын балқыманың ұзақ уақыт бойына болуын ұлғайту үшін араластыру;
- дәнекерлеу үдерісінде электродтың көлденең тербелістерін орындау;
- дәнекерлеу тоғының ұсынылатын (жоғары емес) күшін қолдану.

Негізгі және қоспа металдардың жоғары сапасы жайында күдік болған жағдайда, оларды сгерегация мен қосылыстардың болуына тексеру қажет.

Біркелкі бөлінген қуыстар (1.24-ші сурет) дәнекерленетін бөлшектердің жиектерінде таттың және майдың болуы жағдайында, сонымен қатар ылғалды немесе ірі флюсті пайдаланған жағдайда түзіледі.

Қуыстар тізбегі бір-бірлерінен олардың іштеріндегі ең үлкенінің көлемінің үш еселенген көлемінен кем қашықтықта орналасқан, әдетті жік өзегіне параллельді сызық бойынша орналасқан, дәнекерлеу жігіндегі топ болып табылады. Қуыстар тізбегінің пайда болуы негізінен ауаның дәнекерленетін бөлшектер жиектері арасындағы саңылауға сорылуымен байланысты.



б

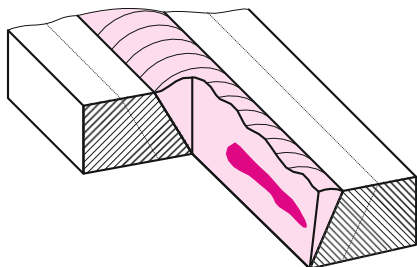
1.24 -ші сурет. Дәнекерлеу шегіндегі біркелкі бөлінген қуыстар (а) және мұндай жіктің рентгенограммасы (б)

Ұзынша қуыс дәнекерлеу жігі өзегі бойында орналасқан тұтассыздық болып табылады (1.25-ші сурет). Мұндай қуыстың ұзындығы, оның биіктігінен кем дегенде екі есе артық болады. Дәнекерлеу жігінің аталмыш ақауы, әдетте бір-бірлеріне балку ызықтарынан қарама-қарсы өсетін, бағандық кристаллиттер аймағының әлсіреген түйіспесінде пайда болады.

Тесік газдардың орасан бөлінуі нәтижесінде пайда болатын, дәнекерлеу жігіндегі шұңғыма тәрізді ойық болып табылады. Тесіктің пішіні мен қалпы дәнекерлеу ваннасының кристалдануы тәртібіне байланысты. Әдетте тесіктер топталады және «шырша» тәрізді бөлінеді.

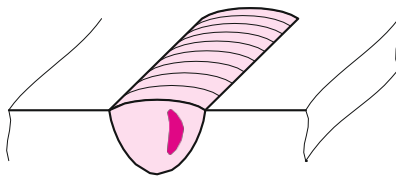
Тесіктің пайда болуы себептері:

- электрод тербелістерінің аса үлкен амплитудасы;
- негізгі металды дәнекерлеу үдерісіндегі артық қызу, әсіресе жұқа табакты;
- электрод жабындысындағы ылғалдың жоғарғы құрамы.



1.25 -ші сурет. Дәнекерлеу жігі металындағы ұзынша қуыс (үзік сызықтармен термиялық ықпал ету аймақтарының шекаралары көрсетілген)

1.26 -ші сурет. Дәнекерлеу жігі металындағы отырғызу қалқаны



Тесіктердің түзілуінің алдын-алу үшін келесілерді орындау қажет:

- электродтың тербелісін, оның төрт диаметріне тең мәнмен шектеу;
- дәнекерлеу қосылысы мен дәнекерленетін металдың қалыңдығын есепке ала отырып, дәнекерлеу тоғы күші мен электрод диаметрін дұрыстандау;
- электродтарды дәнекерлеудің алдында қыздыру.

Беткі қуыс дәнекерлеу жігі бетінде қалыптасқан тұтассыздық болып табылады.

Отырғызу қабыршағы (1.26-ші сурет) металды, оның кристалдандыру үдерісінде дәнекерлеу ваннасына отырғызу жағдайында пайда болған қуыс немесе ойық болып табылады. Ең ірі дәнекерлеу ақауларына жатқызылатын отырғызу қабыршақтары, әдетте дәнекерлеу жігінің бетіне перпендикулярлы.

Кратер дәнекерлеу жігі металын көлемдік отырғызу салдарынан білікшенің ұшында пайда болатын шұңқыр болып табылады. Кратердің көлемдері дәнекерлеу тәртібіне сәйкес болады. Кратерлер дәнекерлеу қосылыстарының беріктіктерін төмендетеді.

Қатты қосылыстар. Қатты қосылыс – бұл дәнекерлеу жігіндегі бөгде заттың (металдың немесе бейметалдың) бөлшегі болып табылады. Кем дегенде бір бұрышы бар қатты қосылыстар үшкір бұрышты деп аталады.

Шлақтық қосылыс шлақтың дәнекерлеу жігі металына себілуі болып табылады. Дәнекерлеуді жүргізудің нақты шарттарына сәйкес, шлақтық қосылыстар сызықтық, бытыраңқы және т.б. болулары мүмкін.

Электрод металын балқыту және одан әрі дәнекерлеу ваннасын кристалдандыру үдерісінде, метал, атмосфералық газдар, электрод жабындылары заттары және флюс арасында химиялық реакциялар орын алады. Бұл ретте пайда болатын реакциялар өнімдері, балқытылған металдан төмен тығыздыққа ие бола отырып, шлактүзе отырып оның бетіне жүзіп шығады, егер, бұған балқыманың жоғары қоймалжындығы, жылдам суып қалу немесе дәнекерлеу жігінің қалыптасу аймағындағы аса төмен температура кедергі келтірмеген жағдайда.

Жабындылы электродтармен дәнекерлеу барысында шлақтың бірқатар бөлігі, балқыған металдың бетінде түзілуі мүмкін.

Шлак та доға қысымының ықпалымен дәнекерлеу ваннасының тереңіне тартылуы мүмкін, ал бұдан бөлек, ол доғаның алдынан ағып шығуы және ол жерден балқыған металды ығыстыруы мүмкін.

Ірі шлак қосылыстары және бір-бірлеріне жақын орналасқан шлак қосылыстары, дәнекерлеу қосылыстарының беріктіктерін айтарлықтай төмендетеді. Мұндай қосылыстарды одан әрі ақаулы учаскеге дәнекерлеу асты жігін сала отырып механикалық жолмен жою қажет. Дәнекерлеу қосылыстарының беріктіктеріне ықпал етпейтін және шағын көлемдердегі шлак қосылыстарын жою әдетте талап етілмейді.

Шлак қосылыстары, қуыстар тәрізді жіктің қимасын әлсіретеді, оның беріктігін төмендетеді және кернеулер концентраторлары болып табылады. Шлак қосылыстары балқытылған металдың жекелеген қабаттарының арасында немесе ішінде орналасады және шлакпен толтырылған тұтассыздық болып табылады. Олар көр қабатты дәнекерлеу барысында шлақты толық емес жою, сапасыз электродтарды пайдалану (жабындының бөліктерінің дәнекерлеу ваннасына түсулері), дәнекерленетін жиектерде ластанудың, қақтың және таттың болуы салдарынан түзіледі.

Дәнекерлеу жігі металына дәнекерлеу доғасының қысымының ықпалымен түскен немесе химиялық реакциялар нәтижесінде пайда болған шлак қосылыстары, әдетте ұсақ және дөңгелек пішінге ие болады. Мұндай қосылыстар төбедегі қалыпта дәнекерлеу барысында жиі кездеседі.

Шлак қосылыстарының пайда болуының алдын-алуға дәнекерленетін бөлшектердің және бұған дейінгі орындалған жиектерді тиісті дайындау арқылы (әрбір жікті дәнекерлеу алдында) болады. Бұл ретте толық балқуы қиындатылған, тұтассыздықтардың пайда болуының алдын-алуға айрықша назар аудару қажет.

Дәнекерлеу ваннасының балқыған металынан шлақтың бөлінуі, оның қоймалжыңдығының төмендеуімен немесе кристалданудың баяулауымен жеңілдетіледі, мысалы алдын-ала қыздыру және погондық энергияны арттыру арқылы.

Флюстік қосылу дәнекерлеу жігі металындағы флюс бөлшегі болып табылады. Дәнекерлеу шарттарына байланысты флюстік қосылыстар сызықтық, бытыраңқы және т.б. болулары мүмкін. Флюстік қосылыстардың пайда болуының алдын-алу себептері мен тәсілдері шлак қосылыстарынікіндей.

Оксидтік қосылыс, оның қатуы үдерісінде түскен метал оксиді бөлшегі болып табылады.

Металдық қосылыс дәнекерлеу жігі металынағы бөгде метал (вольфрам, мыс және т.б.) бөлшегі болып табылады.

Балқымаулар және шала пісірілімдер. *Балқымау* – дәнекерлеу жігі металы мен негізгі металдың немесе бір-бірлеріне жалғасып жатқан дәнекерлеу жігі білікшелері арасындағы жалғанымның жоқтығы. Балқымауларды жиек және дәнекерлеу жігі түбіріндегі қиғаштық бойынша айырады. Балқымаулардың пайда болу себептері келесілер:

- негізгі металдың немесе бұған дейінгі балқытылған білікшелері металдарының балқутемпературасының жергілікті жетіспеушілігі;
- дәнекерленетін бөлшектердің жиектерінің ластануы немесе оларды дұрыс емес дайындау (мысалы, жиектер қиғаштығының төмендетілген бұрышы);
- флюсте негізгі металдың немесе бұған дейінгі балқытылған білікшелері металының бетіндегі, оксидтер мен бөгде заттардың толық емес балқуы;
- дәнекерлеу тоғының жеткіліксіз күші;
- дәнекерлеудің жоғарыжылдамдығы;
- дәнекерлеу доғасының адасуы;
- жіктің алдыңғы қабаттары бетінің нашар тазалануы;
- металдың дәнекерлеу доғасының астына ағуы.

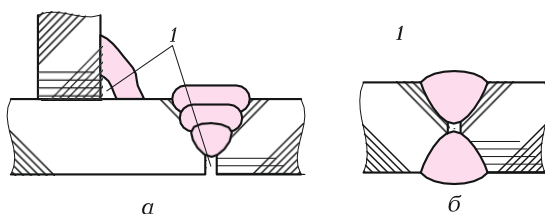
Балқымаудың алдын-алу үшін негізгі металдың дәнекерленетін жиектерін үлкен тереңдікте балқыту талап етілмейді. Дәнекерлеу ваннасында негізгі, электродты және қоспа металдарды араластыруды қамтамасызету жеткілікті.

Балқымаудың алдын-алу үшін келесілер қажет:

- дәнекерленетін жиектердің беттерін ластанулардың мұқият тазарту;
- жиектердің терең тар бөлікшесі жағдайында, жиектердің мұқалулары аймақтарына дейін жетулері мүмкін, шағын диаметрлі электродтарды пайдалану;
- дәнекерлеу тоғы күшін дұрыс пайдалану;
- үлкен қалыңдықтағы бөлшектерді дәнекерлеу барысында, электродтың аталмыш диаметріне қойылған дәнекерлеу тоғы күшін ұлғайту;
- электродтың көлденең тербелістерін, жиектерді балқыту үшін жеткілікті амплитудада орындау;
- негізгі металды жақсы ылғалдандыратын қоспа және электрод металын пайдалану.

Шала пісірілім (1.27-ші сурет) – бұл дәнекерлеу жігінің бұған дейінгі орындалған білікшелері беттерінің немесе жиектерінің толық емес балқуы салдарынан балқымау түріндегі дәнекерлеу қосылысы ақауы.

Шала пісірілім дәнекерлеу қосылысының механикалық көрсеткіштерін шұғыл төмендетеді. Негізгі металдың қалыңдығының 25% тереңдігіндегі шала пісірілім, температура -45°C дейін төмендегенде дәнекерлеу қосылысының бұзу кернеуін екі есеге төмендетеді.



1.27 -ші сурет. Дәнекерлеу жіктерінің бұрыштық және түйіспе бір жақты (а) және түйіспе екі жақты (б) түбірлерінің шала пісірілімдері:
1 – шала пісірілімдер

Шала пісірілімнің қосылыстардың иілгіштіктеріне теріс ықпалдары одан да артық көрініп тұр. Ол кернеулердің концентраторы бола отырып сызаттардың пайда болуына алып келуі мүмкін. Шала пісірілім жіктің түбірінде, бұрыштың жоғарысында (бұрыштық жіктерде), сонымен қатар жиектерде түзілуі мүмкін.

«Шала пісірілім» термині келесі себептер бойынша дәнекерлеу жігінің түбірінде түзілген балқымауды сипаттайды:

- дәнекерлеу жоғасының негізгі металды балқытуға арналған жеткіліксіз қуаттылығы;
- дәнекерленетін бөлшектердің ластанған беттері;
- бұл аймаққа дәнекерлеу доғасының жылу энергиясының түсуіне кедергі келтіретін, сұйық метал қабатының түзілуімен қоса жүретін, жиектердің мұқалулары аймағы үстіндегі дәнекерлеу ваннасы бөлігінің артық қызуы.

Доғалық дәнекерлеу барысында дәнекерлеу доғасы, электрод пен дәнекерленетін бөлшектің беті арасында өздігінен орнатылатын болады. Негізгі металдың басқа учаскелері негізінен жылу өткізгіштік есебінен қыздырылады. Дәнекерленетін бөлшектердің үлкен қалыңдықтарында жылу өткізгіштік, қосылыстың түбірлік бөлігіне қол жеткізу үшін қажетті жылу мөлшерін беруді қамтамасыз етпеуі мүмкін. Шала пісірілім, оған созығыш немесе иілгіш кернеулер ықпал еткен кезде дәнекерлеу жігінің бұзылуына алып келеді. Тіпті, егер конструкциядағы пайдаланушылық кернеулер дәнекерлеу жігінің шала пісірілімі орнында созуға немесе иілуге алып келмесе де, дәнекерленетін бөлшектердің дәнекерлеу үдерісіндегі ішкі отырғызу кернеулері мен одан кейінгі деформациялану, шала пісірілім орын алған қимада сызаттардың пайда болуының себебі болады. Бұл сызаттар дәнекерлеу жігінің одан кейінгі қабаттарын салғанда таралулары және тіпті, металдың оның бүкіл қалыңдығы бойынша шытынауларына алып келуі мүмкін.

Сонымен бірге, тіліктердің түзілулерінің алдын-алу үшін, бірінші жағдайда арнайы тәсілдерді пайдалану қажет, яғни электродтың дәнекерленетін жиектер бойымен жылжулары жылдамдықтарын төмендету және олармен көлденең тербелістер жасау, ал екінші жағдайда тіпті жоғары біліктілікті дәнекерлеушілердің өздері олардың пайда болуларының алдын-ала алмайды.

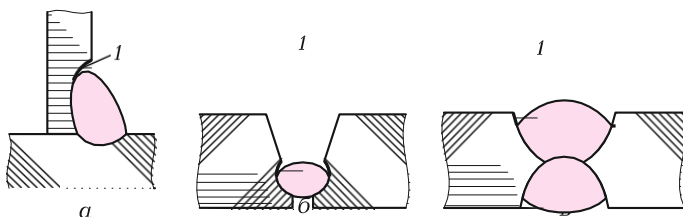
Тілік өте қауіпті ақаулардың қатарына жатады, сондықтан ол пайда болғанда, аталмыш қосылысты дәнекерлеуді, мұндай ақаулардың пайда болуын жоққа шығаратын, шараларды қабылдап ғана жалғастыруға болады. Дәнекерлеу қосылыстарының бетінде пайда болатын тіліктер, олардың беріктіктерін айтарлықтай төмендетеді, және сондықтан оларға жол берілмеуі қажет.

Отырғызу жырашығы металдың балқу шекарасы бойынша отыруы себебінен пайда болған, бір жақты дәнекерлеу жігі түбірі тарапынан болған тілік болып табылады. Отыру балқыған метал көлемі ұлғайғанда, дәнекерленетін жиектердің аса үлкен қиғаштықтарында ұлғаятын болады.

Түйіспе және бұрыштық жіктердің аса артық дөңестігі дәнекерлеу тәртібінің бұзылуы – дәнекерлеу тоғы күшінің төмендеуі салдарынан, жікке келіп түскен қалдық металдың аса артық мөлшері жағдайында пайда болатын ақау болып табылады.

Жік түбірінің аса артық дөңестігі (1.29-шы сурет) түйіспе қосылыстың артқы бетінде металдың өте көп мөлшері түріндегі ақау болып табылады. Әдетте бөлшектің дұрыс емес пішіні немесе дәнекерлеу технологиясының бұзылуы салдарынан пайда болатын аталмыш ақау жергілікті немесе ұзынша болуы мүмкін.

Дәнекерлеу жігі дұры семес профилі (1.30-шы сурет) негізгі метал мен дәнекерлеу жігі бетіне қатысты жазықтық беті арасындағы, белгіленген мәннен кем θ бұрышында түзіледі. Жіктен негізгі металға шұғыл өту ретіндегі пайда болатын аталмыш ақау, дәнекерлеу тәртібі бұзылғанда немесе дәнекерлеушінің ұқыпсыз жұмысы салдарынан пайда болады.



1.28 -ші сурет. Бұрыштық (а) және түйіспелі бір жақты(б)және екі жақты (в) дәнекерлеу жіктеріндегі балқу аймақтары тіліктері:
1 – тіліктер

Сонымен бірге, тіліктердің түзілулерінің алдын-алу үшін, бірінші жағдайда арнайы тәсілдерді пайдалану қажет, яғни электродтың дәнекерленетін жиектер бойымен жылжулары жылдамдықтарын төмендету және олармен көлденең тербелістер жасау, ал екінші жағдайда тіпті жоғары біліктілікті дәнекерлеушілердің өздері олардың пайда болуларының алдын-ала алмайды.

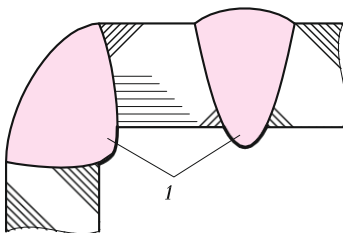
Тілік өте қауіпті ақаулардың қатарына жатады, сондықтан ол пайда болғанда, аталмыш қосылысты дәнекерлеуді, мұндай ақаулардың пайда болуын жоққа шығаратын, шараларды қабылдап ғана жалғастыруға болады. Дәнекерлеу қосылыстарының бетінде пайда болатын тіліктер, олардың беріктіктерін айтарлықтай төмендетеді, және сондықтан оларға жолберілмеуі қажет.

Отырғызу жырашығы металдың балқу шекарасы бойынша отыруы себебінен пайда болған, бір жақты дәнекерлеу жігі түбірі тарапынан болған тілік болып табылады. Отыру балқыған метал көлемі ұлғайғанда, дәнекерленетін жиектердің аса үлкен қиғаштықтарында ұлғаятын болады.

Түйіспе және бұрыштық жіктердің аса артық дөңестігі дәнекерлеу тәртібінің бұзылуы – дәнекерлеу тоғы күшінің төмендеуі салдарынан, жікке келіп түскен қалдық металдың аса артық мөлшері жағдайында пайда болатын ақау болып табылады.

Жік түбірінің аса артық дөңестігі (1.29-шы сурет) түйіспе қосылыстың артқы бетінде металдың өте көп мөлшері түріндегі ақау болып табылады. Әдетте бөлшектең дұрыс емес пішіні немесе дәнекерлеу технологиясының бұзылуы салдарынан пайда болатын аталмыш ақау жергілікті немесе ұзынша болуы мүмкін.

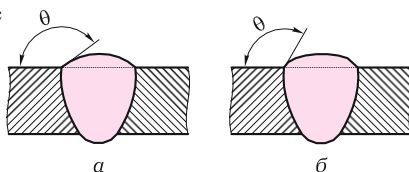
Дәнекерлеу жігі дұрыс емес профилі (1.30-шы сурет) негізгі метал мен дәнекерлеу жігі бетіне қатысты жазықтық беті арасындағы, белгіленген мәннен кем θ бұрышында түзіледі. Жіктен негізгі металға шұғыл өту ретіндегі пайда болатын аталмыш ақау, дәнекерлеу тәртібі бұзылғанда немесе дәнекерлеушінің ұқыпсыз жұмысы салдарынан пайда болады.



1.29 -шы сурет. Дәнекерлеу қосылыстарының бұрыштық және түйіспелі жіктері түбірінің артық дөңестіктері:

1 – артық дөңестіктер

1.30 -шы сурет. Дәнекерлеу жіктерінің дұрыс (а) және дұрыс емес (б) профильдері



Қатпар дәнекерлеу жігі металының негізгі металдың бетіне немесе олармен қосусыз бұған дейін орындалған білікшенің ағуы түріндегі ақау болып табылады. Қатпар жекелеген қатып қалған тамшылар түріндегі жергілікті болуы мүмкін, бірақ жік бойымен айтарлықтай ұзақтыққа да ие болуы мүмкін.

Қатпардың пайда болуы себептері:

- дәнекерлеу тоғы күшінің аса үлкен мәндері және ұзын дәнекерлеу доғасы жағдайындағы кернеулер;
- дәнекерлеудың жоғары жылдамдығы;
- электродтың дұрыс емес орналасуы;
- дәнекерленетін бөлшектердің жоғары және төмен қарай дәнекерлеу барысындағы үлкен бұрышы.

Сақиналық жіктерде қатпарлар электродтың төбеден жеткіліксіз немесе артық ауытқулары барысында түзіледі.

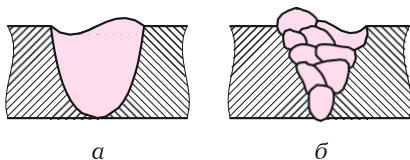
Қатпарлар жиектердің жасырын шала пісірілімдерімен бірге жүруі мүмкін, сондықтан оларды кесіп отыру, ал олардың орналасқан орындарын дәнекерлеп отыру қажет.

Жиектердің жылжулары дәнекерленетін жиектердің бір- бірлеріне қатысты дұрыс емес орналасулары болып табылады. Жиектер технологиялық үдерістің (бөлшектерді дәнекерлеу үшін жинақтау тәртібінде, оларды бекіту әдісі және жинақтауды бақылау тәсілі) қолайлыдан ауытқуы жағдайында дәнекерлеу үдерісі барысында орындарынан жылжиды.

Дәнекерлеу жігінің күйіп қалуы метал бөлігінің дәнекерлеу ваннасынан ағып шығуы нәтижесінде пайда болған, жіктегі өтпелі саңылау түріндегі ақау. Күйіп қалудың себептері дәнекерленетін жиектердің жеткіліксіз мұқалулары, олардың арасындағы аса үлкен саңылау, дәнекерлеу оттықтары жалынының жоғары тоғы мен қуаттылығы, дәнекерлеудің төмендегілген жылдамдығы және флюстік жастықшаның нашар қысылуы болуы мүмкін.

Күйіп қалулар жол берілмейтін ақаулар болып табылады олардың орналасқан орындарын мұқият тазарту және қайтадан пісіру қажет.

Жиектер бөліктерінің толық толтырылмауы (1.31-ші сурет) дәнекерлеу барысындағы қоспа металдың жеткіліксіздігі салдарынан түзілген, дәнекерлеу жігі бетіндегі бойлық үздіксіз немесе үзікті жырашықтар түріндегі ақау болып табылады.



1.31 -ші сурет. Бір өтпелі (а) және көп өтпелі (б) түйіспелі дәнекерлеу жіктері жиектерінің толық емес толтырылуы

Бұрыштық жіктің аса үлкен ассиметриясы оның катеттерінің айтарлықтай айырмашылықтары салдарынан пайда болатын ақау болып табылады.

Жіктің біркелкі емес ені оның дәнекерлеу жігі бойында белгіленген мәнінен ауытқуы түріндегі ақауды көрсетеді. Қолмен дәнекерлеу барысында аталмыш ақау электродты дұрыс емес жүргізу, жік ұзындығы бойынша бөлінудің әртүрлі бұрыштары және дәнекерлеудің дұрыс емес тәртібі салдарынан, ал автоматты дәнекерлеуде – дәнекерлеу жылдамдығы мен электрод сымының берілуі жылдамдығының өзгеруі салдарынан пайда болады. Жік енінің айтарлық өзгерістері шала пісірілімдердің түзілуіне алып келулері мүмкін.

Жіктің тегіс емес беті оның қабыршықтығымен, яғни дәнекерлеу жігінің бетінде дөңестер мен ойыстардың болуымен байланысты ақау болып табылады. Аталмыш ақаудың пайда болуы себептері келесідей:

- дәнекерлеу тоғы жоғары күші;
- электродты дұрыс пайдаланбау;
- доғаның аса жоғары немесе төмен кернеуі;
- пайдаланылатын электродтардың төмен сапасы;
- дәнекерлеуді бұл электродтарға арналмаған кеңістіктік қалыпта орындау;
- бөлшектерді дәнекерлеуге дұрыс емес дайындау;
- қуат беруші кернеулердің тербелістері;
- беруші роликтердегі дәнекерлеу сымының тайып кетуі;
- дәнекерлеудің тұрақты емес жылдамдығы;
- электродты еңкейту бұрышын дұрыс таңдамау.

Жік түбірінің ойыстығы оның отыруы салдарынан пайда болған, бір жақты дәнекерлеу жігінің кері жағының бетінің шұңқыр түріндегі ақауы болып табылады. Аталмыш ақау дәнекерлеу үдерісі параметрлерінің номиналдық мәндерден ауытқуы барысында пайда болады.

Кратерлер. *Кратер* – бұл механикаландырылған тәсілімен орындалған дәнекерлеудің ұшындағы немесе қолмен дәнекерлеу барысында электродпен пісірілген учаске соңындағышұғыл үзілу салдарынан түзілетін дәнекерлеу ваннасы металындағы шұңқыр.

Кратерлер сызаттардың пайда болу ошақтары болулары мүмкін. Бұдан бөлек кратердің орналасу орнында жік төмендетілген қимаға ие. Тиісінше, кратерлердің пайда болуларының алдын-алу бойынша шараларды қабылдау қажет. Ең алдымен, технологиялық шығыс планкаларын пайдалану қажет, ал олар болмаған жағдайда қолмен дәнекерлеу барысында кратерді мұқият пісіру, ал дәнекерлеу доғасын жіктің пісірілген учаскесінде ұзу қажет. Кратерді негізгі металға шығарудың қажеті жоқ.

Басқа да ақаулар. Басқа да ақауларға 1.1-ші кестеде келтірілген, 1...5 топтарға қосуға болмайтын дәнекерлеудің барлық ақаулары жатады.

Кездейсоқ доға дәнекерлеу доғасының бұл бетпен кездейсоқ жанасуы барысындағы қозуы салдарынан түзілетін және беттерінің астында сызаттар болулары мүмкін, шамалы ағартылған нүктелер болып табылатын, негізгі металдың бетінің ақауы болып табылады. Аталмыш ақауды түзету қажет.

Метал шашырандылары дәнекерлеу қосылыстары бетіндегі қатып қалған метал тамшылары түріндегі ақау болып табылады.

Вольфрам шашырандылары негізгі металдың немесе дәнекерлеу жігінің қатып қалған металының бетіне электродтың балқытылған аймағынан лақтырылған вольфрам бөлшектері болып табылады. Егер, вольфрамның бөлшектері жік металында қалып қалатын болса, бұл ақау вольфрам қосылыстары деп аталады.

1.4. ДӘНЕКЕРЛЕУ АҚАУЛАРЫ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫСҚА ҚАБІЛЕТТІЛІКТЕРІНЕ ЫҚПАЛЫ

Дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылау және олардың пайдалануға жарамдылықтарын бағалау барысында, сыртқы және ішкі ақаулардың конструкцияның беріктік сипаттамаларына ықпалы деңгейін білу қажет. Бұл сұрақты зерттеу практикалық, сонымен бірге теориялық көзқарастан айтарлықтай қиындықтармен байланысты. Көптеген жағдайларда, қандай да бір ақаудың конструкциялардың жұмысқа қабілеттіліктеріне ықпалдары деңгейін экспериментті – ақаулы және ақаусыз үлгілерді сынақтан өткізу жолымен жүргізеді.

Конструкцияларды пайдалануға тапсырғанда, ең алдымен, оның жұмысқа қабілеттілігіне ықпал ететін сыртқы ақаулардың рұқсат етілетіндігін бағалайды. Сыртқы ақаулар түрлері және олардың әдетті конструкцияны дайындауға арналған техникалық шарттардағы көрсетілетін рұқсат етілген көлемдері, оны пайдалану шарттарына тәуелді. Жіктің артық деңсестігінің дәнекерлеу торабы мен конструкциясының статикалық беріктігін төмендетпейтіні, бірақ олардың дірілге беріктіктерінің айтарлықтай төмендетіні анықталған.

Бұл ақау және дәнекерлеу жігінің бетіне қатысты, негізгі метал мен жазықтық бетінің арасындағы кемітілген бұрыш, дәнекерлеу қосылысының төзімділігі шегін айтарлықтай төмендетеді.

Осылайша, жіктің артық дөңестігі, дірілді, динамикалық және қайталама-статикалық жүктемелерде жұмыс істейтін, дәнекерлеу қосылыстарындағы жік металы сапасын арттыру мақсатында, дәнекерлеудің технологиялық үдерісінде қамтамасыз етілетін барлық артықшылықтардың жоғалуына алып келуі мүмкін.

Тіліктер қауіпті сыртқы ақаулар болып табылады. Олардың циклдік жүктемелер астында жұмыс істейтін конструкцияларда болуына жол берілмейді, бірақ негізгі металдың қалыңдығының 5% аспайтын шамалы тереңдіктегі тіліктер, статикалық жүктемелер жағдайларында пайдаланылатын конструкцияларда рұқсат етілген деп есептелінеді.

Қатпарлар жіктердің сызбаларын шұғыл өзгерте отырып, кернеулер координат орларын түзеді және осылайша конструкциялардың төзімділіктері шектерін төмендетеді. Үлкен ұзындыққа ие қатпарлар жол берілмейтін ақаулар деп есептелінеді, өйткені олар тек кернеулердің шоғырлануына ғана алып келмейді, сонымен бірге көбіне шала пісірілімдерге де алып келеді. Дәнекерлеу тәртіптерінің белгіленгеннен кездейсоқ ауытқуларымен шартталған шағын жергілікті қатпарларды, рұқсат етілетін ақаулар деп санауға болады.

Кратерлер, күйіп қалулар тәрізді кез-келген жағдайда рұқсат етілмейтін ақаулар деп саналады және түзетілулері қажет.

Статикалық жүктемеде пластикалық материалдардың беріктіктерінің төмендеуі (мысалы, алюминий қоспалары) шала пісірілімнің тереңдігіне пропорционалды. Иілгіштіктері төмен және беріктіктері жоғары материалдарда, сонымен қатар динамикалық немесе дірілдік жүктемелерде көрсетілген тәуелділік бұзылады.

Қималарының сомалық аумақтары жік қимасының 5...10% ғана құрайтын қуыстар мен шлак қосылыстары, дәнекерлеу қосылысының статикалық беріктігіне аз ықпал етеді. Айтарлықтай дөңестікке ие жіктер үшін, ақаулардың сомалық аумағының көлденең қимадағы жік аумағынан үлесі 10...15%, албірқатар конструкциялар үшін (төсеме бөлшектер, арматуралар түйіспелері) ақаулардың орналасқан орындарына байланысты – 10...25 % құрайды.

Сызаттар, оксид пленкалары және балқымаулар тәрізді ақаулар рұқсат етілмейтін болып табылады.

Дәнекерлеу қосылысының сапасын қорытынды бағалау үшін, сынақтар негізінде белгіленетін, ішкі ақаулардың рұқсат етілетін параметрлерін білу қажет.

Дәнекерлеу бұйымдарындағы қандай да бір ақаудың рұқсат етілуі деңгейі, оны дайындауға арналған техникалық шартармен, ал жалпы құрылыстық міндеттегі өнімдердегі - тиісті нормалармен реттеледі.

Көтергіш және қоршаушы конструкциялар (ҚНЖЕ 3.03.01 –

87). Мұндай конструкцияларда келесілердің болуына жол берілмейді:

- барлық түрдегі және көлемдегі сызаттар, дәнекерленетін металдың қалыңдығының 5% артық тереңдіктегі немесе 1 мм артық тіліктер;
- биіктігі бойынша метал қалыңдығының 5% асатын немесе екі жағынан дәнекерлеу үшін қол жетімді қосылыстарда және 2 мм артық, және бағалау учаскесінің қосарланған ұзындығын құрайтын, олардың максималды ұзындығы жағдайындағы төсемелердегі қосылыстарда жік түбіндегі шала пісірілімдер;
- бір жағынан дәнекерлеу үшін қол жетімді қосылыстардағы және төсемесіз, дәнекерленетін металдың қалыңдығының биіктігінің 15% асатын немесе 3 мм артық қосылыстардағы жік түбіріндегі шала пісірілімдерде;
- биіктігі 0,5h артық және ұзындығы бағалау учаскесінің 1 ұзындығынан артық ұзындықтағы тізбектер мен жиынтықтарды құрайтын, сонымен қатар S/h қатынасынан артық ұзындықтағы ұзартылған ақауларды құрайтын ұзартылған және сфералық жалғыз ақаулар (1.2-ші кесте);
- жік ұзындықтары бойынша шекаралас балқымаулар, қуыстар тізбектері және жиынтықтары (жақын жатқан ұштары арвасындағы қашықтықтары 200 м кем);
- S сомалық аумақтары, жіктің бағалау учаскесіндегі бойлық қимасында 1.2-ші кестеде келтірілген мәндерден артық болатын ақаулар.

Ақауларды бағалау барысында, сфералық қуыстар мен қосылыстардың h биіктіктері ретінде, олардың радиограммадағы бейнелерін қабылдау қажет, ал ұзартылған қуыстар мен қосылыстары үшін – олардың ендерін қабылдау қажет.

Аппаратураның мүмкіндіктеріне байланысты ультрадыбыстық бақылауды жүргізген жағдайда, 1.3-ші кестеде келтірілген деректерді басшылыққа алу қажет.

1.2-ші кесте. Дәнекерлеу қосылыстарының дәнекерлеу элементтерінің әртүрлі қалыңдықтарындағы жалғыз ақауларының рұқсат етілген көлемдері

Элементтер қалыңдығы, мм	h , мм	S , мм ²	l , мм
> 4... 8	0,8...1,2	3.6	15.20
>8... 812	1,6...2,0	8.10	20.25
> 12... 16	2,4... 2,8	12. 14	25
> 16... 20	3,2... 3,6	16. 18	25

1.2-ші кесте. Дәнекерлеу қосылыстарының дәнекерлеу элементтерінің әртүрлі қалыңдықтарындағы жалғыз ақауларының рұқсат етілген көлемдері

Элементтер қалыңдығы, мм	S, мм ²	S _j , мм ²	n	l, мм
> 6..10	5	7	1	20
> 10.20	5	7	2	25
> 20...30	5	7	3	30

Ескерту. S және S_j – тиісінше ең төменгі іздеу және рұқсат етілетін бағалау жалғыз ақауларының тіркелетін баламалы аумақты; n – участка ұзындығы бағалау учаскесіндегі жалғыз ақаулардың рұқсат етілетін саны.

Газ тарату жүйелері (ҚНЖЕ 42-01 – 2002). Газ құбырларының дәнекерлеу жіктерінде келесілердің болуына жол берілмейді:

- жікті бөлу бойынша шала пісірілімдер;
- құбырдың қабырғасының 10% артық тереңдіктегі жік түбіріндегі шала пісірілімдер, сонымен қатар тереңдіктеріне қарамастан, жік периметрінің ¼ артық жік түбіріндегі сомалық ұзындықтағы шала пісірілімдер;
- радиограмманың кез-келген аумағында ұзындығы 100 мм және тереңдігі құбыр қабырғасының қалыңдығының 10% асатын, МемСт 23055 – 78 бойынша дәнекерлеу қосылыстарының 6 сыныбы үшін арналып жасалынған, жоспардағы ақаулардың рұқсат етілетін мәндерінен асатын көлемдегі қуыстар мен басқа да қосылыстар.

Егер, электр доғалық дәнекерлеумен орындалған жіктің ақаулы бөлігінің ұзындығы, түйіспе периметрі ұзындығының 25% кем көлемін құраса, бұл жікті түзетуге рұқсат етіледі. Басқа жағдайда, сонымен қатар газбен дәнекерлеумен жасалынған жіктерде түзетулерге жол берілмейді.

Ақауларды қайталама жөндеу және сомдаумен түзетуге тыйым салынады.

Магистралды құбырлар (ҚНЖЕ 111-42 – 80). Магистралды газ және мұнай құбырларында келесілердің болуына жол берілмейді:

- ұзындығы түйіспе периметрінің 1/6 артық (жіктің 500 мм арналған 30 мм артық ұзындықтағы тізбектер мен жиынтықтамалар) және негізгі металдың қалыңдығының 10% артық тереңдіктегі жік түбіріндегі шала пісірілімдерге, тізбектерге және қуыстардық жиынтықтарына, ұзартылған қуыстарға, шлак қосылыстарға;
- і ш т е н д а н е к е р л е у б а р ы с ы н д а ғы т ү з і л е т і н құбырлар түйіспелеріндегі шала пісірілімдерге;
- олардың арасындағы қашықтық металдың қалыңдығының үш есесінен артық және оның екі қалыңдығынан артық жағдайдағы тереңдігі 15% артық, метал қалыңдығының 20% артық тереңдіктегі сфералық қуыстарға. Қуыстардың көлемдері 2,7 мм аспауларықажет;

- ұзындықтары жіктің 350 мм 50 мм артық болатын және тереңдігі қалыңдықтың 10% асатын және 1 мм артық шала пісірілімдер мен шлак қосылыстары үшін.

Жылу желілері (ҚНЖЕ 3.05.03 – 85). Ростехнадзорға бағынышты емес жылумен жабдықтау құбырларында, келесілердің болуына жол берілмейді:

- жалпы ұзындығы қосылыстың ішкі периметрінен 1/3, ал биіктігі (тереңдігі) қабырғаның номиналды қалыңдығының 10 % артық болатын, электр доғалық дәнекерлеумен орындалған, жік түбіріндегі шала пісірілімдерге, ойыстықтарға және балқытудың артуына;
- көлемдері кез-келген жіктің 100 мм бойынша МемСт 23055- 78 бойынша дәнекерлеу қосылыстарының 7-ші сыныптарына арналған максималды рұқсат етілетін көлемдерден асатын қуыстар мен қосылыстарға.

Осы талаптар сумен жабдықтаудың және кәріз жүйесінің сыртқы желілеріне қойылады (ҚНЖЕ 3.05.04 – 85). Ростехнадзорға бағынышты жылумен жабдықтау құбырларында, көлемдері 1.4-ші кестеде көрсетілген мәндерден асатын қуыстар мен қосылыстардың болуына жол берілмейді.

Технологиялық құбырлар (ҚНЖЕ 3.05.05—84). Дәнекерлеу қосылыстарының сапасы бұзылмайтын бақылау нәтижелері бойынша бағаланады (1.5 және 1.6-шы кестелер). Дәнекерлеу қосылыстарын олардың бағаланулары жоғары қысымдағы құбырлар үшін – 2 бал және жоғары болғанда, I және II санаттағы құбырлар үшін – 3 болғанда;

1.4-ші кесте. Жылу желілері құбырларындағы қуыстар мен қосылыстардың рұқсат етілетін көлемдері

Қабырғаның номиналды қалыңдығы, мм	Қуыстар мен қосылыстар көлемдері, мм						Ұзындығы 100 мм болатын жіктің кез- келген учаскесіндегі жалпы ұзындығы
	жеке		жиынтықталған		тізбектер		
	Ені (диаметрі)	Ұзындығы	Ені (диаметрі)	Ұзындығы	Ені (диаметрі)	Ұзындығы	
< 2	0,5	2	0,8	2	0,5	3	4
> 2... 3	0,6	2,5	1	2,5	0,6	4	6
>3... 5	0,8	3,5	1,2	3,5	0,8	5	10
> 5...8	1,2	4	2	4	1,2	6	15
>8... 11	1,5	5	2,5	5	1,5	8	20
> 11...14	2	5	3	5	2	8	20
> 14...20	2,5	6	4	6	2,5	9	25

1.5-ші кесте. Бұзбай бақылау нәтижелері бойынша технологиялық құбырлардың дәнекерлеу жіктерінің сапасын бағалау		
Баға, балдар	Ақаулар және олардың биіктіктері (тереңдіктері), қабырғаның номиналды қалыңдығынан %	Ақаудың құбыр периметрі бойынша жалпы ұзындығы
0	Шала пісірілім жоқ. Жік түбірінің ойыстығы 10 % дейін, бірақ 1,5 мм артық емес	Периметрдің 1/8 дейін
	Жік түбірінің балқуының артуы 10 % дейін, бірақ 3 мм артық емес	Бұл да сондай
1	Жік өзегі бойынша шала пісірілім 10 % дейін, бірақ 2 мм артық емес	Периметрдің 1/4 дейін
	Жік өзегі бойынша шала пісірілім 5 % дейін, бірақ 1 мм артық емес	Периметрдің 1/2 дейін
2	Жік өзегі бойынша шала пісірілім 10 % дейін, бірақ 3 мм артық емес	Периметрдің 1/4 дейін
	Жік өзегі бойынша шала пісірілім 10 % дейін, бірақ 2 мм артық емес	Периметрдің 1/2 дейін
	Жік өзегі бойынша шала пісірілім 5 % дейін, бірақ 1 мм артық емес	Шектелмейді
6	Негізгі металмен жік және жіктің жекелеген білікшелері арасындағы сызаттар, балқымаулар, жік өзегі бойынша шала пісірілім 20 % артық және 3 мм астам	Ұзындыққа тәуелді емес

III санаттағы құбырлар үшін – 5 болғанда; IV санаттағы құбырлар үшін – 6 болғанда ақаулы деп таниды.

Көрсетілген немесе одан да үлкен балмен бағаланған дәнекерленген қосылыстар түзетілулері тиіс, одан кейін ақауға жол берген дәнекерлеуші орындаған түйіспелерді қосарланған тексеруден өткізеді.

Тиісінше, жалпы 4 және 5 балдарымен бағаланған III және IV санаттағы құбырлардың дәнекерлеу қосылыстары түзетілмейді, бірақ ақауға жол берген дәнекерлеуші орындаған түйіспелерді қосарланған тексеруден өткізіледі. Егер, қосымша бақылау барысында кем дегенде бір түйіспе ақаулы деп танылса, (тиісінше, III және IV санаттағы құбырлар үшін 4 және 5 балдарымен бағаланса), онда аталмыш дәнекерлеуші орындаған түйіспелердің 100% бағалануы қажет.

1.6-шыкесте. Технологиялық құбырлардағы қосылыстардың рұқсат етілген көлемдері

Баға, балдар	Қабырғаның қалыңдығы, мм	Қосылыстар (қуыстар)		Жиынтық алу	Ұзындығы 100 мм болатын жіктің кез-келген учаскесіндегі жалпы ұзындығы
		Ені (диаметр), мм	Қалыңдығы, мм	Ұзындығы, мм	
1	< 3	0,5	1	2	3
	< 3...5	0,6	1,2	2,5	4
	> 5...8	0,8	1,5	3	5
	> 8. 11	1	2	4	6
	> 11. 14	1,2	2,5	5	8
	> 14.20	1,5	3	6	10
	> 20.26	2	4	8	12
	> 26.31	2,5	5	10	15
	> 34	3	6	10	20
2	< 3	0,6	2	3	6
	< 3...5	0,8	2,5	4	8
	> 5...8	1	3	5	10
	> 8. 11	1,2	3,5	6	12
	> 11. 14	1,5	5	8	15
	> 14.20	2	6	10	20
	> 20.26	2,5	8	12	25
	> 26...34	2,5	8	12	30
	> 34...45	3	10	15	30
	> 45	3,5	12	15	40
3	< 3	0,8	3	6	8
	< 3...5	1	4	6	10
	> 5...8	1,2	5	7	12
	> 8. 11	1,5	6	9	15

Баға, балдар	Қабырғаның қалыңдығы, мм	Қосылыстар (қуыстар)		Жиынтық алу	Ұзындығы 100 мм болатын жіктің кез- келген учаскесіндегі жалпы ұзындығы
		Ені (диаметр), мм	Қалыңдығы, мм	Ұзындығы, мм	
3	> 11...14	2	8	12	20
	> 14...20	2,5	10	15	25
	> 20...26	3	12	20	30
	> 26...34	3,5	12	20	35
	> 34...45	4	15	25	40
	> 45	4,5	15	30	45
6	Қалыңдыққа тәуелсіз	Көлемдері немесе жалпы ұзындықтары бағалау үшін белгіленген 3 бал мәнінен асатын қосылыстар (қуыстар) және жиынықтамалар			

Ескерту: 1. Қосылыстар болмаған жағдайда, дәнекерлеу жігі 1 балға ие.

2. Ұзындығы аталмыш кестеде көрсетілген мәннен кем жекелеген қосылыстардың саны, кез – келген ұзындығы 100 мм болатын учаскеде келесі мәндерден аспауы тиіс: 10 – 1 бал бағасы үшін; 12 – 2 бал бағасы үшін және 15 – 3 бал бағасы үшін.

3. Ұзындығы аталмыш кестеде көрсетілген мәннен 100 мм кем дәнекерлеу қосылыстары үшін, қосылыстардың жалпы ұзындықтары бойынша пропорционалдыкеміту қажет.

4. Қосылыстардың жиынтығы табылған, жоғары қысымды құбырлардың түйіспелеріндегі учаскелерді бағалаулы, бір балға ұлғайту қажет.

5. Қосылыстардың тізбегі табылған, учаскелерді бағалаулы, бір лға ұлғайту қажет.

1.7-ші кесте. Іріктемелердің жіктердің ақаулы учаскелерін жойғаннан кейінгі рұқсат етілетін көлемдері

Іріктеменің тереңдігі, құбыр қабырғасының номиналды қалыңдығынан %	Жалпы ұзындығы, қосылыстың номиналды сыртқы периметрінен %
Жоғары қысымдағы құбырлар үшін ($p_r = 10, 100$ МПа)	
> 15	Нормаланбайды
> 15...30	< 35
> 30...50	< 20
> 50	< 15

Іріктеменің тереңдігі, құбыр қабырғасының номиналды қалыңдығынан %	Жалпы ұзындығы, қосылыстың номиналды сыртқы периметрінен %
<i>І... IV санатты құбырлар үшін</i>	
> 25	Нормаланбайд ы
> 25...50	< 50
> 50	< 25

Егер бұл ретте кем дегенде бір түйіспе ақаулы деп танылса, дәнекерлеушіні құбырлардағы дәнекерлеу жұмыстарынан алып тастайды.

Егер, іріктеменің көлемдері рұқсат етілгеннен аспаған жағдайда, жергілікті іріктеме және одан арғы қайтадан дәнекерлеу арқылы дәнекерлеу жігі учаскелері түзетуге жатады (1.7-ші кесте). Іріктеменің, сонымен қатар газбен дәнекерлеумен орындалған жіктерде рұқсат етілетін көлемдерінен асқан жағдайда түйіспені алып тастау, ал оның орнына «орауышты» дәнекерлеу қажет.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Балқытумен дәнекерлеу барысында болаттың дәнекерлеу қосылысында қандай құрылымдық аймақтар қалыптастырылады?
2. Дәнекерлеу қосылысында құрылымдық аймақтар енін қандай фактор анықтайды?
3. Дәнекерлеу қосылысының толық емес балку учаскесі дегеніміз не?
4. Балқытумен дәнекерлеу барысындағы болаттың дәнекерлеу қосылысының қайта кристалдану учаскесінің температуралық шекаралары қандай?
5. Көгере сынғыштық учаскесінде қандай механикалық қасиеттер нашарлайды?
6. Дәнекерлеу қосылыстарының сыртқы және ішкі ақауларының неғұрлым кеңінен тараған түрлерін атаңыз.
7. Дәнекерлеу барысындағы кернеулер мен деформациялардың пайда болуының себептері қандай?
8. Сіз дәнекерлеуде формацияларының кемулерінің қандай тәсілдерін білесіз?
9. Дәнекерлеу қосылыстарының сыртқы және ішкі ақауларының түзілуінің негізгі себептері қандай?
10. Дәнекерлеу конструкцияларының жұмысқа қабілеттіліктеріне ақаулар қалай ықпал етеді?

ДӘНЕКЕРЛЕУ ЖІКТЕРІ САПАСЫН БАҚЫЛАУ ЖҮЙЕСІ ЖӘНЕ ҰЙЫМДАСТЫРУ

2.1. ТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ТҮРЛЕРІН ЖІКТЕУ

Дәнекерлеу қосылыстары сапасына, оларды орындаудан олардың пайдалануға жарамдылықтары мен кепілдендірілген қызмет ету мерзімдері тәуелді болатын белгілі бір талаптар қойылады. Дәнекерлеу қосылыстарының сапасы, олардың көмегімен олардың беріктіктері, иілгіштіктері, коррозиялық төзімділіктері, тозуға төзімділіктері және басқа да қасиеттері бағаланатын көрсеткіштер жиынтығынан тұратын, кешенді сипаттама болып табылады.

Бұл көрсеткіштердің нормативтік мәндері, оларды орындау дәнекерлеу жіктерінің белгілі бір конструктивтік және технологиялық сипаттамалармен қамтамасыз етілетін, дәнекерлеу жіктеріне қойылатын талаптарды анықтайды. Конструктивтік сипаттамаларға дәнекерлеу жігінің пішіні және геометриялық параметрлері, ал технологиялыққа – қалдық кернеулер деңгейі, деформациялар көлемдері, ақаулар көлемдері мен сандары және т.б. жатады.

Сапаны бақылау сапа көрсеткіштерінің белгіленген талаптарға сәйкестігін тексеру болып табылады. Дәнекерлеу жіктеріне қойылатын талаптарға және олардың жауапкершіліктері санаттарына сәйкес, кәсіпорындағы өнімнің сапасын бақылаудың белгілі бір жүйесі белгіленеді. Бұл жүйе жекелеген белгілер бойынша техникалық бақылау түрлерінің жіктелімдері жүйесіне негізделеді:

Технологиялық үдерісі кезеңдері бойынша бақылау келесілерге бөлінеді:

- кіріс (алдын-алу);
- операциялық (ағымдағы);
- қабылдау-тапсыру.

Кіріс бақылауы негізгі және дәнекерлеу материалдарын (қоспа сымдарды, флюстерді, газдарды, электродтарды), жартылай шикізаттарды және толымдауыш бұйымдарды, сонымен қатар дәнекерлеуші жабдықтың жұмысқа қабілеттілігін және дәнекерлеушілердің біліктіліктерін тексеруден тұрады

Операциялық бақылауды дайындаушының технологиялық құжаттамасына және нормативтік техникалық құжаттамаға сәйкес орындайды. Ағымдағы бақылау орындалатын операциялардың сапасын бағалау үшін жеткілікті болуы қажет.

Қабылдау-тапсыру бақылауы жарамды өнімді жарамсыздардан бөлу мақсатында жүзеге асырылады.

Дәнекерлеу конструкцияларын бақылауды, жалпы оларды өндегеннен кейін немесе дәнекерлеу жіктерін механикалық өндегеннен кейін орындайды (егер, өндеудің бұл түрлері жүргізілетін болса).

Ақаулардың ықпалдары тек олардың көлемдеріне ғана емес, сонымен қатар пішіндеріне де байланысты. Неғұрлым қауіпті ақауларға сызаттар, шала пісірілімдер және тіліктер жатады. Шамалы қауіптілерге қуыстар жатады, аралық қалыпта қосылыстар бар. Ақаулардың барлық с анамаланған түрлері кернеулердің шоғырланулары коэффициенттерінің белгілі бір мәндерімен сипатталады. Ақаудың қауіптілігі келесі тәртіпте артады: ұзыншақ қуыстар, тесіктер, қуыстардың тізбегі немесе жинақталуы, сызықтық шлак немесе флюстік қосылыстар.

Бірінші кезекте бақылауға, олардың өзара түйісулері және ақаулар белгілері бар учаскелердегі дәнекерлеу жіктері алынады. Дәнекерлеу қосылыстарын сызаттардың пайда болуы мүмкіндігі ұлғаятын, жоғары қаттылықтағы тораптарда бақылау әдістері мен көлемдері, қосымша жобалық құжаттамаларда көрсетілуі тиіс.

Суық сызаттардың пайда болуына жоғары сезімталдықтарымен сипатталатын дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бақылауды, дәнекерлеу жұмыстары аяқталғаннан кейін кем дегенде екі тәулік өткеннен кейін жүзеге асыру қажет.

2.2

ТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ТҮРЛЕРІН ЖІКТЕУ

Дәнекерлеу қосылыстарының сапасын арттырудың маңызды шарттарының бірі, сапаны бақылау жүйесін тұрақты түрде жақсарту болып табылады. Сапаны бақылаудың қолданыстағы жүйесінде, негізгі назар дайын дәнекерлеу жіктеріндегі ақауларды анықтауға бөлінеді. Осымен дәнекерлеу өнімдеріндегі жарамсыздықтардың айтарлықтай пайызы түсіндіріледі. Жағдай физикалық әдістермен сапаны бақылаудың, көбіне дәнекерлеу жұмыстары орындалғаннан кейін ұзақ уақыттан кейін жүргізілетіндіктерімен ушығады, бұл жарамсыздық себептерін жою бойынша шараларды уақытылы қабылдауға мүмкіндік бермейді.

Дәнекерлеу жіктеріндегі ақаулар дайын өнімді тапсыру барысында, ал кейде оны пайдалану үдерісінде табылатын жағдайлар да болады. Егер, ол тек орындалған жіктердегі ақауларды анықтауға бағытталса немесе дәнекерлеу жұмыстары орындалғаннан кейін ұзақ уақыттан соң жүргізілсе болжалды нәтижелерге қол жеткізуді қамтамасыз етпейді. Бұл жағдайда, жарамсыздықтардың пайда болулары себептерін жоюға арналған шараларды қабылдау мүмкін емес.

Тиісінше, негізгі назарды дәнекерлеу өндірісінің әртүрлі кезеңдерінде негізгі және дәнекерлеу материалдарын, дәнекерлеушілердің біліктіліктерін, дәнекерлеу жабдықтарын, өнімдерді дәнекерлеуге дайындалуын, дәнекерлеу технологияларын тексеруге мүмкіндік беретін алдын-ала бақылауға баса назар аудару қажет.

2.3.

НЕГІЗГІ ЖӘНЕ ДӘНЕКЕРЛЕУ МАТЕРИАЛДАРЫН БАҚЫЛАУ

Дәнекерлеу өнімдерінің жоғары сапасы тек, бастапқы негізгі және дәнекерлеу материалдарының сапасын қамтамасыз еткен жағдайда ғана мүмкін болады.

Дәнекерлеу қосылыстарына арналған негізгі материал метал болып табылады. Дәнекерлеу алдында материалға арналған сертификаттардың және оның зауыттық таңбалануының болуы тексеріледі, ал арнайы болаттар үшін, бұдан бөлек қоспаланған элементтердің болуы және мөлшері тексеріледі.

Сертификатта маркасы және химиялық құрамы, балқыма нөмірі, партияның салмағы және нөмірі, қолданыстағы стандартқа сәйкес орындалған барлық сынақтардың нәтижелері, жіберілетін материалға арналған стандарт нөмірі, материалдың профилі және көлемі көрсетіледі. Материалдың механикалық қасиеттері көрсеткіштері – беріктік, ағымдылық шектері, салыстырмалы ұзартылуы және көлденеңінен тарылуы, иілу бұрышы, соққы тұтқырлығы, химиялық құрамы – қабылданған стандарттар мен техникалық шарттарға сәйкес болулары қажет.

Келіп түскен материалға (табақ және профильдік прокат, дайындамалар) да, ажырауларды, сызаттарды, орамдағы рұқсат етілмейтін ойыстарды анықтау мақсатында сыртқы тексеру жасайды. Сертификаты болмаған жағдайда, металды оның механикалық қасиеттерін, химиялық құрамын және дәнекерленуге арналған сынақтары нәтижелері анықталғанға дейін өндіріске жіберуге болмайды. Мұндай бақылауды өткізу сапасыз дәнекерлеу өнімдерін алуға жол бермеуге, монтаждау және дәнекерлеу жұмыстарына арналған еңбек шығындарын үнемдеуге, ал кейде тіпті металды үнемдеуге мүмкіндік береді, өйткені қарама-қарсы жағдайда оны міндеті бойынша емес қолдану мүмкіндігі жоққа шығарылмайды.

Металдың дәнекерлеуге бейімділігін бірнеше әдістермен анықтауға болады. Ең алдымен, дәнекерлеуге бейімділік металдың механикалық қасиеттерімен (ажырауға, иілуге, соққы тұтқырлыққа арналған сынақ) және сонымен бірге, сызаттардың пайда болуынсыз және қасиеттердің айтарлықтай өзгеруінсіз жылдам суып қалуға және отыруға қабілеттілігімен, сонымен қатар балку температурасына дейінгі айтарлықтай жылу кеңеюімен және жылдам қызуымен сипатталады.

Дәнекерлеуге бейімділікті, келесі формуланың көмегімен металдың механикалық қасиеттеріне ықпал ететін бірқатар химиялық элементтердің құрамы бойынша анықтауға болады:

$$C_{\text{бал}} = C + Mn/20 + Ni/15 + (Cr + Mo + V)/10$$

бұл жерде $C_{\text{бал}}$ — көміртектің баламасы, %; Mn, Ni, Mo, V, C — болаттағы химиялық элементтердің құрамы.

Қолмен доғалық, автоматты және жартылай автоматты дәнекерлеу үшін, көміртектің баламасы 0,45 % аспауы қажет.

Кейде, дәнекерлеуге бейімділікті анықтау үшін дәнекерлеу үдерісін имитациялайтын әдістер қолданылады. Мысалы, негізгі металдың пластиналарын, метал дәнекерлеу үдерісінде сезінетін өзгерістерді жасай отырып термиялық өңдеуден өткізеді.

Дәнекерлеу сапасына үлкен ықпалды дәнекерлеу материалдары көрсетеді. Монтаждау барысындағы дәнекерлеу материалдарының негізгі түрі, қолмен дәнекерлеуге арналған электродтар болып табылады. Құрылыс-монтаждау алаңдарына электродтар оларды дайындаушылардан келіп түседі. Электродтардың әрбір партиясында, оларды дайындаушы-зауыт, дайындалған күні, партиясының нөмірі мен салмағы, стандарты, диаметрі, электродтардың типтері мен маркасы, балқытылған металдың механикалық қасиеттері және ондағы рұқсат етілген күкірт пен фосфор құрамы, ұсынылатын дәнекерлеу тәртіптері мен электродтарды құрғату тәртібі көрсетілген сертификаты болуы қажет. Электродтардың әрбір орамында, бұдан бөлек орау тәсіліне байланысты, оған сыртынан оралатын немесе ішіне салынатын этикеткасы болуы қажет. Этикеткада электродтардың міндеттері, олардың диаметрлері, макралары және типтері, ұсынылатын дәнекерлеу және дәнекерлеу алдындағы құрғату тәртіптері, дайындалған күні және партиясының нөмірі көрсетіледі.

Олардың сыртқы түрлерін іріктеп бақылай отырып, келіп түскен электродтардың сәйкестіктерін тексеру қажет. Электродтардың жабындысы мықты (иілгенде және ол болаттан жасалынған плитаға құлағанда тексеріледі) және тығыз болуы қажет, сонымен бірге қуыстары, сызаттары, дөңестері және араласпаған компоненттердің жентегі болмауы қажет.

Жабындының бетінің келесі ақауларына рұқсат етілген:

- қуыстар – 100 м ұзындықта үшеуден артық емес, диаметрі 2 мм дейін, тереңдігі жабынды қалыңдығының 0,5 дейін;
- беттің бұдырлығы, бойлық тәуекелдер және жекелеген тереңдіктері жабындының $\frac{1}{4}$ артық емес;
- әрқайсысы 12 мм дейінгі екі қылдық сызаттан артық емес;
- әрқайсысы 12 мм дейінгі және жабындының қалыңдығынан 0,5 мм дейінгі тереңдіктегі үш жергілікті ойыстан артық емес.

Тексеріліп отырған электродтардың жабындыларының ылғылдылығын анықтау үшін бірнеше үлгі пісіріледі.

Электродтарда рұқсат етілмейтін ақаулар болған жағдайда оларды қолдануға тыйым салынады. Сапасыз электродтардың жеткізілуі туралы дайындаушы-зауытқа, акт жасау үшін өкілін жіберу өтінімімен бірге және бағыныштылығы бойынша министрлікке (ведомствоға, бас басқармаға), дәнекерлеу бойынша институтқа хабарлау қажет. Дәнекерлеу бойынша бас институт дайындаушы- зауытпен бірге ақаудың пайда болуы себептерін анықтауы және оның одан арғы пайда болуының алдын-алу шараларын әзірлеуі қажет.

Сапасыз электродтарға, құрамына дайындаушы-зауыт өкілі кіретін, оларды арнайы тексеру үшін құрылған комиссия акт жасайды. Дайындаушы-зауыт өзінің өкілін жіберуден бас тартқан жағдайда акт оның қатысуынсыз жасалады.

Егер, қолданылатын электродтар дәнекерлеу доғасының тұрақты жануын және біркелкі балқуды қамтамасыз етпегенде, сонымен қатар егер, дәнекерлеу жіктерінде сызаттар мен қуыстар пайда болғанда, электродтардың технологиялық қасиеттерін, балқыған металдың механикалық қасиеттерін қосымша тексеру қажет, ал қажет болған жағдайда металлографиялық талдауды орындау қажет.

Сертификат болмаған жағдайда, электродтарды тек оларды тексергеннен кейін ғана қолдануға болады. Тексерілуге электродтардың дәнекерлеу қасиеттері, балқытылған металдың механикалық қасиеттері мен химиялық құрамы, дәнекерлеу қо сылысының механикалық қасиеттері, сонымен қатар жабындының беріктігі жатады. Аустениттік құрылымы жігінде балқытылған метал алуды қамтамасыз ететін электродтар үшін, бұдан бөлек оларда ферриттік фазаның болуын тексеру қажет.

Бірақ, келіп түскен электродтарды (басқа да дәнекерлеу материалдарын) тексеру алдын-алу бақылауының барлық шаралары болып табылмайды.

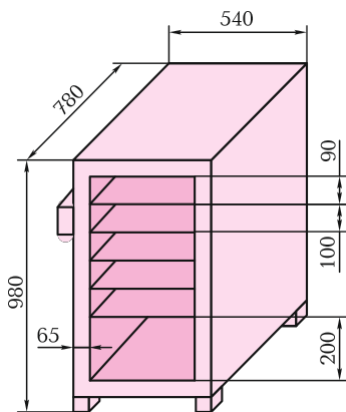
Электродтардың сапасы көбіне оларды сақтау талаптарына тәуелді. Келіп түскен электродтарды тексергеннен кейін, оларды сақтауды бақылау міндеті жүктелген зертхана қызметкері, қоймадағы сақтау және құрғату (егер, бұл талап электродтарға арналған төлқұжатта белгіленген болса) тәртібін белгілейді, ал сосын қойма жұмысшыларының бұл тәртіптерді орындауларын әлсін-әлсін тексеріп отырады.

Электродтарды алдын-ала бақылаудың маңызды міндеттерінің бірі, ұйымдардың орталық қоймаларында және монтаждау учаскелері қоймаларында қаттауға арналған қажетті талаптарды жасау болып табылады. Қоймалар электродтарды маркалары және диаметрлері бойынша сақтауға арналған стеллаждармен, сонымен қатар қажетті температура ұсталынып тұратын электродтарды құрғатуға және қыздыруға арналған пештермен жабдықталулары қажет. Сонымен бірге, бұл температура конденсацияның есепке ала отырып, тек жылдың әр мезгілінде ғана емес, тәулік бойына тұрақты болуы қажет. Басқандай жағдайда, күні бойы қызған жай түнгі суыған жағдайда, ондағы ылғал шық түрінде электродтар орамдарына отырады және герметикалық емес орама болғанда жабындыға өтетін болады.

Электродтарды құрғату және қыздыру тәртібі жабынды типіне байланысты белгіленеді және олардың төлқұжаттарында, сонымен бірге каталогтарда келтіріледі. Бұл ұсынылатын тәртіптерді мұқият ұстану қажет, өйткені жеткілікті құрғатылмаған немесе артық құрғатылған электродтардың сапасы шұғыл нашарлайды. Сонымен бірге, бірінші және екінші жағдайларда, себептері жабындының органикалық құрамдас бөліктерінің жанып кету салдарынан дәнекерлеу доғасы аймағы қорғанысының нашарлауы және ылғал болатын, жіктердегі қыс түзілулердің қаупі пайда болады.

Дәнекерлеу жұмыстарын ұйымдастырудың нақты пішіндеріне байланысты, электродтарды қолдану үшін сақтау және дайындауға арналған қажетті шарттарды жасау үшін жауапкершілікті (сонымен қатар, басқа да дәнекерлеу материалдарының) бақылау бойынша зертхана, дәнекерлеу зертханасы немесе бас дәнекерлеуші қызметі, ал бұл көрсетілген қызметтер жоқ жерде – ұйымның бас инженері алуы қажет.

Электродтарды құрғату үшін, ішіне 120 кг электродтарды салуға болатын 2.1-ші суретте көрсетілген пешті пайдалануға болады. Бұдан бөлек, онда флюс пен сым қыздырылады. Мұндай пештің номиналды қызу температурасы 400 °C, бұл температураға жету уақыты – 1 сағат, номиналды қуаттылығы – 20 кВт, жұмыс кеңістігі көлемі – 490 - 655 - 830 мм, термиялық қыздыру элементтері саны (ТҚЭ) – 10.



2.1 -ші сурет. Электродтар мен флюстарды құрғатуға және қыздыруға арналған пеш

Сонымен бірге, электродтарды қыздыруға арналған жылжымалы пеш те бар. Мысалы, бір реттік жүктемесі 30 кг дейінгі пеш әзірленген. Мұндай пеш бүкіл электр аппаратурасы орнатылған, табанға орнатылған цилиндрлік ыдыс болып табылады. Пеш корпусына 100-ден 400°C дейінгі шектердегі температураны реттеуді қамтамасыз ететін термореттеуіш монтаждalған. Қыздырудың белгілі бір тәртібіне баптау градусталған дискінің көмегімен жүзеге асырылады. Қыздыру элементінің қуаттылығы 3 кВт. Пештің габариттік көлемдері 600 x 500 x 150 мм, пештің салмағы 53 кг.

Жиналмалы-ажыратылмалы үйлерге орналастырылатын және кезкелген климаттық жағдайларда құрылыс-монтаждау алаңында 1 тоннаға дейінгі электродтарды сақтауға және жұмысқа дайындауға арналған жылжымалы қоймалар өте ыңғайлы.

Габариттік көлемдері 4 600 x 2 300 x 2 450 мм және салмағы 1 250 кг болатын, бір дегенде 3 тонна электродтарды жүктеуге болатын жылжымалы әмбебап қоймасы қызығушылық тудырады. Құрылыс-монтаждау алаңында тасымалдау үшін мұндай қойманы диаметрi 159 болатын құбырдан жасалынған шанаға орнатады. Қойманың корпусы қосарланған. Сыртқы беті табақ металдан жасалынған, ішкі беті – тақталардан жасалынған, олардың арасында шыны мақтадан жасалынған оқшаулау қабаты салынған. Қойма екі қабатты стеллаж-дармен және электродтарды құрғатуға және қыздыруға арналған пешпен жабдықталған. Стеллаждардың беткі жақтарына электродтардың маркалары мен диаметрлері көрсетілген тақтайшалар бекітіледі.

Электродтарды құрғатуға және қыздыруға арналған пеш табақ прокатынан жасалынған. Сыртқы және ішкі қаптамаларының арасына қалыңдығы 60 мм болатын шыны мақтадан жасалынған қаптама орнатылған. Қыздыру элементтері диаметрi 2...3 мм болатын нихром спиральдарынан орындалған. Жұмыс температуралары диапазоны 15-тен 400 °C дейін. Максималды бір реттік электродтар жүктемесі 420 кг, пеш екі камерадан тұрады.

Әрбір камерада, қажет болған жағдайда жапқышпен жабылатын диаметрі 15 мм болатын желдеткіш саңылауы болады. Арнайы басқару жүйесі қолмен, сонымен бірге автоматты басқару тәртіптерінде де электродтарды ұстау уақытын және қажетті температураны қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Қажетті температураны ұстау дәлдігі, басқару тізбегіне енгізілген электр контактілі реттеуіштермен қамтамасыз етіледі және $\pm 60^\circ\text{C}$ шегінде ұсталынып отырады. Автоматтық циклдегі қыздырғыштардың жұмысының ұзақтығы, ± 20 с дәлдігімен, 0-ден 120 мин. шегінде уақыт реттеуіштің көмегімен орнатылады. Максималды температура тәртібіне шығу уақыты 11... 13 минут.

Пештегі электродтар арнайы конструкциялы пеналдарда қыздырылады. Пеналдарды қос камераның төбесіне пештің бүкіл тереңдігіне асып қою үшін алты кронштейн пісірілген, бірақ қажет болған жағдайда электродтарды шашылған күйі де қыздыруға болады.

Дәнекерлеу сапасына айтарлықтай ықпалды сонымен қатар, механикаландырылған дәнекерлеуде пайдаланылатын және газбен дәнекерлеуде қоспа ретінде пайдаланылатын сым да көрсетеді. Сым, оның стандарт бойынша белгіленуі, балқыту нөмірі және дайындаушы-зауыт көрсетілген, металдан жасалынған биркалармен жабдықталған бухталарда жеткізіледі. Сонымен қатар, биркада дайындаушы-зауыт және оның техникалық бақылау бөлімі өздерінің таңбаларын қояды. Сымдардың әрбір партиясының, оныңмаркасы мен диаметрі, химиялық құрамы, балқыма нөмірі, стандарты, салмағы және дайындаушы-зауыт атауы көрсетілетін сертификаты болуы қажет.

Сертификат пен биркалардың болуын тексергеннен кейін сымның бетін тексеру қажет. Шағынпартияларда әрбір бухтаны, ал үлкен партияларды – таңдап отырып тексеру қажет. Сымның бетінде оксидтер, ластанулар, бояулар және майлар болмауы қажет. Жоғары қоспаланған болаттан жасалынған сымда графиттік майлау ізі болмауы қажет.

Сымның беткі ақауларын жою үшін механикалық және химиялық тәсілдер қолданылады. Ластануды, татты, қалқы әртүрлі конструкциялардағы арнайы станоктардың көмегімен жояды (2.2-ші сурет). Мұндай станоктар екі функция атқарады: олардың көмектерімен сымды тазалауды және оны автоматтар немесе жартылай автоматтар кассетасына бір мезетте орау жүзеге асырылады. Сымдарды тазартуға арналған материал ретінде егеуқұм шеңберлерігеуелер, дәнекерлеу флюс және кейіріз қолданылады.

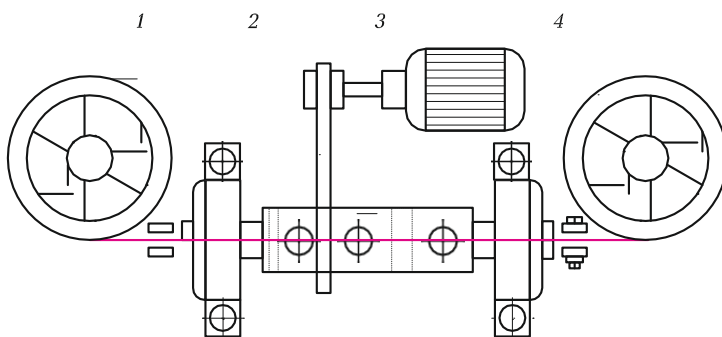
2.2-ші суретте ұсынылған станокта сымды тазалаудың келесі тәсілі пайдаланылады. Тазарту құрылғысы, оған алты саңылау тесілген, көлденең бетте айналатын қуыс білік болып табылады. Бұл саңылауларға, оларда да бір-бірден саңылаулары бар «қатқан зат» орнатылған. Білік айнағанда, ортаға тепкіш күштің ықпалымен, «қатқан заттар» біліктің саңылауынан ұшып шығуға ұмтылады.

«Қатқан заттын» саңылауына қойылған сым оны ұстап қалады.

«Қатқан зат», білікпен бірге айнала отырып сымды тазалайды.

Сертификаты болмаған жағдайда сымды мұқият тексеру қажет. Ең алдымен, химиялық талдау жүргізу қажет, ол үшін бір балқыма партиясынан бухталардың жалпы санының 3% іріктеп алу қажет, бірақ екеуден кем емес. Сымды талдауға арналған жаңқаны әрір бухтаның екі ұшынан алады. Осылайша, сымның маркасын анықтағаннан кейін, оның технологиялық қасиеттерін анықтау үшін бірнеше үлгіні пісіреді. Сонымен қатар, сыммен балқытылған металдың механикалық қасиеттерін тек анықтаған жөн. Әрбір тексеруге, оған бұл үшін ұйымдастырылған комиссияның барлық мүшелері қолдарын қоятын акті жасалынады. Актіні жасаусыз орындалатын тексеру жарамсыз. Комиссия тек сымның міндетін анықтағаннан кейін және тексерудің оң нәтижелерін алғаннан кейін ғана оны қолдануға рұқсат береді. Сым қоймаларда тат басуды және оның беттерінің ластануын жоққа шығаратын жағдайларда сақталулары қажет.

Ұнтақты сымды алдын-ала тексеру бірқатар айрықша ерекшеліктерге ие. Алтынай мерзімнен жоғары уақытта сақтаған жағдайда, мұндай сымды міндетті түрде қыздыру және оның технологиялық қасиеттерін таврлық үлгімен дәнекерлеу арқылы тексеру қажет. Ұнтақты сымға сертификат болмаған жағдайда, бірінші кезекте балқытылған металға химиялық талдау жасалынатын, содан кейін ғана механикалық және технологиялық қасиеттеріне тексеру жүргізілетін болады.



2.2-ші сурет. Дәнекерлеу сымын тазалауға арналған станоктың сызбасы:

1 – тазартылған сымды орауға арналған барабан; 2 – белдікті беріліс;

3 – тазалау құрылғысы; 4 – тазартылмаған сымды бухта

Метал қабықшада тат болған жағдайда, сымның технологиялық қасиеттерін тексеруді орындау қажет. Ұнтақты сым ылғалды жақсы тартады, сондықтан оны сақтау барысында ылғалдың болмауы қажет.

Дәнекерлеу қосылыстарының сапасына флюстің сапасы айтарлықтай ықпал көрсетеді. Объектіге келіп түскен басқа дәнекерлеу материалдары тәрізді, флюсте де сертификат болуы қажет. Флюс ылғалды жақсы тартады, сондықтан оның құрамындағы ылғалдың болуын тексеру қажет. Сонымен бірге флюстің басқа да көрсеткіштері тексерілетін (мысалы, оның гранулометриялық құрамы және ластануы) тексерудің неғұрлым қарапайым тәсілі үлгілерді дәнекерлеу болып табылады. Егер, дәнекерлеу үдерісінде доға тұрақты жанса, жікте сызаттар, қуыстар және тесіктер болмаса, ал шлак жеңіл бөлініп қалса, флюстің сапасы қанағаттандырылғы деп саналады. Мұндай тексерудің қанағаттандырылғы еместіктерінен, флюстің гранулометриялық құрамы, ылғалдылығы, тығыздығы және ластануы тексеріледі.

Флюстің ылғалдылығын анықтаудың неғұрлым дәл және күрделі тәсілі, оның салмағы 100 г сынамасын 300 °C температурасында құрғату болып табылады. Сынаманы белгілі бір уақыт аралықтарында өлшей отырып, соңғысы мен оның алдыңғысының нәтижелері бірдей болғанда құрғатуды тоқтатады. Флюстегі ылғалдың мөлшері, бірінші және соңғы өлшеулердегі алынған нәтижелердің айырмашылығымен анықталады. Егер, оның ылғалдылығы 0,1% аспаса флюс сапалы деп есептелінеді. Гранулометриялық құрамды, флюсті көлемдері оның максималды және минималды түйіршіктері көлемдеріне тең, ұяшық көлемдері бар торша арқылы өткізе отырып тексереді.

Флюсті тексергеннен кейін таврлық үлгіні дәнекерлейді және балқыған металдың құрамындағы көміртегі мен күкірттің мөлшерін зерттейді (сынама жіктің беткі қабатынан алынады). Бұл зерттеудің нәтижесі қанағаттандырылғы болмаған жағдайда, флюстің тексеріліп отырған партиясы ақаулы деп танылады немесе одан кейінгі барлық көрсеткіштері тексерілетін қайталама қыздырудан өткізіледі.

Флюс құрғатуға арналған пештермен жабдықталған және оның ылғалға қанығуын жоққа шығаратын жағдайларда қоймада сақталуы қажет. Флюстің сақталуы шарттарын тексеру, электродтардікіндей алдын-ала тексерудің маңызды міндеті болып табылады.

Қорғаныс газдары ретінде негізінен, баллондармен жеткізілетін және стандарты, газдың атауы, ондағы қоспалардың пайыздық құрамы, ылғалдылық және шығарылған күні көрсетілген жеткізуші- зауыттың сертификаты бар көмірқышқыл газы және аргон пайдаланылады.

Сертификаты болған жағдайда, қорғаныс газдарының сапасы тек, газды өндірісте қолданар алдында үлгілерді дәнекерлеу барысында табылған рұқсат етілмейтін ақаулар болғанда ғана тексеріледі.

Көмірқышқыл газындағы ылғалдың айтарлықтай көлемімен байланысты, оны баллондардан жою бойынша шаралар қабылдау қажет. Бұл екі тәсілмен жүзеге асырылады. Баллондарды алғаннан кейін, оларды алдымен түбін жоғары қаратып қою және ішінен ылғал шығатындай етіп бұрандасын біраз уақытқа ашып қою қажет. Сосын көмірқышқыл газына дәнекерлеу үдерісінде, ол арқылы оттықта түсер алдында өткізілетін арнайы құрғатқыш арқылы тазартылады.

Құрғатқыш силикагельмен толтырылады. Силикагельді ылғалмен қанықтырғаннан кейін, оны 180... 200°C температурасына дейін қыздыру арқылы құрғатады. Қыздыру силикагельдің қасиеттерін толықтай қалпына келтіреді.

2.4.

ДӘНЕКЕРЛЕУШІЛЕРДІҢ БІЛІКТІЛІКТЕРІН БАҚЫЛАУ

Дәнекерлеу қосылыстарының сапасы, әсіресе қолмен дәнекерлеу тәсілдерінде көбіне дәнекерлеушілердің біліктіліктерімен анықталады. Сондықтан, оларды оқыту кезеңінен бастап, дәнекерлеушілердің біліктіліктерін бақылауға айтарлықтай көңіл бөлу қажет.

Қазіргі таңда дәнекерлеушілерді оқыту екі негізгі тәсілмен жүзеге асырылады: кәсіптік дайындықтың мамандандырылған орталықтарында және кәсіпорындардың оқу комбинаттарында.

Дәнекерлеушілерді мамандандырылған дайындық орталықтарында сапалы дайындауды жүзеге асыру үшін, аталмыш кәсіптің негізгі машықтарын алу үшін теориялық дайындықтан және практикалық оқытудан тұратын оқыту бағдарламалары әзірленеді.

Теориялық дайындық дәнекерлеудің теориялық негіздерін зерттеуден, дәнекерлеу доғасының қуат көзінің сипаттамаларымен, дәнекерлеу электродтарының, қорғаныс газдарының маркаларымен танысудан және т.б. тұрады. Қорғаныс газдарындағы газбен дәнекерлеу және доғалық дәнекерлеуге арналған дәнекерлеу оттықтарының сызбалары, газдарды сақтауға арналған баллондар сызбалары, редукторлар, қоспалауыштар және т.б. толығырақ қарастырылады.

Практикалық оқыту дәнекерлеушіге жұмыстарды тарифтік- біліктілік анықтамалығы бойынша берілетін разрядқа сәйкес орындау үшін қажет машықтар көлемін қамтиды.

Дәнекерлеуші кәсіпорынға келген кезде, ол технологиялық үдеріске сәйкес дәнекерлейтін бөлшектер мен материалдардың дәнекерлеу бойынша тексеру жүргізілетін болады. Өткізілген тексеру нәтижелері бойынша дәнекерлеуші жұмыстарды орындауға жіберіледі немесе оған жұмыс орнындағы қосымша оқыту талап етіледі. Қосымша оқытуды әдетте тәжірибелі дәнекерлеушілер жүзеге асырады.

Дәнекерлеушілердің біліктіліктерін тексеру, оның жеке қабілеттері мен әрбір дәнекерлеушінің мүмкіндіктерін бағалауға мүмкіндік береді. Нақты кәсіпорынға қызмет көрсететін, тексеру немесе дәнекерлеу зертханасында, жеке жұмыс істеуге рұқсат берілген әрбір дәнекерлеушіге, оның біліктілігі туралы білуге болатын, барлық қажетті құжаттардан тұратын формуляр жасалуы қажет. Бұл ретте екі санатты формуляр болуы қажет: қарапайым қатардағы дәнекерлеушілерге және жоғары біліктілікті дәнекерлеушілерге арналған. Қатардағы дәнекерлеушілердің формулярлары әрбір құрылыс-монтаждау басқармасында, ал жоғары білікті дәнекерлеушілерге арналған формулярлар – бас басқармаларда болуы қажет. Бұл объектіні іске қосуға жауапты ұйым, дәнекерлеу жұмыстарын өз күштерімен орындай алмаған жағдайда, іске қосу объектілеріне әртүрлі ұйымдардың дәнекерлеушілерін жібергенде қателеспеуге мүмкіндік береді.

Жоғары біліктілікті дәнекерлеушінің формуляры, әдеттегі жұмысшы туралы мәліметтерден бөлек (тегі, аты, әкесінің аты, туылған жылы, үй мекенжайы, құрылыс-монтаждау ұйымының атауы, біліктілік разряды, клеймо нөмірі, кәсібі бойынша жалпы жұмыс өтілі) келесі ұсынылған деректерден тұруы қажет:

- оларға рұқсат етілген, дәнекерлеудің тәсілдері және кеңістіктік қалпы;
- ол мамандандырылған дәнекерленетін материалдар (атауы, қалыңдығы, кеңістіктік қалпы және материалға қатысты дәнекерлеу тәсілі);
- оларды дайындауға дәнекерлеуші мамандандырылған негізгі дәнекерленетін бұйымдар (қоспалардан жасалған құбырлар, көміртекті болаттар, түсті металдар, метал конструкциясы, технологиялық жабдық), белгілі бір бұйымдағы жұмыс тәжірибесі;
- дәнекерлеуші жұмыс істеген объектілер атауы (объектінің нақты атауы), материалдың атауы (құбырлар, метал конструкциялары және т.б.) жұмыстарды орындау уақыты (жылы, нақты бұйымдарға қатысты дәнекерлеу сапасы туралы деректер, сәулеленген суреттер, сыналған үлгілер саны, оның ішінде ақаулы) көрсетілген дәнекерленетін бұйымдар атауы;
- дәнекерлеуші дәнекерлеген бұйымдардың жыл бойындағы сәулелендірілген суреттері саны және тексерулер нәтижелері (нақты бұйымдарға қатысты әрбір жыл бойынша жеке-жеке жарамды және жарамсыз суреттері саны көрсетілген саны).

Формулар қажетілігі бойынша мезгіл-мезгіл толықтырылып отырады. Бұл ретте толықтыруды жасаған қызметкерлердің лауазымдары мен тектері көрсетіледі.

Қазіргі таңда химиялық және мұнай-химиялық өндірісте, қысымның және температураның аса жоғары параметрлері бар қондырғылар қолданыла бастады, бұл дәнекерлеу қосылыстарының сапасына ең жоғары талаптарды ұсынады.

Көрс етілген фактілер қолданыст ағы дәнекерлеушілердің біліктіліктеріне қойылатын жалпы ресейлік талаптарға қосымша ведомстволық талаптармен толықтырылуын енгізуін ақтайды, оның ішінде құрылыс-монтаждау ұйымдарына арналған жоғары біліктіліктегі қолмен дәнекерлеуші электр дәнекерлеушілерінің дайындықтарына.

Дайындықты тек құрылыс-монтаждау басқармасында өндірістен қол үзу арқылы немесе қол үзбестен, жауапты дәнекерлеу жұмыстарын орындау барысында, сапа бойынша неғұрлым жоғары көрсеткіштерге қол жеткізген, 5-ші және 6-шы разрядты дәнекерлеушілер жүзеге асырады. Дайындық теориялық және практикалық оқытудан тұрады. Тәжірибелік оқытуды жоғары біліктіліктегі дәнекерлеушілер қатарынан алынған нұсқаушылардың басшылығымен жүзеге асырылады. Оқытудың ұзақтығы дәнекерлеушілердің жауапты дәнекерлеу жұмыстарын орындауға дайындықтары деңгейлеріне байланысты әрбір жағдайда жеке-жеке белгіленетін болады. Дәнекерлеушілерді аттестаттау үшін құрылыс-монтаждау басқармасында, тресттің бұйрығымен арнайы комиссия құрылады.

Ростехқадағалау бағынышты объектілерде жұмыс істейтін дәнекерлеушілердің біліктіліктері ерекше тексерілетін болады. Көрсетілген объектілердегі жұмыстарды орындау құқығына арналған аттестаттауға 18 жастан асқан, мамандандырылған кәсіптік-техникалық училищені немесе дәнекерлеу бойынша курстарды аяқтағаны туралы куәліктері бар, аталмыш мамандық бойынша кем дегенде алты ай жұмыс істеген, ал автоматтарда, жартылай автоматтарда және контактілік машиналарда жұмыс істегенде – кем дегенде үш ай жұмыс істеген дәнекерлеушілер жіберіледі.

Дәнекерлеушілер аттестаттау алдында, өздері дайындалатын, жұмыстарды орынлау ерекшелігін ескеретін, арнайы теориялық және практикалық дайындықтан өтулері қажет. Дайындық тиісті ведомство бекіткен арнайы бағдарламалар бойынша өткізіледі.

Дәнекерлеушілерді аттестаттауды ұйымдардағы тұрақты әрекет ететін комиссиялар өткізеді. Қайталама аттестаттау мезгіл-мезгіл өткізіліп тұрады, бірақ 12 айда бір реттен кем емес, сонымен қатар мамандық бойынша жұмыста алты айдан артық үзіліс болғанда және дәнекерлеушіні дәнекерлеу бойынша төменгі сапасы және технологияны бұзғаны үшін жұмыстан уақытша аластатылғаннан кейін жұмысқа жіберер алдында өткізілетін болады.

Қосымша аттестаттау да дәнекерлеуші өзі үшін жаңа дәнекерлеу әдістеріне өткенде немесе дәнекерлеу технологиясы айтарлықтай өзгергенде немесе жаңа материалдардан жасалған бұйымдарды дәнекерлеу барысында өткізілуі қажет.

2.5.

ӨНІМДЕРДІ ДӘНЕКЕРЛЕУГЕ ДАЙЫНДАУДЫ, ДӘНЕКЕРЛЕУ ЖАБДЫҚТАРЫН ЖӘНЕ ДӘНЕКЕРЛЕУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН БАҚЫЛАУ

Бұйымдарды дәнекерлеуге дайындау, орындалатын дәнекерлеу қосылысының сапасына айтарлықтай ықпал көрсетеді. Тексерудің негізгі кезеңдері беттің тазалығы, жік бөлінуінің геометриялық көлемдері және қысқыштар сапасын тексеру болып табылады.

Жік бөлікшесінде және оған жақын орналасқан беттерде майдың, л а с т а н у д ы ң , т а т ы ң , қ а қ т ы ң б о л у ы н а , с о н ы м е н қ а т а р жинақталғаннан кейін көмекерілетін бұйымдар учаскесінде ластанудың және қоқыстың болуына жол берілмейді, өйткені көмкеру барысында ластану жік бөлікшесіне түсуі мүмкін.

Жікті дәнекерлеу үшін бөлшектеуді тексергенде, негізгі тексерілетін көлемдер келесілер болып табылады:

- жиектер арасындағы саңылау, мұқалу және бөлшектеуді ашу бұрышы (түйіспелі жіктер үшін);
- айқаспа ені және табақтар арасындағы саңылау (айқаспа қосылыстар үшін);
- дәнекерленетін бөлшектер арасындағы бұрыш пен саңылау, жиектердің қиғаштығы бұрышы және мұқалу (таврлық қосылыстар үшін);
- дәнекерленетін бөлшектер арасындағы саңылау және олардың арасындағы бұрыш (бұрыштық қосылыстар үшін).

Дәнекерлеу қосылысы сапасы мен дәнекерлеу жұмыстарының өнімділігі, дайындық сапасына және жік бөлікшесінің геометриялық көлемдеріне айтарлықтай деңгейде тәуелді.

Жиектердің қиғаштығы бұрышының артуы нәтижесінде электродтық материалды артық шығындау орын алады, сонымен қатар дәнекерленетін элементтердің деформациялануы мен шалыстығы ұлғаяды, өйткені қарқынды қыздыру аймағы және оның көлемінің артуы салдарынан балқытылған металдың отыру ықпалы артады.

Қиғаштықтың кішірейтілген бұрышы, бөлікшенің бұрышының ұшының сенімді балқуын қиындатады және жік түбіндегі шала пісірілімге алып келеді.

Жиектердің мұқалуларының көлемінің артуы шала пісірілімге, ал оның кішіреюі –күйіп қалуларға алып келеді.

Саңылаудың көлемінің қалыптыдан ауытқуы дәл емес жинақтау, бөлшектердің бұған дейінгі дәнекерленген жіктердің балқыған металының термиялық және отырғызу ықпалдарымен орнынан жылжуы және шалыстығы және жиектердің бөлікшелерінің дәл еместігі салдарынан орын алады.

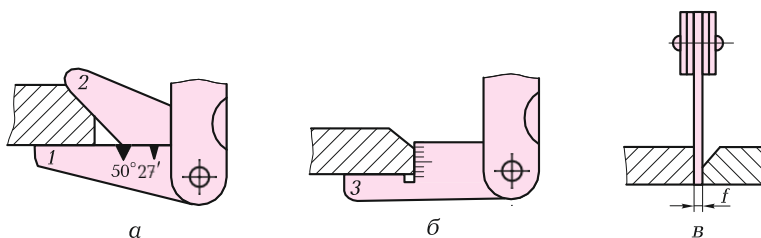
Жік бөлікшесінің геометриялық көлемдерінің дәнекерлеу қосылыстары сапасына ықпалын ескере отырып, оларды арнаулы аспаптың көмегімен тексеру қажет – металдың 4...26 мм қалыңдығы жағдайында электр доғалық дәнекерлеумен орындалған, дәнекерлеу жігі мен бөлікшелер көлемдерін тексеруге арналған ШС-2 қалыбы. Мұндай қалыптардың жинағы дәнекерлеу қосылыстарының неғұрлым кеңінен таралған типтерін бақылау мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

Қалыптар жинағы, екі бет ортасындағы өзектерде орналасқан 22 болат пластиналар болып табылады. Өзектердің әрқайсысына, екі жақтарынан жалпақ серіппелермен сығымдалатын 11 пластина бекітілген. Әрбір пластинаның жиегінің бұйыржағында, оның жинақта орналасуының тәртіптік нөмірі көрсетілген. *1 және 2* пластиналар (2.3- ші сурет) жиектер бөлікшелері бұрыштарын тексеруге, ал *3* пластина – жиектің мұқалуын өлшеуге арналған. Жинақтың басқа пластиналары жіктің ені мен күшеюін тексеруге арналған. Олардың өздерінің жиектерінде, әрқайсысында дәнекерлеу жігінің еніне және күшеюіне сәйкес келетін, оның ені мен биіктігі көрсетілген, кесінді-қалыптары болады.

Қалыптар келесідей қолданылады. Жиектер бөлікшелері бұрышын тексеру үшін, (2.3, а суреті) *1 және 2* пластиналары тексеру бұрышын құрайтын, өлшенетін элементінің екі бетіне тығыз жабыстырады. Жиектің мұқалуын (2.3, б суреті) *3* пластинасында 1 мм аралықпен берілген тәуекелдер бойынша тексеріледі. Жиектер арасындағы (2.3, в суреті) *f* саңылауды тексеру үшін, пластинаны, олардың сомалық қалыңдықтары, белгіленген талаптарға сәйкес келетін саңылау көлеміне тең келетіндей етіп жинақтайды. Әрбір жинақ қалпы МемСт 5264 – 69 қарастырылған саңылаулар мәндерінің 0,5 есесіне тең қалыңдыққа ие.

Қысқыштар сапасын тексергенде, олардың тазалықтары мен биіктіктеріне назар аудару қажет. Кетірілмеген шлактары бар ластанған қысқыштар жік металында шлақтық қосылыстарының түзілуіне, ал үлкен биіктіктегі қысқыштарды – шала пісірілімге алып келуі мүмкін.

Дәнекерлеуге арналған жинақтың сапасы көбіне жиектердің өңдеу әдісіне тәуелді. Ең жоғары нәтижелерді механикалық өңдеу береді (фрезерлеу, токарлық өңдеу), тиісінше жиектерді механикалық өңдеуге арналған жылжымалы құрал-жабдықтар мен станоктарды енгізу, жиектер бөлікшесін дайындау сапасын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.



2.3-ші сурет. ШС-2 маркалы қалыпты қолдану:

a – жиектер бөлікшесі бұрышын тексеру; *б* – мұқалуды тексеру; *в* – саңылауды тексеру; 1... 3 – пластиналар нөмірлері; *f* – жиектер арасындағы саңылау

Қазіргі таңдағы кеңінен қолданылатын, жиектердің төменгі сапасын қамтамасыз етегін қолмен оттегімен кесудің орнына, плазмалық кесуді кеңінен енгізу қажет. Бұған алғышарттар бар. Монтаждық жағдайлар үшін арнайы плазмалық кесудың жылжымалы қондырғылары жасалған, сонымен қатар ауаны пайдалану арқылы плазмамен кесу тәсілі әзірленген, бұл бұл жиектерді дайындаудың аталмыш жоғары сапалы және жоғары өнімділікті тәсіліне арналған мүмкіндіктер аясын кеңейтеді.

Металдан жасалынған қол щеткаларын пневмо немесе электр тегістеуші абразивті шеңберлері бар машиналарымен алмастыру, татсыз, қақсыз және ластанусыз таза жиектерді алуға мүмкіндік береді. Жиектерді дайындауды, бұйымдарды дәнекерлеу үшін жинақтауды, қысқыштарды салуды, дайындалған дәнекерлеу қосылысын тазалауды, монтаждау алаңдарына қарағанда цех жағдайларында қолданыстағы техникалық шарттарға сәйкес жеңіл орындауға болады, сондықтандайындау операцияларын монтаждау алаңынан цехтарға, шеберханаларға немесе базаларға апару, бұйымдарды дәнекерлеуге дайындау сапасын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді.

Бұйымның дәнекерлеуге дайындығы сапасын тексеру алдын- ала тексерудің жаппай операциясы болып табылады, сондықтан оны бірінші кезекте желі мамандары, дәнекерлеушілер және жинақтаушы- бригадирлер жүргізулері қажет. Бұл алдын-ала тексеру әдісі дәнекерлеу учаскелері мен алдын-ала тексеру арнаулы қызметтері болғанда неғұрлым тиімді. Дәнекерлеу немесе әдеттегі бақылау зертханаларының жұмысшылары жинақтау сапасын 100%-дық бақылауды қамтамасыз ете алмайды, яғни олардың міндеттеріне жинақтаманың сапасын жүйелі түрде іріктемелі тексеру кіреді.

Айрықша жауапты конструкцияларда тексерудің бұл түрі 100%-дық болуы қажет.

Дәнекерлеу жабдықтарының сапасы, дәнекерлеу қосылысы сапасына ықпал ететін элементтердің бірі болып табылады. Тексерудің бұл түрін екі кезеңге бөлу тиімді. Бірінші кезеңде қажетті жабдықты таңдау тексеріледі, ал екіншісінде – таңдап алынған дәнекерлеу және қосымша жабдығының жағдайы тексеріледі.

Жабдықты таңдағанда ең алдымен, сапалы дәнекерлеу қосылысын алу талаптарын басшылыққа алған жөн. Дәнекерлеу доғасының қуат көздері үшін, сапалы дәнекерлеу қосылыстарын алу тұрғысынан техникалық деректерді (тоқ түрі, оның реттеу шектері, кернеу және т.б.), ал автоматтар мен жартылай автоматтар үшін – оларды қолдану мүмкіндігін, оның ішінде – құрылыс-монтаждау алаңы жағдайларында дәнекерлеу доғасының сенімді қорғанысын алу мүмкіндігін қарастыру қажет. Термиялық өндеуді орындау үшін, оның тәртіптерін автоматты бақылауды қамтамасыз ететін аппаратура қолайлы.

Таңдап алынған дәнекерлеу жабдығы жұмыстардың жоғары сапасын қамтамасыз етеді. Мысалы, құрылыс-монтаждау ұйымдарының жұмысшыларының дәнекерлеуге, термоөндеуге және кесуге арналған жылжымалы қондырғылардың артықшылықтарына көздері жетіп отыр. Мұндай қондырғылар тек жылжымалы ғана емес, сонымен бірге неғұрлым ұзақ қызмет мерзіміне, бұл аталмыш жағдайда айрықша маңызды, сонымен қатар стационарлы түрде жұмыс орындарында орнатылатын жабдықтармен салыстырғанда, жақсы сападағы монтаждалған аппаратураға ие.

Дәнекерлеу жұмыстарының жақсы сапасын қамтамасыз ету үшін, дәнекерлеу тоғын дәнекерлеушінің жұмыс орнынан қашықтықтан басқару мүмкіндігі маңызды мәнге ие. Монтаждау алаңында дәнекерлеушінің жұмыс орны кейде қуат көзінен бірнеше ондаған метр қашық және нөлдік белгіден айтарлықтай жоғарыда болады. Мұндай жағдайларда дәнекерлеушілер саңылау ұлғайғанда немесе кемігенде, жиектердің бөлікшелері бұрыштары және желідегі кернеулер тербелістері тәртіптерін ешқашан өзгертпейді, бұл жұмыс сапасына ықпал етеді әрине. Дәнекерлеу тоғын қашықтықтан басқаруды қолдану бұл кемшілікті жоюға мүмкіндік береді.

Алдымен - ала тексерудің маңызды кезеңі, дәнекерлеу жабдықтарының қалыптарын, техникалық деңгейлерін және сенімділігін белгіленген шектерде ұстап тұру болып табылады. Жабдыққа техникалық қызмет көрсету кестесін сақтау және оны пайдалану бойынша тиісті нұсқаулықтарды орындау қажет.

Дәнекерлеу технологиясын тексеру де алдын-ала тексеру жүйесіндегі маңызды тізбек болып табылады. Ол «дәнекерлеу технологиясы» түсінігі мензейтіннен кеңірек аяда жасалуы қажет, өйткені аталмыш кезеңде дәнекерлеу технологиясы, дәнекерлеу материалдары, дәнекерлеушінің аспабы және оның біліктілігі бақыланатын болады.

Дәнекерлеу технологиясын тексеру барысында, дәнекерлеудің таңдап алынған әдісіне байланысты көрсеткіштердің бірқатары бақыланады:

- электродтың маркасы мен диаметрі, жұмыс істеу тәсілдері (қолмен дәнекерлеу барысында);
- дәнекерлеу жылдамдығы, қоспа сымның маркасы мен диаметрі (механикаландырылған дәнекерлеу барысында);
- флюс маркасы және қорғаныс газдары түрі, дәнекерлеу тоғы түрі, оның мәні, кернеуі және полярлығы (тұрақты токпен дәнекерлеу барысында);
- электродтың ұшы, дәнекерлеу жігіндегі білікшелер саны және оларды салу тәртібі, термиялық өңдеу тәртіптері.

Дәнекерлеу технологиясын тексеру, тексеру үлгілерін дәнекерлеуден басталады (құбырларға арналған орамдарды және метал конструкциялары мен жабдықтарға арналған пластиналарды). Бұл ретте, ұсынылған тәртіптердің дұрыстықтары және дәнекерлеу қосылысының механикалық қасиеттері тексеріледі. Қажет болған жағдайда балқытылған метал көрсеткіштері тексеріледі, сонымен қатар дәнекерлеу қосылысының металына коррозиялық және металлографиялық зерттеулер жүргізіледі. Дәнекерлеу үдерісі барысында оның технологиясының барлық элементтері тексеріледі.

Дәнекерлеу материалдарын тексеру, олардың жұмыс орындарындағы сақталуларының дұрыстықтарын бақылауда болып табылады. Электродтарды сақтау үшін, оларды ылғалмен қанығудан қорғайтын, арнаулы термооқшаулауыш пеналдар ұсынылады. Пеналға 5 кг дейінгі электродтар салынады. Тұтқыш пен ілмек пеналды дәнекерлеушінің монтаждау белдігіне бекітуге немесе оның жұмыс орнында іліп қоюға мүмкіндік береді.

Дәнекерлеу жабдықтары мен дәнекерлеушінің аспабының жағдайын тексеру маңызды мәнге ие. Ең алдымен, дәнекерлеу доғасының қуат көздері дәнекерлеу тоғын және доғадағы кернеулерді бақылауға арналған аспаптармен жабдықталулары және технологиямен карастырылған дәнекерлеу тәртібі параметрлерін қамтамасыз етуі қажет. Дәнекерлеу сымның ұзындығы максималды рұқсат етілетін мәннен аспауы қажет, сонымен қатар оның шиыршығы болуы қажет (сымдардың кесілген орындары арнаулы муфталармен немесе жалғағыштармен жалғанулары қажет). Тізбектің кері сымын дәнекерленетін бұйымға жалғау, жерге тұйықтауға арналған арнайы клемманың көмегімен жүзеге асырылады. Жұмыс орнында щеткалардың, шапқының, жіктер мен клеймоның бөліктерінің көлемдерін тексеруге арналған қалыптың болуы міндетті түрде тексеріледі.

Дәнекерлеудің механикаландырылған тәсілдерін қолданған жағдайда, дәнекерлеу және қосымша жабдықтардың қалыптарын тексеру қажет. Дәнекерлеудің неғұрлым жиі кездесетін ақаулары дәнекерлеу доғасына сым беретін роликтердің тозуы (сымның бірқалыпты емес берілуі туындайды), шлангалық жартылай автоматтарда бергіш тармақтардың қысқа толып қалуы, тоқ жеткізгіш мүштіктердің тозуы немесе ластануы, автоматтардың, с о н ы м е н қ а т а р м а н и п у л я т о р - м е х а н и з м д е р д і ң ж ә н е айналдырғыштардың жылжуларының кинематикалық тізбегінде люфттардың түзілуі (дәнекерлеудің біркелкі емес жылдамдығы жасалады).

Дәнекерлеушілердің біліктіліктерін бақылау, оларды өндірістік тапсырмаларды орындау үдерісіндегі дәнекерлеушілер пісірген, үлгілерде тексеруде және орындалатын жұмыс бойынша олардың машықтары мен шеберліктерінің сәйкестіктерін тексеруде болып табылады.

2.6. БАҚЫЛАУДЫҢ СТАТИСТИКАЛЫҚ ӘДІСІ

Қазіргі таңдағы қолданыстағы дәнекерлеу жұмыстарын тексеруді ұйымдастыру үлгісі, дәнекерлеу қосылысының сапасы туралы «жарамды» немесе «жарамсыз» деген принцип бойынша ғана қорытынды алуға мүмкіндік береді. Бұл ретте рәсімделетін құжат жіктің ақаулығы туралы егжей-тегжейлі деректерден және оның сапасын бағалаудан тұрмайды. Тиісінше, ол бойынша ақаудың себебін анықтау және оның одан әрі жұмыс барысында пайда болуы- ның алдын-алу мақсатында тексеру нәтижелеріне негізделген және сапалы талдау жүргізуге болмайды, яғни қазіргі таңда тек қабылдау немесе пассивті тексеру ғана жүргізіледі. Бірақ, дәнекерлеу қосылыс- тары үшін, тексерушілердің технологтармен кері байланыстарын қамтамасыз етуші белсенді бақылауды енгізу қажет.

Белсенді бақылауға өтуді бақылау жүйесін және оның ұйымдас- тырылуын жетілдіруге, сонымен қатар бақылаудың қолданылатын әдістерінің тиімділіктерін, шынайылықтарын және үнемділіктерін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік беретін статистикалық әдіс қамтамсыз етеді.

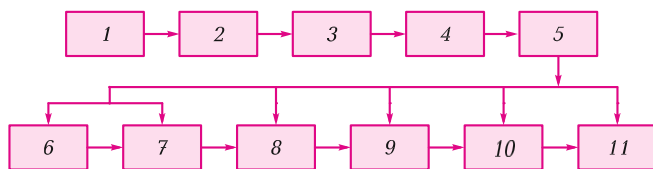
Статикалық әдісте барлық дәнекерленетін түйіспелер, базалық партиялар деп аталатын статистикалық біртектес топтарға жіктел- інеді. Базалық партия ұқсас конструктивтік, технологиялық және пайдаланушылық белгілері бар түйіспелерден тұрады (құбыр диаметрі, метал конструкциялары типті көлемдері, дәнекерлеу тәсілі мен шарттары, қоспа материалы, жинақтаушылар мен дәнекерлеуш- ілердің біліктіліктері, қосылыстардың жауапкершіліктері деңгейі, өндіріс сипаты немесе ұйым типі – монтаждау басқармасы, жылжы- малы механикаландырылған колонна, зауыт, бақылау тәсілі, тексе- рушілердің біліктіліктері, жұмыстарды орындау уақыты).

Сосын, базалық партияларға арналған дәнекерлеу сапасының бірегей көрсеткіштері енгізіледі, ақпаратты есепке алу және талдаудың бірегей жинақтау қалыптары мен жүйелері белгіленеді, базалық көрсеткіштер есептемелері келтіріледі, сапаның статистикалық талдауы және технологиялық үдерістерді түзетулер жасалынады.

Ақпаратты жинақтау, есепке алу және өңдеу дәнекерлеу сапасын алдын-ала тексерудің бірегей жүйесі бойынша орындалады (2.4-ші сурет). Базалық партиялар үшін сапа көрсеткіштері енгізілген – ақаулардың орташа және максималды рұқсат етілетін деңгейлері.

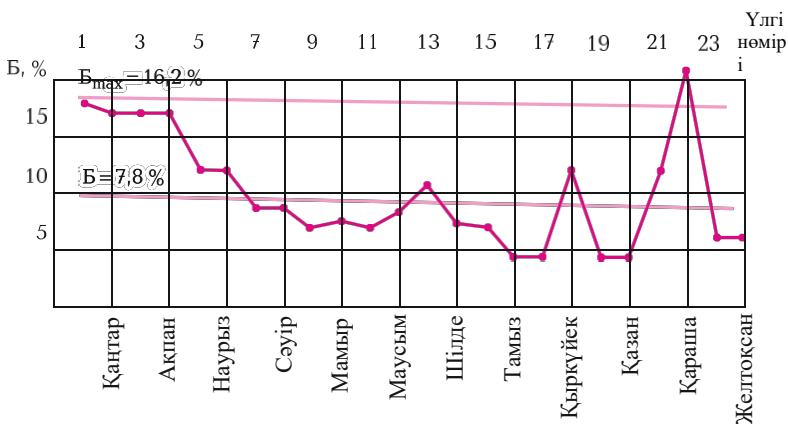
Статистикалық бақылауды енгізуден бұрын, объектілердегі дәнекерлеу жұмыстары сапасына, дефектограммаларға, ақаулардың басымдықты себептеріне және сапа тарихы деп аталатын, әрбір өндірістік серия бойынша жинақталған ақпараттарға талдау жүргізіледі. Сапа тарихы негізінде, аталмыш объектілердегі кезекті өндірістік циклі үшін базалық деп қабылданатын және сапаны болжау барысында ұйымның болашақ қызмет кезеңі үшін есептік жоспарлық деңгей ретінде қарастырылатын ақаулардың орташа және максималды рұқсат етілетін деңгейлері есептелінеді.

Базалық көрсеткіштер бойынша, абсцисс параллельді өзегімен орташа және максималды рұқсат етілетін ақау деңгейлері жүргізілетін алдын-алу тексеруінің карта-диаграммасы (2.5-ші сурет) жасалынады. Іріктеменің мәндерін нүкте түрінде картаға белгілей отырып, сапаның деңгейін, тиісінше аталмыш базалық партияға арналған технологиялық үдеріс қалпын анықтайды. Көрсетілген шекаралардың ішіндегі нүктелер қанағаттандырылғы сапа деңгейін және технологиялық үдеріс қалпын анықтайды. Жоғары шекарадан сыртқа шығып кеткен нүктелер дәнекерлеудің қанағаттанғысыз сапасын сипаттайды, яғни бұл жерде ақаудың себебін анықтау және технологиялық үдеріске түзету енгізу қажет.



2.4.-ші сурет. Дәнекерлеу сапасының алдын-алу бақылауының типтік құрылымдық сызбасы:

1 – объектінің дәнекерлеуге дайындығын тексеру; 2 – дайындау-жинақтау операцияларын тексеру; 3 – дәнекерлеу барысындағы технологиялық операцияларды тексеру; 4 – бөлшектерді бұзбау әдістерімен тексеру; 5 – дәнекерлеу үдерісіне және сапасына статистикалық талдау; 6 – ақаудың орташа деңгейін есептеу; 7 – дәнекерлеу сапасының қалыптыдан рұқсат етілген ауытқуын есептеу; 8 – дәнекерлеу үдерісін түзету; 9 – шығарылатын конструкциялар сапасы бойынша апат және ай сайынғы деректер; 10 – сапаны жақсарту бойынша шараларды әзірлеу; 11 – сапаны талдау бойынша ақпараттық хаттарды шығару



2.5-ші сурет. Дәнекерлеу сапасын алдын-ала тексеру картасы-диаграммасы: B – ақаудың орташа деңгейі; $B_{\max}$ – ақаудың максималды рұқсат етілетін деңгейі

Дәнекерлеу жұмыстары сапасын пассивті бақылаудан белсенді бақылауға өтуді қамтамасыз еткен статистикалық алдын-ала бақылау жүйесі, олардың сапасын жоспарлауға және болжамдар жасауға, сонымен қатар базалық көрсеткіштерді бұл жұмыстарды жекелеген орындаушылардың, сонымен бірге ұйымдардың жоғары сапада орындауларын экономикалық және моралдық ынталандыру үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дәнекерлеу жіктері сапасын бақылау жүйесі бақылаудың қандай түрлерінен тұрады?
2. Дәнекерлеушінің біліктілігін тексеру қандай сынақтардан тұрады?
3. Негізгі және дәнекерлеу материалдарын тексеру қалайша жүргізіледі?
4. Бұйымдардың дәнекерлеуге дайындалуын бақылау барысында қандай құрал-саймандар пайдаланылады?
5. Дәнекерлеу жабдықтарын және дәнекерлеу технологиясын бақылау қалай жүзеге асырылады?
6. Статистикалық бақылау бақылаудың қандай түріне жатады?
7. Сапа тарихы деп нені түсінеміз?

ДӘНЕКЕРЛЕУ ҚОСЫЛЫСТАРЫН БҰЗУСЫЗ САПАНЫ БАҚЫЛАУ

3.1. ВИЗУАЛДЫ ЖӘНЕ ӨЛШЕУ БАҚЫЛАУЫ

Визуалды және өлшеу бақылауы дәнекерлеу конструкцияларын дайындаудың келесі кезеңдерінде жүзеге асырылады:

- кіріс бақылауы;
- дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін дайындау;
- дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін жинақтауға және дәнекерлеуге дайындау
- дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін дәнекерлеуге дайындау;
- дәнекерлеу;
- жіктерді және дәнекерлеу қосылыстарын бақылау;
- ақаулы дәнекерлеу қосылыстарын түзету.

Дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін дайындауға арналған материалдарды визуалды және өлшеу бақылауын, беткі сызаттарды, қыртыстануды, жиналып қалуды, жапырылуларды, сызық іздерді, қалқаншаларды және басқа да ақауларды анықтау мақсатында жүзеге асырады.

Бақыланатын беттердің жарықтандырылулары, бақылау аймағындағы фонмен оңтайлы контраст жасау үшін, ақауларды анықтау үшін жеткілікті болуы қажет, бірақ 500 лк кем емес. Одан төмен жарықтандыру жағдайында, қосымша жылжымалы жарық көзін пайдалану қажет, яғни үйлестірілген жарықтандыруды пайдалану қажет. Визуалды бақылау барысында шолудың жеткілікті бұрышын қамтамасыз ету қажет: бетті 600 мм аспайтын қашықтықтан, 30° артық бұрышпен қарау қажет (3.1-ші сурет).

Дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін визуалды және өлшеу бақылауы, олардың орындалулары сапаларының өндірістік-технологиялық және нормативтік техникалық құжаттамаға, сонымен қатар техникалық шарттарға сәйкестіктерін анықтау мақсатында орындалады. Дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтерін жинақтау барысындағы визуалды және өлшеу бақылауын, жинақталған бөлшектер мен элементтердің саңылаулары мен жиектерінің орындарынан жылжуларын анықтау үшін жүзеге асырылады:



3.1 -ші сурет. Визуалды бақылауды қамтамасыз ету сызбасы

Визуалды және өлшеу бақылау барысында келесілерді пайдаланады:

- үлкейткіш айнектер, оның ішінде өлшеуге арналған;
- метал өлшеу сызғыштары;
- тексеру сызба үлгілік сызғыштары;
- штангенциркульдер, штангенрейсмастар және штанген терендік өлшегіштер;
- қуыс бұрғылар;
- нониусты бұрыш өлшегіштер;
- индикаторлық қалыңдық өлшегіштер;
- микрометрлер;
- микрометриялық және индикаторлық нутромерлер;
- калибрлер;
- эндоскоптар;
- қалыптар, оның ішінде арнайы және әмбебап (мысалы, УШС типті), радиустық, бұрандалық және т.б.;
- тексеру плиталары;
- арнайы құрал-жабдықтар жиынтықтары бар жазық параллельді ұзындық өлшегіштер;
- штрихтік ұзындық өлшегіштер (болат өлшеу сызғыштары және өлшеуіштер).

Жиіктерді бөлгіштер пішіндерін және дәнекерлеу үшін жинақталған дәнекерлеу тораптары бөлшектері мен элементтері түйіспесіндегі саңылауларды өлшеу үшін әртүрлі типтегі пішіндерді қолдануға рұқсат етіледі.

Егер, жұмыс сызбаларында басқа талаптар қарастырылмаса, онда өлшеу бақылауындағы өлшеу дәлсіздігі келесі мәндермен шектелуі қажет:

*Өлшенетін шама
мәндері диапазоны,
мм*

*Өлшеу
дәлсіздіктері, мм,
артық емес*

0,5 кем.....	0,1
0,5...1,0.....	0,2
1,0...1,5.....	0,3
1,5...2,5.....	0,4

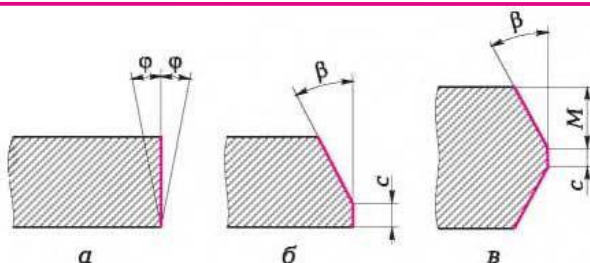
2,5 ...4,0.....	0,5
4,0...6,0.....	0,6
6,0...10,0.....	0,8
10 артық.....	1,0

Дәнекерлеу қосылыстарының, бақылауды орындау үшін тазартылған бөлшектердің беттерінің, сонымен қатар дәнекерлеуге дайындалған бөлшектер мен жинақтау бірліктері жиіліктерінің бұдырлықтары параметрлері $Ra < 12,5$ мкм, ал $Rz < 80$ мкм құрауы қажет.

Бөлшектерді жинақтауға дайындау барысындағы өлшеу бақылауы, келесілерді тексеру үшін жүзеге асырылады:

- жиектер бөлшектерінің – олардың қиғаштық бұрыштарының және мұқалуларының геометриялық параметрлерін (бұл ретте радиографиялық бақылау үшін орындалатын, шала пісірілімді анықтау шарттарын жақсарту үшін орындалатын ішкі жиектің қиғаштығы өлшенбейді);
- құбырлардың ұштарын ішкі диаметрі бойынша жойып өңдеу көлемдерін (кескіштің диаметрі, ұзындығы, шығыс бұрышы);
- төсеме пластиналар (сақиналар) және балқытылатын ендірмелер көлемдерін;
- цилиндрлік бөлшектер бүйіржақтарының оларды түзгіштерге перпендикулярлығын;
- цилиндрлік бөлшектердің оларды ішкі диаметрі бойынша жойып өңдеуден кейінгі қабырғаларының минималды қалыңдықтарын;
- құбырдағы штуперге арналған (келте құбыр) саңылаулар көлемдерін;
- құлыптық қосылыстағы төсеменің қалыңдығы мен енін;
- төсеме пластиналарда (сақиналар) қалатын ажыратқыштар орындары мен бөлшектің беттерін механикалық тазалау аймағы енін.

Бөлшектерді жинақтауға дайындау барысында өлшеумен бақыланатын жиектердің геометриялық параметрлері, 3.2-ші суретте ұсынылған.



3.2 -ші сурет. Бөлшектерді жинақтауға дайындау барысында өлшеумен бақыланатын жиектердің геометриялық параметрлері:

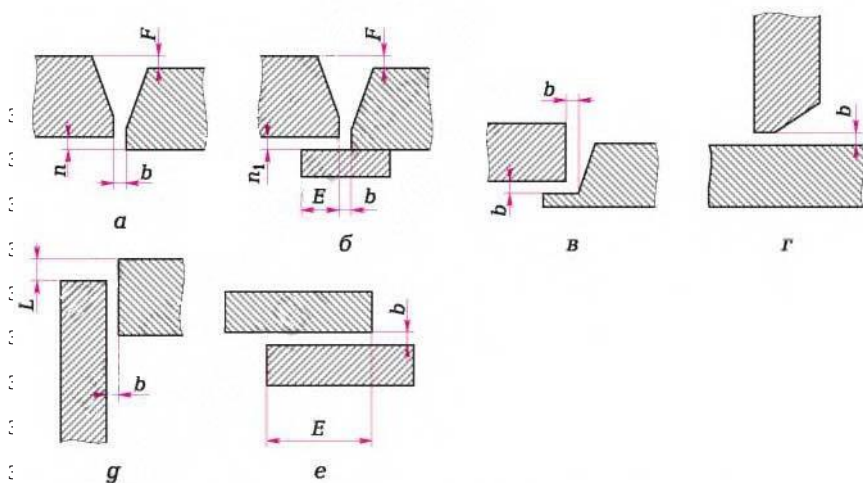
a – қиғаштықсыз жиектер; b, v – бір және екі жақты қиғаштықты жиектер; ϕ – жиектің перпендикулярлы қалыптан ауытқу бұрышы; β, M – жиек қиғаштығы бұрышы және тереңдігі; c – жиектің мұқалуы

Бөлшектерді жинақтауға дайындау барысындағы бақыланатын геометриялық параметрлерінің, құралдарының және өлшеулерді орындаушарттарының кеңейтілген тізбесі3.1-шікестеде келтірілген

3.1-ші кесте. Бөлшектерді жинақтауға дайындау барысындағы бақыланатын геометриялық параметрлерінің, құралдарының және өлшеулерді орындау шарттары		
Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Жиектің перпендикулярлы қалыптан ауытқу бұрышы (3.2, а суреті)	φ	Бұрыш өлшеуіш немесе әмбебап қалып. Бір нүктеде өлшеу
Жиек қиғаштығы бұрышы (3.2, б, в суреті)	β	Сондай
Жиектің мұқалуы (3.2, б, в суретін қараңыз)	c	Штангенциркуль. Табақтардың түйісулерінің үш нүктесінен кем емес орындарда, екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда өлшеу.
Жиек қиғаштығы тереңдігі (3.2, в суретін қараңыз)	M	Көлем анықтамалық, өлшеуге жатпайды
Құлыптық қосылыстағы төсеменің ені	B	Штангенциркуль, сызғыш. Өлшеулер түйіспенің ұзындығы бойынша үш нүктеден кем емес орындарда
Құлыптық қосылыстағы төсеменің қалыңдығы	S_3	Сондай
Жалғанатын элемент беті қиғаштығы бұрышы	ψ	Бұрыш өлшеуіш немесе әмбебап қалып. Бір нүктеде өлшеу
Бөлгіштер (құбыр) бүйіржақтарының түзгіш құбырға перпендикуярлыдан ауытқуы	f	Бұрыш өлшеуіш және қуыс бұрғы (тіктеуіш және сызғыш немесе қуыс бұрғы). Өлшеу максималды жылжу аймағындағы үш жазықтықтан кем емес орындарда
Қоспа дөңесі биіктігі	h_b	Штангенциркуль. Екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда төрт нүктеде өлшеу

Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Ішкі диаметрі бойынша құбырларды жонып өңдеу (беру) ұзындығы	L_p	Штангенциркуль. Екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда төрт нүктеде өлшеу
Кескіштің (калибрдің) шығыс бұрышы	γ	Бұрыш өлшеуіш немесе әмбебап қалып. Бір нүктеде өлшеу
Жонып өңдеу диаметрі	D_p	Штангенциркуль. Екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда төрт нүктеде өлшеу
Жонып өңдеу орнындағы қабырғаның номиналды алындығы	S_p	Штангенциркуль. Үшеуден кем еместен қашықтықтағы нүктеде өлшеу
Төсеме пластинаның ені	B_n	Штангенциркуль. Үшеуден кем емес пластина бойындағы нүктеде өлшеу
Төсеме пластинаның қалыңдығы	S_n	Сондай
Төсеме сақинаның ені	B_k	Штангенциркуль. Үшеуден кем емес сақина периметрі бойынша нүктеде өлшеу
Төсеме сақинаның қалыңдығы	S_k	Сондай
Төсеме сақинаның мұқалуы	c_k	?»
Балқытылатын сақина диаметрі (енгізбе)	$D_k(D_{ac})$	Штангенциркуль. Екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда төрт нүктеде өлшеу
Балқытылатын сақина қалыңдығы (енгізбе)	A	Штангенциркуль. Үшеуден кем емес сақина периметрі бойынша тең қашықтықтағы нүктеде өлшеу

Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Балқытылатын сақина ені (енгізбе)	$B_k(B_{вк})$	Штангенциркуль. Үшеуден кем емес сақина периметрі бойынша тең қашықтықтағы нүктеде өлшеу
Корпустағы саңылау диаметрі (құбырдағы)	d	Штангенциркуль. Екі өзара-перпендикулярлы жазықтықтарда төрт нүктеде өлшеу
Тазартылған беттің бұдырлығы параметрі	$Ra (Rz)$	Профилограф-профилометр, бұдырлықты салыстыру үлгілері



3.12

3.13 -ші сурет. Өртүрлі типтер қосылыстарын дәнекерлеу үшін жинақтағанда бақыланатын көлемдер:

a – түйіспелі; $б$ – қалатын төсеме пластиналы (сақиналы) түйіспе; $в$ – түйіспелі құлыпты; $г$ – таврлық; $г$ – бұрыштық; e – айқаспа; b – саңылау; F, n – тиісінше жалғанымның беткі және кері жақтарындағы бөлшектердің жиектерінің орындарынан жылжулары; n_1 – төсеме пластина (сақина) және бөлшектің кері бетінің арасындағы саңылау; E – айқаспа қосылыстағы бөлшектердің жабындысы аумағы ені; L – бұрыштық қосылыстағы дәнекерленетін бөлшектердің орындарынан жылжуы.

Дәнекерлеу үшін жиналған әртүрлі типтегі қосылыстардың өлшеу бақылауы (3.3-ші сурет), келесі ұсынылған тексерулерден тұрады:

- уақытша технологиялық бекітпелерді ұстаужіктері көлемдерінен;
- бекітпелер арасындағы технологиялық бекітпелер мен бөлшектер жиектері арасындағы арақашықтықтан;
- түйіспе саңылаулардан, оның ішінде бөлшек пен төсеме пластина (сақина);
- жинақталған бөлшектердің жиектерінің орындарынан жылжуларынан;
- айқаспа қосылыстағы бөлшектердің жабындыларынан;
- ұстауыштар көлемдерінен (ұзындығы, биіктігі) және олардың қосылыс ұзындығы (периметрі) бойынша орналасуларынан (егер, көлемдер техникалық құжаттамада берілген болса);
- балқытылатын сымдық енгізбе құлпындағы саңылаудан;
- штуцер мен корпустағы саңылаудың (құбырдағы) саңылаудың өзектерінің сәйкес келмеуінен;
- құбырлардың бұрыштық қосылыстарындағы өзектердің ауытқуларынан;
- дәнекерлеу үшін жинақталған тораптардың көлемдерінен.

Бөлшектерді жинақтау барысындағы бақыланатын геометриялық параметрлердің, құралдардың және өлшеулерді орындау шарттары 3.2-ші кестеде келтірілген.

3.2. Бөлшектерді жинақтау барысындағы бақыланатын геометриялық параметрлердің, құралдардың және өлшеулерді орындау шарттары		
Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Қосылыстағы саңылау (3.3, а...е суреттері)	b	Қуыс бұрғы немесе әмбебап қалып
Арнайы саңылау	b_1	Қуыс бұрғы
Қосылыстың кері бетіндегі бөлшектер жиектерінің орындарынан жылжуы (3.3, а суретін қараңыз)	n	Сызғыш немесе қуыс бұрғы
Қосылыстың кері бетіндегі бөлшектер жиектерінің орындарынан жылжуы (3.3, а, б суретін қараңыз)	F	Сызғыш немесе қуыс бұрғы
Төсеме пластина (сақина) мен бөлшектің кері беті арасындағы саңылау (3.3, б суретін қараңыз)	n_1	Әмбебап немесе арнайы қалып. Өлшеу қосылыс периметрі бойынша үшеуден кем емес нүктеде жүргізіледі.

Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Бұрыштық қосылыстағы дәнекерленетін бөлшектің орнынан жылжуы (3.3, д суретін қараңыз)	L	Штангенциркуль немесе сызғыш. Өлшеу қосылыс ұзындығы бойынша үштен кем емес нүкте бойынша жүргізіледі
Айқаспа қосылыстағы бөлшектердің жабу аумағы ені (3.3, б, е суреттерін қараңыз)	E	Сызғыш. Өлшеу қосылыс ұзындығы бойынша екіден кем емес нүкте бойынша жүргізіледі
Сым енгізбенің бөлшектің кері бетіне қатысты орнын жылжуы	Li	Штангенциркуль, қалып немесе қуыс бұрғы. Өлшеу бөлшектер жиналғаннан кейін орындалады.
Балқымалы сақина (енгізбе) құлпындағы саңылау (3.3, в суретін қараңыз)	b	Әмбебап қалып немесе қуыс бұрғы. Өлшеу бөлшектер жиналғаннан кейін орындалады.
Бекітпенің пісірілген бөлшегінен жиектің қиғаштығына дейінгі қашықтық	C	Сызғыш. Әрбір бекіту элементі өлшенуі қажет.
Бұрыштық жік қатеті	K	Сызғыш, қуыс бұрғы, штангенциркуль, қалып. Әрбір жік өлшенуі қажет.
Тұтқыш ұзындығы	$1п$	Сызғыш және штангенциркуль. Әрбір тұтқыш өлшенеді
Тұтқыш биіктігі	$Лп$	Штангенциркуль. Әрбір тұтқыш өлшенеді
Тұтқыштар арасындағы қашықтық	$Lп$	Сызғыш. Өлшеу егер, тұтқыштар арасындағы қашықтық техникалық құжаттамада белгіленген болса ғана орындалады.
Штупердің ішкі бетке ену тереңдігі	Q	Арнайы қалып

Бөлшектерді дәнекерлеу үшін дайындау және жинақтау кезеңдерінде визуалды және өлшеу бақылауына, бөлшектер мен қо сылыст ардың кем дегенде 20% тие сілі. Дәнекерлеу қосылыстарының сапасының төмендеуіне алып келуі мүмкін жұмыс сызбалары және (немесе) өндірістік-технологиялық құжаттама талаптарынан ауытқулары анықталған жағдайларда, бір типті бөлшектер (қосылыстар) топтарына арналған іріктеме бақылауы көлемін екі есеге ұлғайту қажет.Егер, қайталама бақылау барысында да ауытқулар анықталса, одан әрі толық бақылау жүргізіледі. Жарамсыз деп танылған бөлшектер түзетілулері қажет. Дәнекерлеу үшін жинақталған, бақылау барысында жарамсыз деп танылған қосылыстар бөлшектері, бөлшектелулері және олардың бастапқы сапасыз жинақталуыларына алып келген себептер жойылғаннан кейін, қайталама жинақталулары қажет.

Термиялық (газдық, ауа-доғалық, газ-флюстік, плазмалық және т.б.) кесу арқылы пішімдеу барысында жылу ықпалына түскен металды жоюды визуалды бақылау, әрбір бөлшек үшін жүргізіледі. Бөлшектердің жиектерінде кесу іздері (төмен көміртекті, марганецті және кремнийлі-марганецті болаттар) және кескеннен кейін бөлшектердің беткі беттерінде орындалған белгілеу (нүктемен белгілеу) іздері болмауларықажет.

Қосылыстардағы саңылау мен жиектердің жылжуын өлшеу бақылауын, бір-бірлерінен 1 м артық емес, бірақ үш тең қашықтықтағы нүктелерде орналасқан жік бойындағы бірнеше нүктелерде орындау қажет. Оған қол жеткізу болмағанда, қосылыстың кері бетіндегі жиектердің мүмкін болатын орнынан жылжуын бағалауды (3.3, а суретін қараңыз), қосылыстың беткі бетінен олардың *Форнынан* жылжулары бойынша жүргізу қажет.

Визуалды бақылауға қосылыстағы барлық тұтқыштар жатады, ал өлшеуге – көлемдері визуалды бақылау нәтижелері бойынша күлік тудыратын тұтқыштаржатады.

Дәнекерлеу үшін жинақталған цилиндрлік бөлшектердің өзектерінің орындарынан жылжуы, қосылыстың орталығынан 200 мм қашықтықтағы екі-үш жазықтықтарда өлшенеді (визуалды бақылау барысында анықталған, олардың максималды ауытқулары аймағында).

Дәнекерлеу үдерісіндегі көп қабатты жіктерді қабат бойынша визуалды бақылау, жіктің әрбір қабатындағы (білікшедегі) рұқсат етілмейтін ақауларды (сызаттарды, қуыстарды, қосылыстарды, кү й і п қ а л у л а р д ы , т е с і к т е р д і , о т ы р ғ ы з у қ а л қ а н д а р ы н , балқымауларды, қатпарларды) анықтау мақсатында орындалады.

Дәнекерлеу қосылыстарын визуалды және өлшеу бақылауын, олардың өндірістік және нормативтік техникалық құжаттама талаптарына сәйкестіктерін растау мақсатында орындайды.

Дәнекерлеу қосылыстарының ақаулы учаскелерінің түзетілулерін визуалды және өлшеу бақылауын ақауды жоюдың толықтығын растау, ақаулы учаскені іріктеу пішіндері мен көлемдерін тексеру, және өндірістік-технологиялық және нормативтік техникалық құжаттама талаптарына сәйкес іріктемені толтыру барысында жік сапасын тексеру үшін орындайды. Термиялық өңделулері қажет дәнекерлеу қосылыстарын визуалды және өлшеу бақылауын, оны орындағанға дейін және кейін жасайды. Егер, бақыланатын торап толық термиялық өңделуі қажет болса (одан кейін жұмсартылатын қалыптандыру немесе шыңдау), онда бақылауды ол

аяқталғаннан кейін орындайды.

Дәнекерлеу жігінің дөңестерін жою арқылы механикалық өңделуге тиісті дәнекерлеу қосылыстарын визуалды және өлшеу бақылауын, тиісті операцияларға дейін және кейін орындайды.

Дәнекерлеу қосылыстарының бетінен өлшеу бақылауы алдында ылғалды, шлак, метал шашырандыларын, татты және басқа да бақылауды жүргізуге кедергі келтіретін ластауларды жояды. Өлшеулерді визуалды бақылаудан кейін орындайды.

Дәнекерлеу үшін дайындалған бөлшектерді өлшеуді олар жиналғанға дейін жүргізеді.

Дәнекерлеу қосылыстарын визуалды және өлшеу бақылауында бақыланатын аймақ жік металының бетінен және оған шекаралас жатқан негізгі метал учаскесінен төмендегілерден кем емес енді жіктің қос бетінен тұруы қажет:

- 5 мм – 5 мм дейінгі қалыңдықтағы бөлшектерді балқыту арқылы доғалық және контактілік дәнекерлеумен орындалған түйіспелі қосылыстар үшін;
- бөлшектердің қалыңдығы (5...20 мм) – доғалық және электронды-сәулелік дәнекерлеумен, сонымен қатар балқыту арқылы контактілік дәнекерлеумен алынған түйіспелі қосылыстар үшін;
- 20 мм – бөлшектердің қалыңдықтары 20 мм артық жағдайында, балқыту арқылы доғалық және контактілік дәнекерлеумен орындалған түйіспелі қосылыстар, сонымен қатар дәнекерлеу қосылыстарындағы ақаулы учаскелерді жөндеу барысында және бөлшектерінің қалыңдықтарына қарамастан газбен дәнекерлеумен алынған түйіспелі және бұрыштық қосылыстар үшін;
- 5 мм – бөлшектердің қалыңдықтарына қарамастан, электршлакты дәнекерлеумен орындалған бұрыштық, таврлық, бүйіржақтық және айқаспа дәнекерлеу қосылыстары үшін;
- 50 мм – бөлшектердің қалыңдықтарына қарамастан, электршлакты дәнекерлеумен орындалған дәнекерлеу қосылыстары үшін. Визуалды және өлшеу бақылаулары барысындағы анықталған ақаулар, келесі технологиялық операцияларды немесе объектіні қабылдағанға дейін жойылулары қажет.

Ақауларды өндірістік-технологиялық құжаттама талаптарына сәйкес түзету қажет. Егер, табылған ақаулар бұзбай бақылаудың басқа түрлерін (әдістерін) одан әрі қолдануға кедергі келтірмесе, онда оларды бақылау аяқталғаннан кейін жоюға болады.

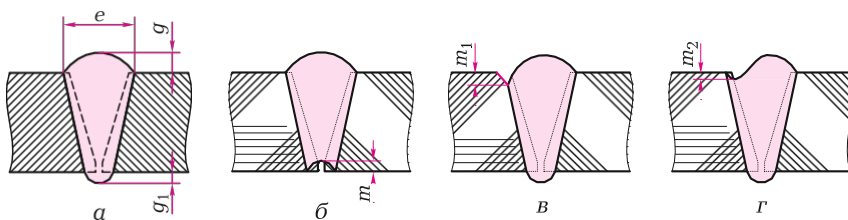
Дайын дәнекерлеу қосылысында келесілерді тексереді:

- беттік ақаулардың болуын (болмауын);
- уақытша технологиялық бекітпелерді жойғаннан кейінгі металды тазалау сапасын;
- егер, мұндай қарастырылған болса, бұзбау әдістерімен одан кейінгі тексеруді жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін негізгі металдың шекаралас учаскелерін және дәнекерлеу жігі бетін тазарту сапасын;
- жіктің таңбалануының (клеймо) болуын және оның орындалуының дұрыстығын.

Дайын дәнекерлеу қосылысында өлшеу тексеруі келесілерге жүргізілуі қажет:

- визуалды бақылау барысында анықталған бет ақаулары (қуыстары, қосылыстары және т.б.) көлемдері;
- жіктің биіктігіне және еніне, сонымен қатар бұл беттің тексеру үшін қол жетімділігі жағдайында, жіктің кері бетінің ойыстығына және дөңестігіне;
- жіктер білікшелері арасындағы ойыстың тереңдігіне, балқу аймағы тіліктерінің тереңдіктері мен ұзындығына;
- бұрыштық жік катетіне (таврлық қосылыста).

Дәнекерлеу жіктерінің және олардың ақауларының геометриялық параметрлері ері 3.4-ші су ретте ұсынылған. Бақ ыланатын параметрлердің, құралдардың және өлшеулерді орындау шарттарының кеңейтілген тізбесі 3.3-ші кестеде келтірілген.



3.14 -ші сурет. Дәнекерлеу жіктерінің (а) және олардың ақауларының (б ... г), өлшеу бақылауына тиесілі геометриялық параметрлері:
 e – жік ені; g, g_1 – жіктің тиісінше беткі және кері беттері дөңестіктері; m – жік түбірінің ойыстығы; m_1 – балқу аймағы тілігі тереңдігі; m_2 – ойыстық тереңдігі

3.3-ші кесте. Дәнекерлеу жіктерінің және оның ақауларының геометриялық параметрлері, өлшеу құралдары және орындау

Бақыланатын параметр	Параметрдің шартты белгіленуі	Өлшеулерді орындау құралдары және шарттары
Жік ені (3.4, асуреті)	e	Штангенциркуль немесе әмбебап қалып
Жіктің беткі бетінің дөңестігі	g	Сондай
Жіктің артқы бетінің дөңестігі	g_1	?»
Жік түбірінің ойыстығы (3.4, б суреті)	m	Штангенциркуль, оның ішінде жаңғыртылған. Өлшеулер максималды мән аймағындағы екі-үш нүктеде жүргізіледі
Балку аймағы тілігі тереңдігі (3.4, в суреті)	m_1	Штангенциркуль, оның ішінде жаңғыртылған. Тіліктер тереңдіктерін өлшеуге арналған құрал-жабдықтар.
Бұрыштық жік катеті	K	Штангенциркуль немесе қалып.
Ойыс тереңдігі (3.4, г суреті)	m_2	Штангенциркуль, оның ішінде жаңғыртылған. Өлшеулер жік ұзындығы бойынша төрттен кем емес нүктелерде жүргізіледі
Білікшелер арасындағы ойыстар тереңдігі	Δ	Сондай
Жалғыз тегіссіздіктер көлемдері (диаметрі, ұзындығы, ені)	d_g, I_g, b_g	Өлшеу үлкейткіш әйнегі. Өрбір тегіссіздік өлшенілуі қажет.

Дәнекерлеу қосылысының геометриялық параметрлерін өлшеу бақылауы (дәнекерлеу жіктері элементтері, өзектердің немесе бөлшектердің беттерінің өзара орналасулары көлемдері, бір жақты жіктердің түбірлерінің жіктері білікшелері, дөңестері және ойыстары арасындағы ойыстар тереңдіктері және т.б.) жұмыссызбаларында көрсетілген учаскелерде, сонымен қатар көрсетілген көрсеткіштердің рұқсат етілген мәндерге сәйкестіктері визуалды бақылау нәтижелері бойынша күдік тудыратын орындарда өткізу қажет.

Сыртқы диаметрі 89 мм дейінгі түйіспелі дәнекерлеу құбырлары қосылыстарын тексеру барысында, егер, конструкциядағы бір типті қосылыстар саны 50 артық болса, барлық қосылыстарға жасалынған визуалды бақылау барысында жік көлемдерінің рұқсат етілетін мәндерден (ені, дөңестігі) мүмкін болатын ауытқуы туралы болжамдар туындамаған жағдайларда бір-екі беттердегі бұл қосылыстардың 10... 20% жіктері көлемдерін өлшеуге рұқсат етіледі.

Егер, білікшелер бір-бірінен биіктіктері бойынша ерекшеленетін болса, жік білікшелері арасындағы ойыстар тереңдігін өлшеуді, төмен биіктікке ие білікшеге қатысты орындайды.

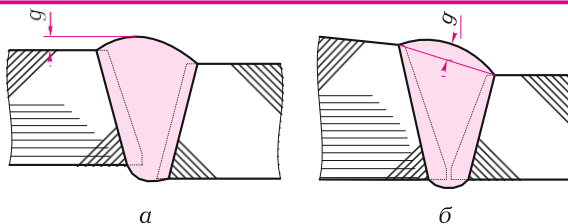
Түйіспе жігінің дөңестігін (ойыстығын) оның бөлшектердің беткі беттеріне қатысты максималды біктіктері (тереңдіктері) бойынша бағалайды. Егер, дәнекерлеу қосылыстар арындағы бірдей қалыңдықтағы бөлшектердің беттерінің деңгейі сәйкес келмесе, өлшеулер жоғары орналасқан бетке қатысты жүргізілетін болады (3.5, а суреті).

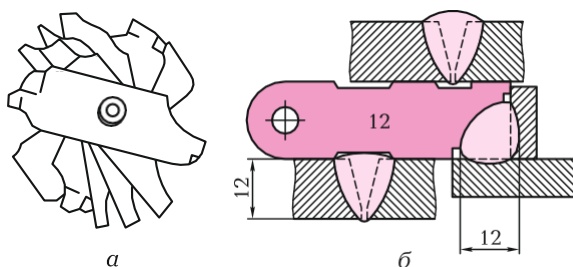
Егер, бөлшектердің беткі беттерінің деңгейі сәйкессіздіктері, олардың қалыңдықтарының әртүрлілігімен байланысты болса, онда жік бетінің дөңестігін (ойыстығын) бағалауды, бұл беттердің шеттерін бір қимада жалғайтын сызыққа қатысты орындайды (3.5, б суреті).

Бұрыштық және түйіспелі жіктердің дөңестігі (ойыстығы) әмбебап немесе арнайы қалыптармен анықталады (3.6, 3.7-ші суреттер).

Жіктердің кері бетіндегі дөңестігі (ойыстығы), бөлшектер беттеріне қатысты жік бетінің максималды биіктігі (тереңдігі) бойынша бағаланады (3.8 суреті).

Штуцердің корпусқа (құбырға) қатысты сыртқы бетінің (өзегінің) перпендикулярлығынан ауытқуы, екі өзара перпендикулярлы қималарда анықталады. Өлшеулерді бұрыштық және сызықтық көлемдері визуалды бақылау бойынша күдік тудыратын учаскелерде орындау қажет.

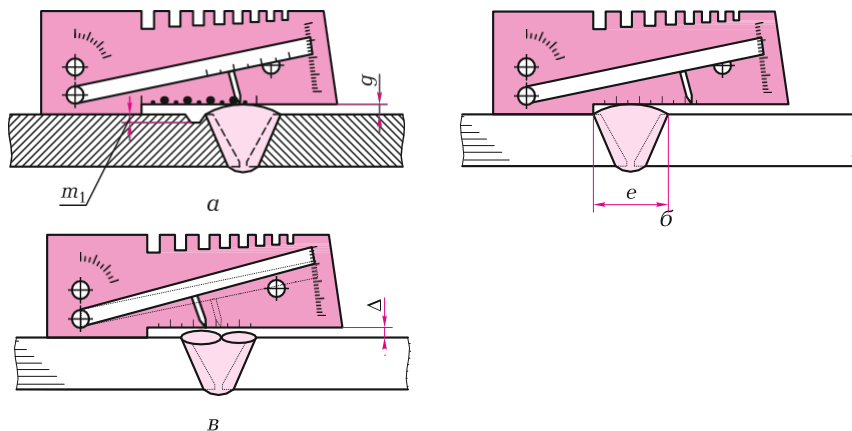




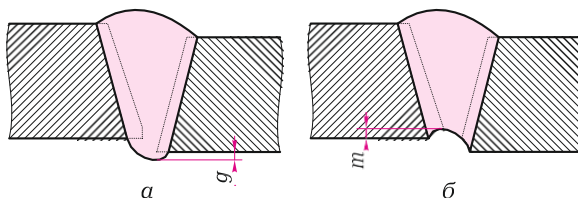
36 -шы сурет. Бұрыштық жіктерді бақылауға арналған(а) және дәнекерлеу жіктерін (б)бақылауға арналған арнайы қалыпты пайдалануға арналған әмбебап қалып

Ақаулы учаскелерді жөндеу барысында визуалды бақылау қажет:

- визуалды тексеру және басқа да бұзбай тексеру әдістерімен тексеру барысында анықталған ақаулардытолық жою;
- ақаулыучаскелерді таңдау көлемдерін;
- іріктеме аймағындағы жиектер бөліктері пішінін;
- іріктеме бетінің және оған жақын орналасқан беттердің тазалығын (визуалды байқалатын ластанулардың, шаңдардың, тат өнімдерінің, майдың және т.б. болмауы);



37 -ші сурет. Дәнекерлеу жігінің геометриялық параметрлерін өлшеу үшін УШС типті қалыпты пайдалану:
 a – жік дөңесі g және тілік тереңдігі m ,балку аймағы; $б$ – жік ені e ; $в$ – білікшелер арасындағы Δ ойысы тереңдігі



38 -ші сурет. Жіктің кері бетінен дөңестіктігін (a) және ойыстықты $m(b)$ өлшеу

- іріктемелер жиектеріне жақын орналасқан, метал беттерін тазалау аймағы ені (механикалық тәсілмен);
- жөндеу жігінің және металдың іріктемеге жақын орналасқан учаскелеріндегі ақаулардың болуын (сызаттар, қуыстар, қосылыстар, қуыстардың және қосылыстардың, тесіктердің, күйіп қалулардың, қатпарлардың, отырғызу қалқандарының, тіліктердің, шала пісірілімдердің, балқыған металдар шашырандыларының және т.б. жиынтықтарының).

Материалдағы және дәнекерлеу қосылыстарындағы ақаулы учаскелерді жөндеу барысында, өлшеумен келесілерді тексеру қажет:

- ақаулы учаскенің іріктемелері көлемдерін;
- іріктеме жиектері бөлікшелерінің геометриялық параметрлерін (қиғаштық бұрышы, сызаттарды түзету барысындағы метал жалғастырғыштың қалыңдығын және т.б.);
- іріктеме жиектеріне жақын орналасқан учаскелерді тазалау аймағы ендерін (механикалық тәсілмен);
- визуалды тексеру барысында анықталған, жөндеу жігі және оған жақын орналасқан метал учаскелері беттеріндегі ақаулар көлемдерін;
- іріктемелер және оларды тазалау аймағындағы жақын орналасқан метал учаскелері беттеріндегі бұдырлықтарды (жөндеу жігін орындау алдында), сонымен қатар бұзбау әдісімен одан кейінгі тексеруді өткізер алдында метал беттерін.

Жік пішіндері ақауларының түзілулерінің алдын-алу әдістері. Көптеген жағдайларда, практика көрсеткендей, балку тереңдігін, металға беттік-белсенді компоненттерді енгізу есебінен, дәнекерлеу тәртібін өзгертпестен, айтарлықтай ұлғайтуға болады. Әсіресе мұны тотықтыру ортасында немесе тотықтырғыш флюстерді және электродтық жабындыларды пайдаланған жағдайда дәнекерлеу барысында жүзеге асыру аса оңтайлы. Егер, оттегіні енгізу қажет емес болса немесе рұқсат етілмейтін болса, басқа да қосымша компоненттерді пайдалануға болады (мысалы, сирек кездесетін элементтер Se және Te).

Жұқа табакты металды тотықтырғыш ортада дәнекерлеу барысында, егер, күйіп қалулар қаупі туындаған жағдайда, дәнекерлеу ваннасына оттегімен жоғары химиялық ұқсастықтарға ие компоненттерді енгізеді. Бұл металдағы еркін оттегінің құрамын төмендетуге алып келеді, ал тиісінше, оттегінің балқыманың беткі тартылысына ықпалы кеми бастайды.

Балқыған металдың беттік тартылуының немесе оның шлакпен шекарадағы фаза аралық тартылуының төмендеуімен, жіктің дөңестігінің төмендеуіне қол жеткізуге және негізгі металдан балқыған металға баяу өтуді алуға болады, бұл дәнекерлеу қосылысында кернеулер концентраторларының түзілуін жоққа шығарады.

Фаза аралық тартылысты шлакқа темір мен марганец оксидтерін енгізу арқылы айтарлықтай төмендетуге болады. Бұдан бөлек, егер шлакта FeO және MnO аз көлемде болса, балқыған метал мен шлак шекарасындағы фаза аралық тартылысты дәнекерлеу тоғының тік полюрлығымен реттеуге болады: тік полюрлықты дәнекерлеу тоғында фаза аралық тартылыс, кері полярлықты дәнекерлеу тоғына қарағанда жоғары болады.

Дәнекерлеу барысында тіліктердің түзілуінің себептерін талдау, бұл ақаулардың пайда болулары мүмкіндігін кемітуге, дәнекерлеу ваннасының балқыған металының беттік тартылысын төмендетумен немесе шлакқа қосымша балқымайтын заттарды енгізу барысында ұштастыру тоғы күшін арттыру немесе дәнекерленетін бөлшектерді алдын-ала қыздыру есебінен оның болуы ұзақтығын ұлғайту арқылы қол жеткізуге болады.

Тіліктердің түзілуі балқыманың қатты металдың бетімен ағуымен байланысты болғандықтан, олардың пайда болуы сонымен қатар дәнекерлеу ваннасындағы гидродинамикалық шарттарды шарттайтын болады. Тиісінше, комбинацияланған электродтың көмегімен эраалуан түрдегі магниттік өрістер доғасына ықпал ету тіліктердің пайда болуының алдын-алуға мүмкіндік береді.

Балқыған металдың ағып кету шарттарды, негізгі металдың диэлектриктерінен оксидтік пленкаларды жою немесе жиектердің белгілі бір рельефін құру арқылы жақсартуға болады.

Металдың ағуы жылдамдығы металмен шлақтың қоймалжындықтың төмендеуі барысында, сонымен қатар олардың температуралары артқанда және оларға қоймалжындықты төмендететін компоненттерді енгізгенде ұлғаяды. Мұнымен тіліктерді жоққа шығарудың жоғары мүмкіндігіне қол жеткізіледі. Бірақ, бұл компоненттердің металдың бетінің тартылысына ықпалын ескеру және шлақтың қоймалжындығын айтарлықтай төмендету оның қорғаныс функциясын бұзуы мүмкін екендігін есте сақтау қажет.

3.2.1. Радиографиялық дефектоскопияның физикалық негіздері

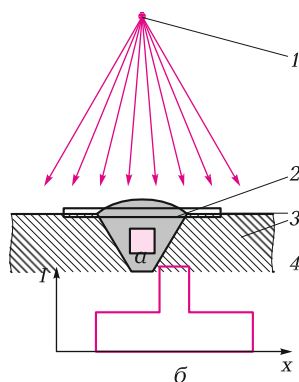
Ішкі ақауларды анықтау рентген сәулелері мен гамма-сәулеленудің әртүрлі материалдар арқылы енуге және материалдың қалыңдығы мен түріне, сонымен қатар сәулелену энергиясына байланысты әртүрлі деңгейде жұтылуы қабілеттеріне негізделген.

Дәнекерлеу жіктерінде ішкі ақауларды тапқан жағдайда, тексерілетін дәнекерлеу қосылысының бір жағына 3 (3.9, а суреті) сәулелену көзі— рентген құбыршасын немесе радиоактивті изотоп, ал басқа бетіне – 2ақау арқылы өткен сәулені тіркейтін детекторды 4 орнатады. Детектор ретінде рентген пленкасы, электронды оптикалық түрлендіргіш, ксерографиялық пластина, фотоқағаз және т.б. пайдаланылулары мүмкін. Көзден шығатын сәуле, дәнекерлеу қосылыс арқылы өте отырып, оның ақаулы және ақаусыз учаскелерінде әртүрлі жұтылатын және детекторға біркелкі емес қарқындылықпен келіп түсетін болады.

Газ бен металдық емес қосылыстардан тұратын ақаулы учаскелерден өту барысында, сәулелені тұтас металға қарағанда сәл әлсірейді.

Сәулеленудің қарқындылығының айырмашылығы детектормен тіркеледі. Мысалы, өткен сәулеленудің I қарқындылығы ең жоғары ақаулы учаске деңгейінде (3.9, б суреті), детектор ретінде пайдаланылатын рентген пленкасы күштірек қараяды. Рентген пленкасын қолдану дефектоскопияның радиографиялық әдісінің негізінде жатыр – бұл радиациялық бақылаудың

барлық танымал әдістерінің ішіндегі неғұрлым кеңінен тарағаны. Бірақ, пленканың көмегімен жарық түсірілетін объектінің ішіндегі орналасқан, барлық ақауларды табу әрқашан және кез- келген жағдайларда мүмкін болмайды.



39 -шы сурет. Дәнекерлеу қосылысы (а) және ол арқылы өткен (б) сәулелену қарқындылығын бөлу

1 – сәулелену көзі; 2 – ақау; 3 – тексерілетін қосылыс;
4 – детектор

Аталмыш әдістің шекті сезімталдығын сипаттайтын, анықталатын ақаулардың минималды көлемдері болады.

Радиографияда сезімталдықтың екі түрі болады. МемСт 7512 – 82 сәйкес *абсолюттік сезімталдық* анықталатын ақаудың минималды көлемімен немесе жарық түсіру бағытындағы сезімталдылық эталонымен анықталады. *Салыстырмалы сезімталдық* анықталатын ақаудың ΔS минималды көлемінің S бақыланатын қосылыстың қалыңдығына жарық түсіру бағытымен сипатталады және пайыздармен көрсетіледі:

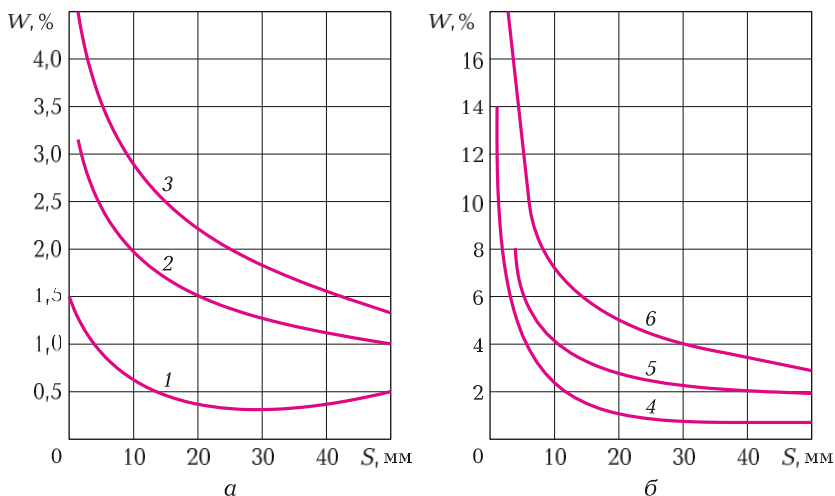
$$W = (\Delta S / S) 100.$$

Тексерудің радиографиялық әдісінің сезімталдығы бастапқы және таралған сәулелену энергиясына, жарық түсірілетін материалдың тығыздығына және қалыңдығына, ақаудың орналасқан орнына және пішініне, сонымен қатар рентген құбыршасының фокустық қашықтығына, көлеміне және фокустық дағына және рентген пленкасы типіне тәуелді.

Олардың тексерілетін метал арқылы өтулері барысындағы γ -сәулелендірулердің және рентген сәулелерінің энергиясының әлсіреуі үдерісінің күрделілігі және тексерудің аталмыш әдісінің сезімталдығы тәуелді болатын факторлардың әралуандығына байланысты, барлық факторлардың бір уақыттағы ықпалдарын есептеу мүмкін емес болып табылады. Тиісінше, радиографиялық әдіспен бұл факторлардың әрқайсысының ақауларын анықтауға сезімталдығы ықпалын бағалау тиімді.

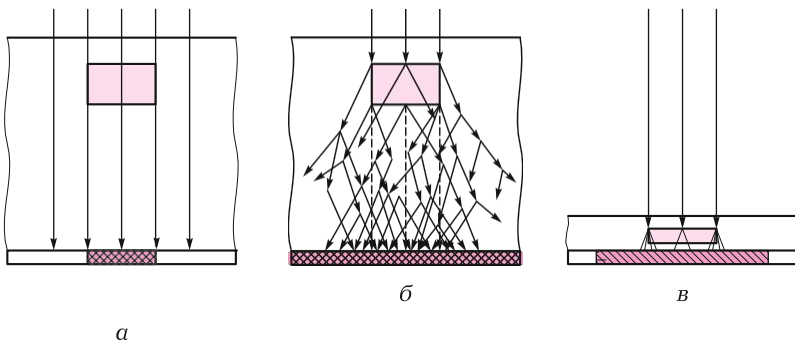
Сәулелену энергиясы. Рентген сәулелері мен γ -сәулелену энергиясының радиографиялық әдістің салыстырмалы сезімталдығына ықпалы, сезімталдықтың тексеру барысында бірдей қалыңдыққа жеткенін, жоғары болған сайын сәулелену энергиясы соншалықты төмен болатынын көрсетілген 3.10-шы суретте келтірілген тәуелділікті көрсетеді.

Таралған бастапқы сәулелену таралмаған сәулеленумен салыстырғанда, суреттің сапасын (контрастылық, бейненің айқындылығы) және дефектоскопияның аталмыш әдісінің сезімталдығын төмендетеді. Таралу болмаған жағдайда пленкадағы ақаудың бейнесі нақты шекараларға ие (3.11, а суреті). Бірақ, әрқашан бейненің шекараларын бұзатын таралған сәулелену болады (3.11, б суреті), оның салдарынан шағын көлемдегі ақаулар қиын ажыратылатын болады және көбіне айқындалмайды да. Бұл ретте, әрқашан материалдың қалың қабатындағы сәулеленудің таралуы, жұқа қабатындағыға қарағанда күштірек болады (3.11, в суреті). Тиісінше, радиографиялық әдістің сезімталдығы, жарық түсірілетін материалдың қалыңдығы ұлғайғанда төмендейді.



3.10 -шы сурет. Тексерудің радиографиялық әдісінің салыстырмалы сезімталдығының W , РУП-150-10 аппаратының рентген құбыршасында және РТ-1 $S_n = 750 \text{ мм}$ (а) тіркеу пленкасы қалыңдығындағы және $E\gamma$ -радиоактивті изотоптардың сәулеленуінің және $S_n = 500 \text{ мм}$ (б) пленка қалыңдығындағы әртүрлі энергиялар қуатындағы U әртүрлі кернеулері жағдайларындағы S болаттың қалыңдығына тәуелділігі:
 1, 2, 3 – тиісінше $U = 80; 120$ және 140 кВ ; 4 – $E = 0,3 \text{ МэВ}$ (^{192}Ir); 5 – $E = 0,5 \text{ МэВ}$ (^{137}Cs);
 6 – $E = 1,17 \text{ МэВ}$ (^{60}Co)

Сәулеленудің таралуын толықтай жою мүмкін емес, бірақ оны жұқа ($0,025 \text{ мм}$) қалайыдан немесе қорғасыннан ($0,075 \dots 0,150 \text{ мм}$) болатын қабатты фольга болып табылатын арнайы сүзгіштерді қолдану арқылы кемітуге болады.



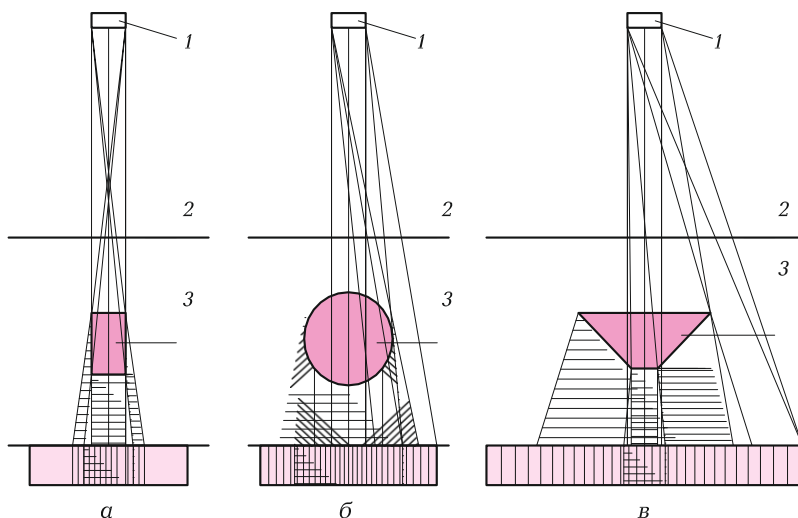
Мұндай сүзгілерді не сәуле шығару көзі мен тексеру объектісінің арасына, немесе пленка мен объекті арасына орнатады. Таралуды сонымен қатар, сәулеленетін объектінің үстіне орнатылатын саңылаулы қорғасын беттерденің немесе сәулелену көзінде орна- ластырылатын диафрагманың көмегімен қол жеткізілетін, сәулеле- нетін беттің аумағын қысқарту арқылы кішірейтуге болады. Таралу тексерілетін объекті мен пленкаға дейінгі аралық ұлғайғанда да төмендейді.

Материал қалыңдығы. Тексерілетін материалдың қалыңдығы- ның радиографиялық әдістің сезімталдығына ықпалын қарастыра- йық.

Қалыңдығы 3 мм дейінгі тексерілетін материалдарды тексеру барысында, сәулеленудің «жұмсақ» құрамдас бөліктері шамалы әлсірейді, бұл әдістің сезімталдығының және ақаудың бейнесінің айқындығының төмендеуіне алып келеді.

Материал қалыңдығының ұлғаюымен, сәулеленудің әлсіреуінің тиімді коэффициенті кемиді. Сәулеленудің «жұмсақ» құрамдас бөліктері, «қаттыларға» қарағанда қаттырақ әлсірейлі, және одан кейінгі қабаттарға, алдындағы қабаттарда ішінара сүзгіден өткен сәулеленулер түсетін болады. Зат арқылы өтуі бойынша, сәулелену неғұрлым «қатты» бола бастайды және осымен бір уақытта әлсіре- удің тиімді коэффициентінің төмендеуі баяулайды – ол тұрақты мәнге жақындайды. Аталмыш әдістің материалдың салыстырмалы үлкен қалыңдығында сезімталдығының төмендеуі, сәулеленудің таралуымен шартталған, және соңында осы нәтиже оның 100 ...150 мм материалдар қалыңдықтары мәндеріне қолданымдылығын шектейді.

Ақаулар пішіні және олардың жіктегі бағдарлануы. Сәулеле- нудің таралуы бағытына параллельді бағдарланған, тік бұрышты қырларға ие ақаулар (шала пісірілімдер) қуыстар (3.12, б суреті) және цилиндрлік (шлақтық қосылыстар) немесе қандай да бір басқа пішіндегі (3.12, в суреті) тәрізді шар пішініндегі ақауларға қараған- да, олардың шекараларының бейнесінің жоғары тіктігі (3.12, а суреті) салдарынан неғұрлым айқын анықталады. Шынымен де, шала пісірілім сәулеленудің таралуы бағытында тұрақты биіктікке ие, ал басқа ақаулардың биіктіктері осы бағытта өзгереді, тиісінше, мұндай ақаулардың бейнесінің оптикалық тығыздығы, олардың көлденең көлемдерімен анықталатын максимумнан пленканың бүкіл өрісінің оптикалық тығыздығына дейін біркелкі төмендейді. Мұндай тиімділік салдарынан бейне айқын болмайды, және көзбен қабылданатын суреттің контрастылығы айтарлықтай нашарлайтын болады.

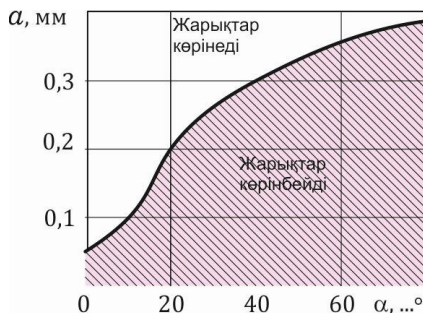


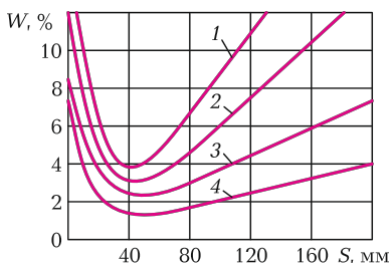
312 -шы сурет. Тік бұрышты (а), дөңгелек(б)және трапедия тәрізді (в) пішіндегі қимасы бар ақаулардың пленкадағы бейнелерінің қалыптасулары сызбасы:
1 – сәулелену көзі; 2 – күшейткіш экран; 3 – ақау

Ақауды табу бойынша ең таңдаулы мүмкіндіктер, сәулелену бұл ақаудың бойымен өткенде жүзеге асырылады, яғниабұрышы (3.13-ші сурет) нөлге тең болғанда. Егер, ақау сәулеленудің таралу бағытына қарай бірқатар бұрыш бойынша орналасса, онда ол оның бүкіл биіктігін емес, оның белгілі бір бөлігін ғана өтеді. Жарық түсірудің сезімталдығы бұл ретте ақауының еніне тәуелді болады.

Іс жүзінде, жеткілікті үлкен биіктікте шамалы ғана ендері бар ақаулар жиі кездеседі. Бұл жағдайда, ақаудың проекциясы пленкада, ақаулы және ақаусыз учаскелердің оптикалық тығыздықтарының шамалы айырмашылықтарынан көрінбейтін болады. Мұндай ақауларға мысалы, сызаттар, шала пісірілімдер және жиектердің балқымаулары жатады.

313 -ші сурет. Ені a және ұзындығы оның сәулеленудің таралуы бағытынан ауытқуының α бұрышынан 6 мм болатын сызатты анықтау мүмкіндігінің тәуелділігі





314 -ші сурет. жарық түсірілетін болаттың S қалыңдығының және рентген құбыршасының F фокустық қашықтығына [анод материалы— (^{60}Co)] на W рентгенографиялық әдісінің салыстырмалы сезімталдығына ықпалы:

1 – $F=150$ мм; 2 – $F=300$ мм; 3 – $F=600$ мм; 4 – $F=1\,000$ мм

Оларды анықтау мүмкіндігі өте төмен (35...40%). Олардың беттеріне параллельді орналасқан прокатталған табақтардың қабаттарының ажырауы, сәулелену арқылы әдетте табылмайды. Таврлық, бұрыштық және айқаспа қосылыстардағы жік катеттері бойынша балқымаулар нашар табылады.

Фокустық қашықтық. Рентген құбыршасының (3.14-ші сурет) фокустық қашықтығы кеміген жағдайда, сәулелену энергияның кемігеніндегі тәрізді, неғұрлым «жұмсақ» болады, оның салдарынан ақауларды тексерудің аталмыш әдісінің сезімталдығы ұлғаяды. Айта кететін бір жайт, t сәулелендірудің ұзақтығы F фокустық арақашықтығымен келесі арақатынаспен байланыстылығын айта кеткен жөн :

$$t/t_0 = (F/F_0),$$

бұл жерде t_0 — F_0 фокустық арақашықтығындағы жарық түсіру ұзақтығы.

Бұл арақатынасқа сәйкес, фокустық арақашықтық ұлғайғанда, жарық түсіру ұзақтығы да айтарлықтай ұлғаяды, яғни фокустық арақашықтық неғұрлым аз болған сайын, ақаудың нақты рельефін суреттен байқауға болады, жартылай көлеңке аумағы аз және әдіс сезімталдығы жоғары.

Шығу көзі тексерілетін материалдың өзі болып табылатын, қайталама сәулеленудің ықпалын кемітетін, металдан жасалынған күшейткіш экрандарды қолдану да, әдістің сезімталдығын бірқатар арттыруды қамтамасыз етеді. Таралған екінші сәулелену объектінің бейнесінің контрастылығын төмендетеді.

Рентген пленкасы типі. Оның құрылымының түйіршіктері көлемдерімен анықталатын, пленканың типіне байланысты, тексерудің радиографиялық әдісінің сезімталдығы, барлық басқа тең шарттарда 0,5-тен (РТ-5) 3%-ға (РТ-2) дейін өзгеруі мүмкін. Бұл әдістің жоғары сезімталдығын қамтамасыз етуші пленкалар, ұсақ түйіршікті құрылымға ие және неғұрлым ұзақ мерзімді экспозициялауды талап етеді.

3.2.2.Радиографиялық тексеру технологиясы

Радиографиялық тексеру дәнекерлеу қосылыстарындағы сызаттарды, шала пісірілімдерді, қуыстарды, шлак, вольфрам, оксидтік және басқа да қосылыстарды, күйіп қалуларды, тіліктерді анықтау, сонымен қатар сырттан қарауға қол жетімсіз жік түбінің дөңестігі мен ойыстығын бағалау үшін қолданылады.

Радиографиялық тексерудің көмегімен келесілерді анықтау мүмкін емес:

- тексеруге аз сезімтал көлемдерге ие, кез-келген тұтассыздықтар мен қосылыстар (жарық түсіру бағытындағы);
- ашу жазықтықтары жарық түсіру бағытымен сәйкес келмейтін шала пісірілімдер мен сызаттар;
- егер, олардың бейнелері, бөгде бөлшектердің, үшкір бұрыштардың немесе жарық түсірілетін қосылыстардың қалыңдықтарының шұғыл алмасулары бейнелерімен сәйкес келетін болса, кез-келген тұтассыздықтар мен қосылыстар.

Дәнекерлеу жіктерінің сапасын бақылауға арналған рентген сәулелендіруінен бөлек, γ және β -сәулеленулерін де пайдаланады, сәулеленудің түрлерінің әрқайсысында өзінің қолдану саласы болады. Оның ішінде, ең жоғары сезімталдыққа ие рентген-нографияны, негізінен цехтық жағдайларда және сирегірек – алаңдарда пайдаланады (тек, дәнекерлеу қосылыстарын тексеру сезімталдығына неғұрлым жоғары талаптар қойылған жағдайларда). Гаммаграфия алаңдық және монтаждық жағдайларда, қол жеткізу қиын орындарда орналасқан дәнекерлеу қосылыстары сапасын бақылау барысында артықшылыққа ие. Бетатрондық радиографияны үлкен қалыңдықтардағы дәнекерлеу қосылыстары ақауларын анықтауға арналған цехтық жағдайларда қолданады.

Дәнекерлеу қосылыстарын радиографиялық тексеруде негізгі операцияларды орындаудың белгілі бір жүйелелігін сақтау қажет:

- 1) сәулелену көзін, рентген пленкасын, жарық түсіру сызбасын және тәртібін таңдау;
- 2) тексерілетін объектіні жарық түсіруге дайындау;
- 3) объектіге жарық түсіру;
- 4) фотоны өңдеуді орындау және суреттердің шифрын ажырату;
- 5) тексеру нәтижелерін рәсімдеу.

Сәулелендіру көзін таңдау. Сәулелендіру көзін техникалық тиімділікке және келесі негізгі факторларды ескере отырып экономикалық тиімділігіне байланысты таңдайды: тексерудің берілген сезімталдықтары мен өнімділіктері, тексерілетін объектінің мат е р и а л ы н ы ң т ы ғ ы з д ы ғ ы м е н қ а л ы ң д ы ғ ы ж ә н е о н ы ң конфигурациясы.

Рентген пленкасын тандау. Пленканы талап етілетін өнімділікке және тексеруге сезімталдыққа сәйкес және жарық түсірілетін материалдың қалыңдығы мен тығыздығын ескере отырып тандайды.

РТ-1 пленкасын негізінен үлкен қалыңдықтағы дәнекерлеу қосылыстарын тексеру үшін қолданады, өйткені ол жоғары контрасттылыққа және сәулеленуге сезімталдыққа ие.

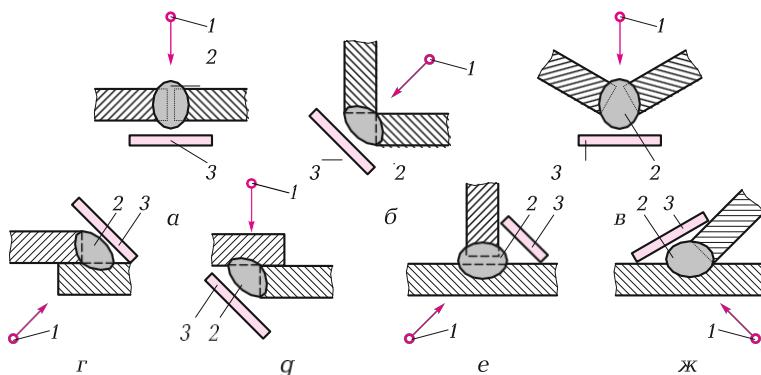
РТ-2 әмбебап экран пленкасын әртүрлі қалыңдықтағы дәнекерлеу қосылыстарына жарық түсіргенде пайдаланады.

Шамалы қалыңдықтағы алюминий қоспалары мен қара металдардан жасалынған қосылыстарды тексеру үшін контрасттылығы жоғары РТ-3 және РТ-4 пленкасын қолдануға болады.

Жауапты қосылыстарға дефектоскопия жасағанда, жоғары контрасттылыққа ие және ұсақ ақауларды анықтауға мүмкіндік беретін РТ-5 пленкасы пайдаланылады. Бірақ, ол сәулелендіруге ең төменгі сезімталдыққа ие, бұл бақылау барысындағы экспозициялаудың ұзақтығының ұлғаюына алып келеді.

Рентген пленкасын бағдарлы тандауды арнайы номограммалар бойынша жүргізген тиімді.

Жарық түсіру сызбалары мен тәртіптерін тандау. Түйіспелі, айкаспа, бұрыштық және таврлық қосылыстарға радиографиялық тексеруді жүргізуді орындау 3.15-ші суретте келтірілген. Егер, пісірілетін қабырға, пленканы орналастыру үшін жеткіліксізгенге ие болса, онда таврлық қосылыстарды тексеру барысында сәулені түзуші қабырға бойынша бағыттауға болады.

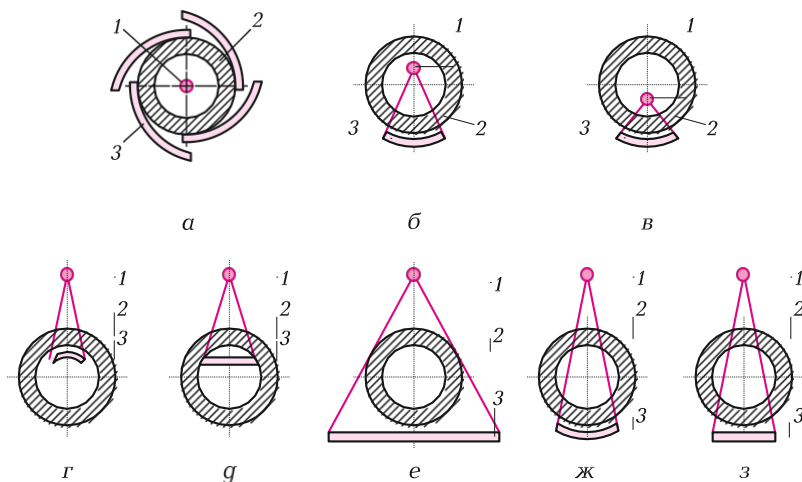


315 - ші сурет. Түйіспелі (а), бұрыштық (б, в), айкаспа (г, д) және таврлық (е, ж) дәнекерлеу қосылыстарының радиографиялық тексеруі сызбалары:
1 – сәуле шығу көзі; 2 – тексерілетін учаске; 3 – пленкалы кассета

Цилиндрлік және сфера тәрізді дәнекерлеу қосылыстарының қуыс тораптарын тексеру барысында (3.16-шы сурет) бір қабырға арқылы жарық түсіру сызбаларына басымдық беру қажет. Бұл ретте, жарық түсіруді келесі сызбаларға сәйкес, тексерілетін тораптар ішінде орналасқан сәулелендіру көзінің көмегімен жүзеге асыру ұсынылады:

- 3.16, *а* суреті (панорамалық жарық түсіру) – тексеру көлеміне тәуелсіз диаметрі 2 м дейінгі тораптар және диаметрі 2 м одан да жоғары болатын тораптар үшін 100%-дық тексеруде;
- 3.16, *б* суреті — егер, 3.16, *а* суретінде ұсынылған сызбаны қолдану мүмкін болмағанда және 100%-дық және іріктемелі тексеруде;
- 3.16, *в* суреті — диаметрі 2 м одан да жоғары болатын тораптарды іріктемелі тексеруде;
- 3.16, *г, д* суреттері – егер, 3.16, *г, д* суреттерінде ұсынылған сызбаны қолдану мүмкін болмағанда және ішкі диаметрі 10 м және одан да жоғары тораптар үшін.

Екі қабырға арқылы орындалатын дәнекерлеу қосылыстарын тексеру барысында, 3.16, *е,,з* суретінде көрсетілген сызбалар, диаметрі 100 мм дейінгі цилиндрлік және сфера тәрізді қуыс тораптар жарық түсіруге ұсынылады.



3.16 -шы сурет. Цилиндрлік және сфера тәрізді дәнекерлеу қосылыстарының қуыс тораптарын радиографиялық тексеру сызбалары (а... з):

1 – сәуле шығу көзі; 2 – тексерілетін учаске; 3 – пленкалы кассета

3.16, а... д суреттерінде көрсетілген сызбалар бойынша түйіспелі дәнекерлеу қосылыстарын тексеру барысында, сәулеленудің таралу бағыты тексерілетін қосылыспен сәйкес келуі қажет, ал осы сызбалар бойынша құбырлардың, штуцерлердің және басқа да бөлшектердің бұрыштық дәнекерлеу жіктерін тексеру барысында сәулеленудің таралуы бағыты мен дәнекерлеу қосылысы жазықтығы арасындағы бұрыш 45° аспауы қажет.

3.16 , е...з суреттерінде көрсетілген сызбалар бойынша дәнекерлеу қосылыстарын тексеру барысында, сәулеленудің таралуы бағытын, дәнекерлеу жігінің қарама-қарсы жатқан учаскелері бейнелері бір-бірлерінде жатпайтындай етіп таңдау қажет. Бұл ретте сәулеленудің таралуы бағыты мен дәнекерлеужігі жазықтығы арасындағы бұрыш 0.45° құрауы қажет.

Жарық түсіру және сәулеленудің таралуы бағыты сызбаларын таңдау барысында келесілерді ескеру қажет:

- тексерілетін дәнекерлеу қосылысынан рентген пленкасына дейінгі қашықтық минималды мүмкін болатындай болуы қажет, бірақ 150 мм артық емес;
- сәулеленудің таралуы бағыты және нормалдың рентген пленкасына қатысты бұрышы 0.45° құрауы қажет;
- шала пісірілімдер мен сызаттар, тек егер оларды ашуға арналған жазықтық пен жарық түсіру бағыты арасындағы бұрыш 0.10° құраған, ал олардың ені – 0,05 мм кем болмаған жағдайда ғана анықталуы мүмкін.

Суреттердің ұзындықтары дәнекерлеу қосылыстарының аралас учаскелері бейнелерінің, 100 мм аспайтын, тексерілетін учаске ұзындығын 20% кем емес аумағын жабуын және тексерілетін учаскенің ұзындығы 100 мм артық болғанда, 20 мм кем болмайтын жабуды қамтамасыз етуі қажет.

Түйіспелі және айқаспа қосылыстардың суреттері дәнекерлеу жігінің, сезімталдық эталондарының, таңбалаушы белгілердің және жік маңы аймақтарының бейнелерін алуды қамтамасыз етулері үшін, олардың ені келесілерді құрауы қажет: $S < 5$ мм дәнекерлеу материалы қалыңдығында 5 мм кем емес; $S = 5.20$ мм болғанда $S_{\text{кем}}$ емес; $S > 20$ мм болғанда 20 мм. кем емес. Таврлық және бұрыштық қосылыстар үшін суреттердің ені, оларды бақылауға немесе қабылдауға арналған техникалық құжаттамада көрсетіледі.

Жарық түсіру сызбасы таңдалғаннан кейін фокустық арақашықтық белгіленеді. Оны ұлғайтқан жағдайда әдістің сезімталдығы артады, бірақ жарық түсіру ұзақтығы да ұлғаяды (қашықтық шаршысына пропорционалды). Жарық түсіру сызбасына, материал қалыңдығына және сәулеленудің белсенді бөлігінің көлемдеріне сәйкес таңдалатын фокустық арақашықтық (фокустық дақ), әдетте 300...750 мм құрайды.

Экспозициялаудың ұзақтығы және тексерілетін учаскенің ұзындығы келесілерді қамтамасыз етулері қажет:

- тексерілетін жік учаскесінің, жік маңы аймағының және сезімталдық эталондарының 1,5...3,0 бейнелерінің оптикалық тығыздығын;
- пленканың контрасттылығына байланысты, бірақ 1,5 кем емес, сезімталдық эталоны бейнесінің оптикалық тығыздығының 0,4...0,6 кем емес, дәнекерлеу жігінің пленкадағы кез-келген учаскесі бейнесінің оптикалық тығыздығын;
- бөлшектердің тік бұрышты учаскелері үшін 10% аспайтын және қисық бұрыштылар үшін 25 % аспайтын орталықпен салыстырғанда пленканың шеттеріндегі ақауларбейнелері көлемдерінің бұзылуын.

Рентген сәулеленуі экспозициясы рентген құбыршасының тоғының күші және сәулелену уақыты туындысы ретінде, ал γ - сәулеленудің экспозициясы – радийдің γ -баламасында және сәулелену уақытында көрсетілген, сәулелену көзі белсенділігі туындысы ретінде анықталады.

Дәнекерлеу қосылыстарының жарық түсіруінің ұзақтығын, пленканың әртүрлі типтеріне арналып жасалынған номограммалар, сәулеленуі көздері түрлері және олардың фокустық арақашықтықтары бойынша таңдап алады, ал сынақ суреттерінің көмегімен нақтылайды.

Тексерілетін объектіні жарық түсіруге дайындау. Тексерер алдында дәнекерлеу қосылысын мұқият қарап шығу қажет және қажет болған жағдайда шлактан және басқа да ластанулардан тазарту қажет. Сыртқы ақауларды жою қажет, өйткені олардың суреттердегі бейнелері ішкі ақаулардың бейнелерін күңгірттендірулері мүмкін. Дәнекерлеу қосылысы, жарық түсірілгеннен кейін анықталған ішкі ақаулардың орналасқан орындарын нақты көрсету үшін таңбаланатын, тексеру учаскелеріне бөлінеді. Кассеталар және оларға орналастырылатын рентген пленкалары, тиісті тексеру учаскелері тәрізді тәртіпте таңбаланады. Қуатталған кассетаны дәнекерлеу қосылысында бекітеді, сезімталдық эталонын сәулелену көзі тарпынан орнатады, ал егер, оны олай орнату мүмкін болмаса, мысалы, құбырларға екі қабырға арқылы жарық түсіру барысындағыдай, эталонды детектор тарапынан орналастыруға орнатуға рұқсат беріледі (пленкалы кассета).

Дәнекерлеу қосылысына жарық түсіру. Санамаланған операцияларды орындағаннан және қауіпсіз жұмыс шарттарын қамтамасыз еткеннен кейін, дәнекерлеу қосылысына жарық түсіруге кіріседі. Бұл ретте сәулелену көзін жарық түсіру барысында, ол дірілдемейтіндей немесе орнынан жылжымайтындай етіп орнатады, әйтпесе пленкадағы бейне бұлдырап кетеді. Жарық түсіргеннен кейін кассетаны пленкасымен алады және экспозицияланған пленканы фото өңдеуге жібереді.

Суреттерді фотоөңдеу. Пленкаларды фотоөңдеу үдерісі келесі операциялардан тұрады: айқындау, аралық жуу, бейнені тиянақтау, ағынды емес суда жуу, қорытынды жуу және пленканы кептіру.

Алдымен пленканы айқындауыш та өңдейді. Айқындау барысында металдық күмістің оның бромидтерінен қалпына келуі орын алады. Айқындау үдерісінің ұзақтығы пленка мен айқындауыш тың орамасында көрсетіледі.

Сосын пленканы су толтырылған кюветте шайып алады. Мұндай аралық жуу айқындауыш қа тиянақтаушы ерітіндінің түсіп кетуінің алын алады. Фиксажда күміс бромидінің айқындалмаған түйіршіктері ериді, ал метал күмісін қалпына келтіру өзгертуге жатпайды.

Сосын пленканы алдымен ақпайтын суда жуады (одан кейінгі алу және күмісті жинау үшін), ал сосын ағынды сулы ваннада 20...30 минт бойына жуады (тиянақтағаннан қалған химиялық реактивтерді жою мақсатында).

Жууды аяқтағаннан кейін пленканы 35 °C аспайтын температурада 3..4 сағат бойына кептіреді.

Суреттердің шифрын ажырату. Шифр ажыратқыштың міндеті ақауларды анықтау, сонымен қатар олардың түрлері мен көлемдерін белгілеу болып табылады.

Көлемі 1,5 мм дейінгі ақаулар бейнелерін өлшеу үшін өлшеуге арналған үлкейткіш әйнекті қолдану (МемСт 25706 – 83), алкөлемі 1,5 мм үлкен ақаулар үшін – түссіз өлшеу сызғышы пайдаланылады. Суреттердің шифрларын ашқанда, пленканың нашар сапасынан немесе дұрыс емес фотоөңдеуден пайда болған ақауларды, тексерілетін материалдар ақауларынан айыру қажет. Күдікті жағдайларда материалға қайтадан жарық түсіреді.

Шифрын ашуға жіберілген радиорафиялық тексеруге арналған суреттерге, келесі талаптар қойылады (МемСт 7512 – 82):

- шифрды ашуды қиындататын дақтардың, жолақтардың, ластанулардың және эмульсиялық қабат зақымдануларының болмауы;
- шектеуші белгілердің, таңбалаушы бегілердің және сезімталдылық эталоны белгілерінің болуы.

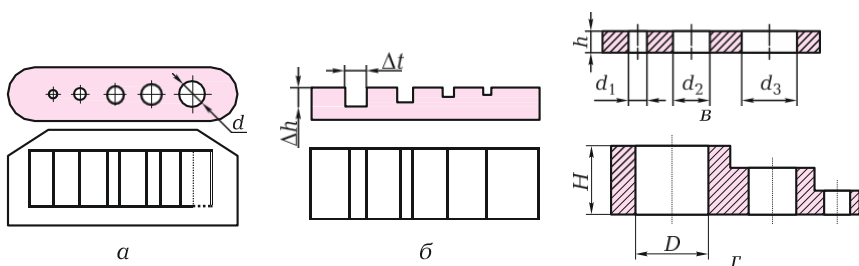
Те кс еруд ің радиорафиялық әдіс і нің с а лыс тырм а лы сезімталдығын анықтау үшін арнаулы эталондарды пайдаланады.

Эталон контурлары жақсылап сызылған, лайықты ақаулары бар пластинаны болыптабылады. Эталонның ақаулары шекараларында жарық түсірілетін материалдың қалыңдығы шұғыл өзгереді, ал шын металда ақаулы-ақаусыз шекарасындағы қалыңдықтың өзгеруі біртіндеп орын алады. Бұдан бөлек, шынайы ақаулар көбіне шоғырланған және дұрыс емес бейнеге ие. Мұның салдарынан диаметрлері тиісінше жырашық тереңдігіне және эталонның сымының диаметріне тең қуыстар мен шлақтық қосылыстар, жасанды ақаулардың бейнелерінің нақты көрініп тұрғандарына қарамастан, айқындалмаулары мүмкін.

Іс жүзінде радиациялық дефектоскопияда сезімталдық эталондарының бірнеше типтері қолданылады (3.17-ші сурет).

Ресей Федерациясында МемСт 7512 – 82 сәйкес төрт үлгі көлемдік сымдық және жырашықтық эталондар неғұрлым жиі қолданылады. Сымдық эталон (3.17, а суреті) әртүрлі диаметрдегі бес сымы бар пластик чехол болып табылады. Бұл ретте жақын орналасқан сымдардың диаметрлері 1,25 есеге ерекшеленеді. Жырашықтық эталонда (3.17, б суреті) төрт жырашық болады. Көршілес жырашықтардың тереңдіктері 1,39 есе ерекшеленеді. Бұл типтердің эталондары бірдей сезімталдыққа ие. Олардың таңдау жұмыс шарттарымен және қолдану оңтайлылығымен анықталады.

Эталон материалы тексерілетін дәнекерлеу қосылысының материалындай болуы қажет. Эталондар қорғасын әріптермен және цифрлармен таңбаланады. Әріптер эталон дайындалған материалды, ал цифрлар – оның нөмірін білдіреді.



3.17 -ші сурет. Радиациялық дефектоскопияда қолданылатын әртүрлі типтегі сезімталдық эталондары конструкциялары:

a – сымдық; *б* – жырашықтық; *в* – пластиналық саңылаулы; *г* – сатылы саңылаулары бар; *h*, *H* – эталондар қалыңдықтары; *d* – сым диаметрі, $d = 0,05...4,0$ мм; $d_1...d_3$, *D* – саңылаулар диаметрлері, $d_1 = h$, $d_2 = 2h$, $d_3 = 3h$, $D = H$; Δh , Δt – жырашықтар тереңдігі және ені, $\Delta h = \Delta t = 0,1...0,7$ мм

Суреттердің шифрларын ашу нәтижелерін құжаттық рәсімдеу барысында, олар бойынша анықталған ақаулар көлемдерін келесі қатардан алынған жақын мәндерге дейін дөңгелектеу қажет 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 мм немесе, егер, сурет бойынша анықталған көлем 3,0 мм асса, миллиметрлердің жақын тұтас санына дейін.

Тексеру нәтижелерін рәсімдеу. Дәнекерлеу қосылысы сапасы туралы қорытынды, оны дайындауға және қабылдауға арналған техникалық шарттарға сәйкес болуы қажет.

Ақаулардың атауларын қысқартып жазу үшін, 3.4-ші кестеде келтірілген шартты белгіленімдер пайдаланылулары қажет.

3.4-ші кесте. Ақаулардың шартты белгіленімдері					
Ақаулар түрлері	Шартты белгіленуі		Ақаулар топтары	Шартты белгіленуі	
	Орыс ша	Латын ша		Орыс ша	Латын ша
Сызаттар	Т	Е	Жік бойындағы сызаттар (бойлық)	Тв	Еа
			Жікке көлденең сызаттар(көлденең)	Тп	Еб
			Салаланған сызаттар	Тр	Ес
Шала пісірілімдер	Н	D	Түбірдегі шала пісірілімдер	Нк	Da
			Білікшелер арасындағы шала пісірілімдер	Нв	Db
			Бөлікше бойынша шала пісірілімдер	Нр	Dc
Қуыстар	П	А	Жекелеген қуыстар	П	Aa
			Тізбектер	ЦП	Ab
			Жиынтықтар	СП	Ac
Шлак қосылыстар	Ш	В	Жекелеген қосылыстар	Ш	Ba
			Тізбектер	ЦШ	Bb
			Жиынтықтар	СШ	Bc

Ақаулар түрлері	Шартты белгіленуі		Ақаулар топтары	Шартты белгіленуі	
	Орыс ша	Латын ша		Орыс ша	Латын ша
Вольфрам қосылыстар	В	С	Жекелеген қуыстар	В	Ca
			Тізбектер	ЦВ	Cb
			Жиынтықта	СВ	Cc
Оксидтік қосылыстар	О	О	—	—	—
Жік түбірінің ойыстығы	Вгк	Ға	—	—	—
Жік түбірінің артық дөңестігі	Впк	Ғb	—	—	—
Балқу аймағының тілігі	Пдр	Ғc	—	—	—
Жиектердің орындарынан жылыжуы	Скр	Ғd	—	—	—

Бөліну сипаттары бойынша ақаулар келесі топтарға бірігеді: жекелеген ақаулар, тізбектер және жиынтықтар.

Тізбек — араларындағы қашықтық олардың үш еселенген көлемдерінен аспайтын, бір сызық бойына орналасқан үшеуден кем емес ақаулар.

Жиынтық — араларындағы қашықтық олардың үш еселенген көлемдерінен аспайтын, топтастырып орналасқан үшеуден кем емес ақаулар.

Ақау көлемі — оның суреттегі бейнесінің миллиметрлердегі ең үлкен сызықтық көлемі.

Өртүрлі көлемдердегі, бірақ бір түрлі ақаулар тобы болған жағдайда, не орташа, немесе топтағы ақаудың басым көлемі көрсетіледі, сонымен қатар ақаулардың жалпы саны.

Шартты белгілеуден кейінгі ақаулардың қысқартылған жазбасы жағдайында, олардың миллиметрлердегі көлемдері көрсетіледі:

- сфералық қуыстар, шлак және вольфрам қосылыстары үшін — диаметр;
- ұзартылған қуыстар, шлак және вольфрам қосылыстары үшін — ені мен ұзындығы (көбейту белгісі арқылы);
- қуыстар тізбектері және жиынтықтары, оксидтік қосылыстар, шала пісірілімдер және сызаттар үшін — ұзындығы.

Рентгенограммалардағы қуыстардың бейнелері әртүрлі болулары мүмкін, бірақ әдетте олар күңгірт дөңгелек және тұрақты емес нүктелер ретінде көрінеді, және соңғылары жиынтақтарға топтастырылған.

Дәнекерлеу жігі шегінде немесе оның білікшесінің бойындағы күңгірт симметриялы емес біркелкі емес шеттері бар дақтар, шлак қосылыстарының бар екендігі туралы куәлік береді.

Дәнекерлеу жігі түбіріндегі шала пісірілім, жіктің орталығы бойынша орналасқан тең жиектері бар тік күңгірт сызық түріне ұқсайды.

Дәнекерлеу жігі металының рентгенограммада негізгі металмен балқымауы, әдетте күңгірт сызық немесе жік бойына бағдарланған бірнеше сызық түрінде көрінеді.

Рентгенограммадағы жік түбірінің ойыстығының бейнесі оның шала пісірілімінің бейнесіне ұқсас, бірақ жиектері бұлдыр және үлкен енді.

Жік түбіріндегі отырғызу жырашығы біркелкі емес оптикалық тығыздықтағы, айтарлықтай айырмашылығы бар тік сызықты емес жолақты орталықтан жылжытылған күңгірт түске ие.

Тілік дәнекерлеу жігі шеті бойымен өтетін, тік сызықты емес күңгірт жолаққа ие.

Дәнекерленетін бөлшектердің жиектерінің орындарынан жылжулары, дәнекерлеу жігі ені бойынша оптикалықтығыздықтағы айтарлықтай ерекшелікті бейне түрінде көрсетіледі.

Жергілікті ойыстық немесе түйіспе жіктің қалыңдығының кесу суретте, негізгі металдан күңгірттеу болып көрінеді және жіктің номиналды қалыңдығынан ауытқу неғұрлым үлкен болса, ақаулы учаске негізгі металмен салыстырғанда күңгірттеу болады.

Дәнекерлеу жігінің артық дөңестігі суретте неғұрлым ақ түсті аумақ болып көрінеді. Осы типтегі ақаудың анықталғанын растау үшін, дәнекерлеу жігін қарап шығу жеткілікті.

Дәнекерлеу жігінің рентгенограммасында ашу жазығы жарық түсіру бағытымен сәйкес келетін сызаттар ғана көрсетіледі. Сызат суретте өте жұқа және үзікті сызық түрінде көрсетіледі. Кейде, сызаттардың болуын қуыстар мен қосылыстардағы «құйрықтар» куәландырады.

Вольфрам қосылыстар неғұрлым ашық пішінсіз нүктелер түрінде болады.

Алюминий қоспалар үшін сипатты оксидтік қосылыстар, дәнекерлеу жігінің бетінде қорғаныс газында дәнекерлеу барысында түзіледі және неғұрлым күңгірт пішінсіз дақтар түрінде айқындалады.

Күйіп қалу суретте ашық түсті ореолмен қоршалған, шамалы көлемдегі күңгірт дақ түрінде көрсетіледі.

3.2.3. Рентгендік тексеруге арналған аппаратура Рентген сәулеленуін алу және пайдалану үшін рентген аппараттарын қолданады.

Рентген аппаратының конструкциясының негізгі элементтері қорғаныс қамтамасыздағы рентген құбыршасы, жоғары вольтты генератор және басқару пульты болып табылады. Жоғары вольтты генератор жоғары вольтты трансформатордан, құбыршаны қыздыру трансформаторынан және түзеткіштен тұрады. Басқару пульты әдетте автотрансформатордан, кернеуді реттеуіштен және тоқ күшінен, өлшеу аспаптарынан, сигналдық жүйеден және басқару жүйесінен тұрады.

Радиациялық дефектоскопияда практикасында тұрақты жүктемесі бар рентген аппараттары (моноблок-аппараттарға және кабельдік типтегі аппараттарға бөлінетін) және импульстық аппараттар кеңінен таралған (3.5-шікесте).

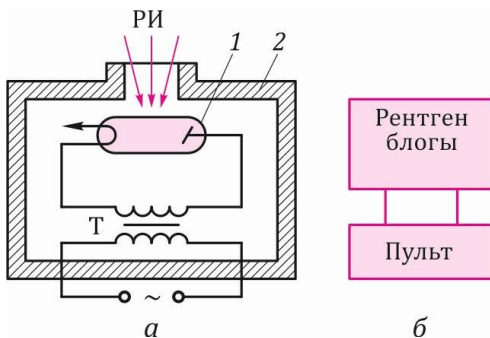
3.5-ші кесте. Рентген аппараттары сипаттамалары					
Аппарат маркасы	Құбыршадағы	Құбырша тоғы	Фокустық дақ	Аппарат	Жарық болатын, мм
<i>Моноблок-аппарат т ар</i>					
РУП-120-5	50... 120	5	2 x2	75	25
РУП-200-5	70... 200	5	2 x2	110	50
РУП-400-5	250...400	5	7*	600	120
РУП-160-10П	50...160	10	1,3 x4,0	60	40
<i>Кабельдік т инт егі аппарат т ар</i>					
РУП-100-10	10...100	10	1 x 1	200	30
РУП-150-10 (2 құбырша)	35...100	10	5*	670	45
		2	0,3*		

Аппарат маркасы	Құбыршадағы кернеу, кВ	Құбырша тоғы күші, мА	Фокусстық дақ көлемдері, мм	Аппарат салмағы, кг	Жарық түсірілетін болатын қалыңдығы, мм
РУП-150-300-10 (3 құбырша)	35 ...300	10	4 x4	1 000	70
		10	5*		
		2	0,3*		
РУП-150/300-01 (4 құбырша)	35...300	2	0,3*	800	70
		10	4 x4		
Импульстық аппараттар					
РИНА-1Д	100	—	3*	12	10
РИНА-2Д	300	—	3*	15	20
РИНА-3Д	400	—	4*	46	40
МИРА-2Д	200	—	3*	15	20
МИРА-3Д	300	—	4*	25	40

Рентген құбыршасы мен жоғары вольтты трансформаторы, бірегей құрылғы - блок-трансформаторға монтаждalған *моноблок-аппарат* маймен немесе газбен толтырылады. Мұндай аппараттарға қойылатын негізгі талап – минималды габариттік көлемдері мен салмағы. Бұған қол жеткізу үшін үздіксіз жұмыс істеу ұзақтығы тәрізді тексеру үдерісінің маңызды көрсеткішін босатады. Моноблок – аппараттарда (3.18-ші сурет) әдетте тексерудің неғұрлым қарапайым сызбасы қолданылады – түзеткіш ретінде рентген құбыршасының өзі болатын жартылай толқынды бұрандасыз. Құбыршағантоқ тікелей жоғары кернеу трансформаторынан беріледі. Құбырша тоқты бірінші жартылай кезең бойында тек бір ғана бағытта өткізеді, ал екінші жартылай кезеңде түзеткіш ретінде жұмыс істей отырып жабылады. Мұндай сызбаны қолдану құбыршаның қызмет ету мерзімін қысқартады.

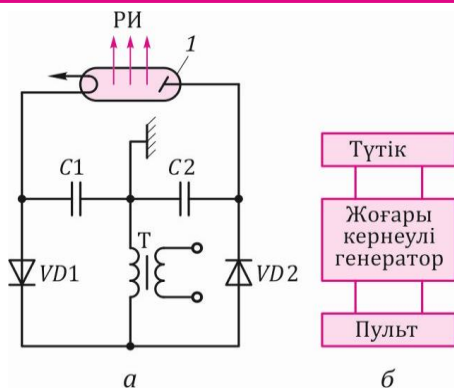
Бірегейлендірілген басқару пультаарымен жабдықталған моноблок – аппараттардың типтік қатары шығарылады. Бұл далалық және монтаждық шарттарда жұмыс істеуге арналған (РУП-120-5, РАП-160-6П) портативтік аппараттары, және стационарлық жоғары вольтты аппараттары (РУП-400-5).

3.18 -ші сурет. Рентгендік моноблок- аппараттың принципіалды (а) және құрылымдық (б) сызбалары: 1 – рентген түтікшесі; 2 – қаптама; Т – трансформатор; РИ – рентген сәулеленуі



Моноблок – аппараттар сәулелендіргіштің жұмысын үлкен қашықтықта (30 м дейін және одан да көп) басқару пультінен қамтамасыз ету, сонымен қатар оның маневрге қабілеттілігі талап етілгенде пайдаланылады. Бұл жерде мысал ретінде, оны құбырдың ішіне орналастырған жағдайда, жарық түсірудің бір операциясында құбырлардың сақиналық түйіспелерін бақылай отырып, сәулеленудің панорамалық өрісін құратын, магистралық құбырларды тексеруге арналған РАП-160-6П аппаратын келтіруге болады.

Кабельдік типтегі аппараттар өзіндік генераторлық құрылғыдан, рентген құбыршасынан және басқару пультінен тұрады. Мұндай аппараттарда, әдетте, екі түзеткіші бар кернеудің қосарланған сызбасы пайдаланылады (3.19-шы сурет). Теріс кернеулі жартылай кезең бойына С1 және С2 конденсаторлары VD1 және VD2 түзеткіштері арқылы амплитудалық мөндерге дейін қуатталады, ал оң жарты кезеңнің басталуымен олар жүйелі түрде трансформатордың қайталама орамасына қосылады, және құбыршаның анодындағы кернеу екі есеге артады.



3.19 -шы сурет. Кабельдік типтегі рентген аппаратының принципіалды (а) және құрылымдық (б) сызбалары
1 – рентген құбыршасы; РИ – рентген сәулеленуі; VD1, VD2 – түзеткіштер; C1, C2 – конденсаторлар; Т – трансформатор

Рентген сәулеленуінің шығысы оң жартылай кезеңі бойына орын алады.

Әдетте жылжымалы етіп шығарылатын, кабельді типтегі аппараттар цехтық және зертханалық жағдайларда пайдаланылады. Бұл типті аппараттарға, мысалы, рентген құбыршасы жеңіл (салмағы 6 кг) қорғаныс қаптамасымен жабдықталған РҮП-100-10 рентген қондырғысы жатады. Сәулелену блогының шағын салмағы және жоғары вольтты генератор мен басқару пультын рентген құбыршасынан айтарлықтай қашықтықта орналасуы мүмкіндігі (10 м дейін), аталмыш аппаратты дәнекерлеу қосылыстарының қол жеткізу қиынға түсетін учаскелерін тексеру үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Импульстық аппараттар конструктивті түрде екі блоктан – рентгендік және басқару блогынан тұрады. Басқару блогы конденсаторы трансформатордың түзеткіші арқылы қуатталады және түтікше тізбегіндегі көтеруші трансформаторға электронды кілттің көмегімен қуатынын ажыратылады.

Жоғары кернеулі импульстың ықпалымен суық катоды рентген құбыршасында, автоэлектронды эмиссия тоғы пайда болады. Мұның салдарынан катод қызады, және оның бетінен түтікшенің анодына тұрақты жылдамдықпен жүретін, плазмалар бұлтын түзе отырып электрондар шығарылады. Нәтижесінде, жоғары вольтты трансформатордың қайталама орамасындағы жоғары кернеу (250...30 кВ) қозғалушы плазманың алдыңғы фронты алды мен рентген түтікшесінің аноды арасында қалады, бұл анодты тоқтың күшінің ұлғаюына, тиісінше рентген сәулеленуінің генерациясына алып келеді.

Екі электродты түтікшенің аноды ретінде конус пішініндегі (30° жоғарғы шегіндегі бұрышымен) ұшы бар массивті вольфрам өзегі, ал катоды - үшкір бүйіржақ жиегі бар вольфрам цилиндр болады. Рентген құбыршасының жұмыс істеуінің бастапқы кезеңінде электронды эмиссиясы катодтың бүкіл бүйіржақ бетінен басталмайды, оның орнына электр өрісінің ең үлкен кернеулілігі нүктесінен басталады, сондықтан сәулелену қарқындылығы біркелкі етіп бөлінбейді.

Түтікшенің қосылыстары санының артуымен катодтың микроқұрылымы өзгереді және оның бетіндегі ерекше үшкір тістері басылады. Мұның салдарынан автоэлектронды эмиссияның бастапқы кернеуі ұлғаяды, бұл қарқындылықтың тұрақсыздығының және рентген сәулеленуінің іске қосудан сөндіруге дейінгі спектралдық құрамының ұлғаюына алып келеді.

Импульстық түтікшелер үлкен бір сәттік қуаттылыққа ие, бірақ олар шығаратын импульстардың ұзақтығы өте аз (2... 100 нс), ал қол жеткізілетін олардың қайталану жиілігі 50 Гц аспайды.

Айта кететін бір жайт, аппараттардың шағын габариттіккөлемдері және импульстік шағын массасы, олардың өнеркәсіптегі кеңінен қолданылуына алып келді, бірақ олар негізінен магистралдық құбырларды, кеме құрылысы конструкцияларын тексеруде және 30 мм дейінгі дәнекерлеу қосылыстарын тексеру үшін пайдаланылады.

Импульстік рентген аппараттарының негізгі кемшіліктері, түтікшенің шамалы қызмет ету мерзімі және бұған дейінгі қарастырылған аппараттарға қарағандағы неғұрлым төменгі сезімталдығы. Олардың артықшылықтарына шағын салмағы, портативтілігі және төмен вольтты қуат беру көздерінен (12 В) жұмыс істеу мүмкіндіктері.

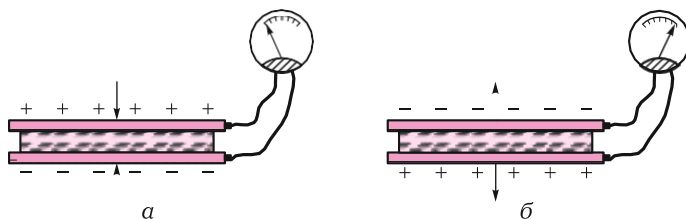
3.3.

УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

3.3.1. Ультрадыбыстық дефектоскопияның физикалық негіздері

Ультрадыбыстық тербелістер – бұл жиіліктері адам құлағының есту мүмкіндігінен тыс болатын, яғни 20 кГц асатын, жиілікті ортадағы механикалық тербелістер. Ультрадыбыстық тексеру үшін 0,5...25 МГц жиілігіндегі тербелістер қолданылады.

Пьезотүрлендіргіштер деп аталатын сәулелендіргіштер және ультрадыбыстар қабылдағыштары ретінде, пьезоэлектрикалық материалдар – керамика мен кварцтан жасалған пластиналар пайдаланылады. Пьезопластинаға электр кернеуін беру барысында, кері пьезоэлектрикалық нәтиженің пайда болуы салдарынан оның қалыңдығы өзгереді. Егер, пьезопластинаға белгі-ауыспалы кернеу берілген болса, онда ол қоршаған ортада тербелістер жасай отырып, осы өзгерістермен бірге тербелетін болады. Бұл ретте пьезопластина сәулелендіргіш ретінде әрекет етеді (3.20, а суреті). Және керісінше, егер, пьезоэлектрикалық пластина қысым импульсын қабылдаса (кері қайтарылған ультрадыбыстық толқын), оның қоршауында тік пьезоэлектрикалық нәтиженің салдарынан, өлшеуге болатын электр заряды пайда болады. Бұл жағдайда, пьезопластина қабылдағыш ретінде әрекет етеді (3.20, б суреті).



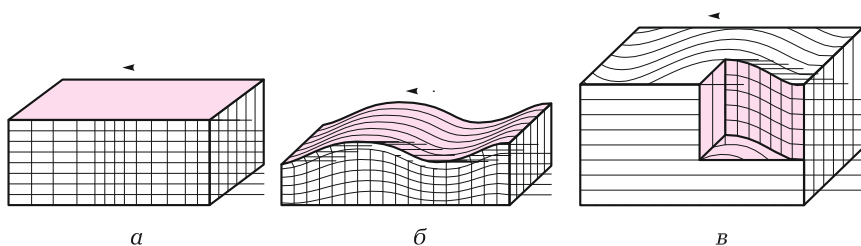
3.20 -шы сурет. Пьезопластинаның сәулелендіргіш (а) және

қабылдағыш (б) ультрадыбыс ретінде әрекет ету принциптерін түсіндіруші сызбалар (нұсқалармен бұл ретте пайда болатын әрекеттердің бағыттары көрсетілген)

Кернеулерді жеткізу және алып тастау үшін, пьезопластиналардың қарама-қарсы беттеріне күміс электродтар жағылған.

Ультрадыбыстың кеңістікте тарау үдерісі толқынды болып табылады. Ортаның тербелмелі бөлшектерін, әлі де тербеле бастамаған бөлшектерден бөлуші шекара толқын фронты деп аталады. Иілгіш толқындар таралу жылдамдығыменс, ұзындықпен λ және жиілікпен f сипатталады. Толқын ұзындығы ретінде бірдей түрде тербелетін (бір фазада) ортаның жақын орналасқан фазалары арасындағы арақашықтық түсініледі. Кеңістіктің аталмыш нүктесі арқылы әрбір секунд сайын өтетін толқындар саны, ультрадыбыстың жиілігін анықтайды. Толқынның ұзындығы, оның таралу жылдамдығымен және $\lambda = c/f$ қатынастағы тербелістер жиілігімен байланысты.

Ортаның бөлшектерінің тербелістері бағыттарына байланысты, толқындардың бірнеше түрлері болады. Бөлшектер толқындардың таралу бағыты бойымен тербелгенде, толқындар (3.21, а суреті) бойлық (сығымдау толқындары), толқындардың таралу бағытына



Көлденең толқындар тек жылжуға қарсы кедергісі бар ортадағана пайда болулары мүмкін. Тиісінше, сұйық және газ тәрізді орталарда тек бойлық толқындар, ал қатты ортада бойлық та, сонымен бірге көлденең толқындар пайда болулары мүмкін. Көлденең толқынның м е т а л д а ғ ы т а р а л у ж ы л д а м д ы ғ ы , б о й л ы қ т о л қ ы н н ы ң жылдамдығының шамамен 0,55 құрайды.

Қатты дененің еркін беті бойымен, көлденең және бойлық толқындардың комбинациялары болып табылатын, беттік толқындар – Релея толқындары таралуы мүмкін (3.21, в суреті). Беттің толқындардың полярлануы беті, яғни орта бөлшектері тербелетін жазықтық, бетке перпендикулярлы. Беттік толқындардың қатты денеде таралулары тереңдігі, шамамен олардың ұзындықтарына тең, ал таралу жылдамдығы көлденең толқындар жылдамдығынан 0,9 құрайды (3.6-шы кесте).

Қалыңдықтары толқын ұзындығына тең биметалдардың күптелетін қабаттарында, пластинаның бүкіл қалыңдығын толтыратын қалыпты толқындар (Лэмб толқыны) таралатын болады. Биметалды табактардың күптелетін қабаттарында, көлденең полярлықты беттік толқындар таралулары мүмкін.

Қысқа (зондтаушы) импульс ортасында ультрадыбыстық тербелістердің өту үдерісін қарастырайық. Дөңгелек дискі түріндегі пьезоэлемент бір мезетте сәулелендіргіш және ультрадыбыс қабылдауыш болып табылады. Пьезоэлемент ультрадыбыс тербелістері импульсын сәулелендірген жағдайда, ортада кеңістік шекаралары мен шоғыр ішіндегі дыбыстық сигналдың белгілі бөлінуіне ие ультрадыбыстық өріс пайда болады.

3.6-ші кесте. Ультрадыбыстық толқындардың әртүрлі орталарда таралулары жылдамдықтары

Орта	Толқындардың таралу жылдамдықтары, м/с		
	бойлық	көлденең	беттік
Ауа	335	—	—
Трансформатор майы	1 400	—	—
Органикалық әйнек	2 670	1 300	1 050
Су	1 490	—	—
Төмен көміртекті болат	5 850	3 230	3 000
Титан және оның қоспалары	6 000	3 500	2 790
Алюминий және оның қоспалары	6 260	3 080	2 800

Сәулелендіргіш маңында, жақын аймақ деп аталатын аумақта, ультрадыбыстық шоғыр шашырамайды және цилиндрлік пішінге ие. Шеткі аумақта ультрадыбыстық толқындардың біртіндеп таралуы басталады және шоғыр қысқартылған конус түріне енеді. Бұл конус-тың көлденең қимасындағы энергияның бөлінуі біркелкі емес: сәулеленудің максималды қарқындылығы шоғыр өзегіне, ал мини-малдығы – конус перифериясына сәйкес келеді.

Полярлық координаттарда график түрінде ұсынылған, шеткі аумақтағы сәулелену қарқындылығын бөлу, ультрадыбыстық өрістің бағыттылығы диаграммасы деп аталады.

Көзден ультрадыбыстық толқындарды тарату барысында, сәулелену қарқындылығы төмендейді. Бұл конус көлеміндегі шоғырдың шашырауыменғана емес, соныменбірге тербелістердің сөнуімен де байланысты. Шоғыр өзегі бойынша ультрадыбыстық тербелістер экспозициялы заң бойынша сөнеді:

$$A = A_0 e^{-\delta r},$$

бұл жерде A – сәулелендіргіштен r қашықтықтағы тербелістер амплитудасы; A_0 – коэффициенті. зондтаушы импульс амплитудасы; δ – сөну

Металдарда сөну коэффициенті негізінен түйіршіктердің орташа көлемдері D және λ ультрадыбыс толқыны ұзындығы арасындағы қатынасқа тәуелді. Егер, $\lambda > 10D$, онда сөну төмен және 10 мм дейінгі қалыңдықтағы бөлшектердің дәнекерлеу қосылыстарын бақылауға болады. Егер, метал түйіршіктері толықандар ұзындығымен бірдей болса немесе олардың көлемдері λ артық болса, онда ультрадыбыстық бақылауды жүзеге асыру аса қиынға түседі немесе ультрадыбыстың айтарлықтай сөнуіне байланысты мүмкін емес. Бұл құйылған бөлшектердің, термо өңдеусіз электршлақты дәнекерлеумен орындалған жіктердің және аустениттік (коррозиялық төзімді) болаттар жіктерінің дәнекерлеу қосылыстарына қатысты.

Ультрадыбыстық тербелістер таралатын ортаның маңызды сипаттамасы, оның акустикалық кедергісі болып табылады:

$$Z = \rho c,$$

бұл жерде ρ – орта тығыздығы.

Ультрадыбыс бір ортадан келесі ортаға өткенде, орталардың бөлінулері шекарасынан толқындар энергиясы бөліктерінің көрінісі орын алады. Ультрадыбыстың көрінуі R және өту T коэффициенттері екі ортаның акустикалық кедергілерінің арақатынастарына тәуелді болады. Акустикалық кедергілер Z_1 және Z_2 бір-бірлерінен неғұрлым айтарлықтай ерекшеленсе, R да соншалықты үлкен болады, сондықтан, ультрадыбыстың өту коэффициентін ұлғайту үшін, тексерілетін дәнекерлеу қосылысының үстіне акустикалық кедергісі қосылыс металынан және пьезотүрлендіргіштің призмасы материалынан жоғары болатын, контактілік сұйықтықты жағады (су, май, глицерин және т.б.).

Түрлендіргіш пен қосылыс беті арасында ауа саңылауы болған жағдайда, ультрадыбыс металға қарай тіпті өтпейді де.

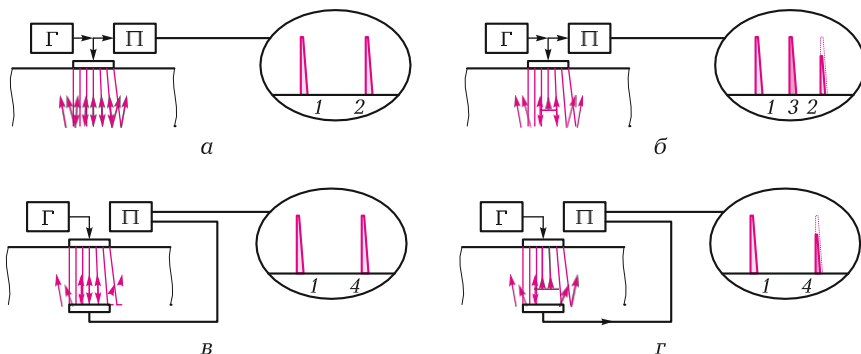
Егер, ақау көлемі шоғырдың көлденең көлемдерінен төмен болса және толқын ұзындығымен бірдей болса, онда дифракция пайда болады (толқынның кедергіні айналып өтуі құбылысы) және ақау кері қайтаратын энергия көлемі кемиді. Ультрадыбыстық толқындардың дифракциясының болуы, шағын көлемдегі дөңгелек ақаулардың (куыстардың) нашар анықталуына алып келеді.

Оны сындыру және кері шағылыстыру үдерісінде, толқындардың қандай да бір типтері жоғалып кететін ультрадыбыстың құлау бұрышы θ сыни деп аталады. Бірінші сыни бұрыш деп аталатын, $9_{кр1}$ бірқатар мәндернен бастап θ бұрышының ұлғаюы бойынша, сынған бойлық толқын жоғалады. Θ бұрышының одан әрі ұлғаюы жағдайында, көлденең толқын да жоғалатын сәт келеді, бұл екінші сыни бұрышқа $9_{кр2}$ сәйкес келеді. Екінші сыни бұрыштан кем, және біріншіден үлкен құлау бұрыштары жағдайларында, екінші ортада көлденең толқын пайда болады.

Оргэйнек – болат жүйесі үшін бірінші және екінші есептік сыни бұрыштары тиісінше 27° және 56° құрайды. Атап өтілген қасиеттер маңызды практикалық мәнге ие. Оның ішінде, егер сәулелендіргішті оргэйнектен жасалынған призмаға орналастырса және $30...55^\circ$ шегіндегі θ бұрышын таңдаса, онда болаттан жасалған дәнекерлеу қосылысында тек көлденең толқын ғана таралатын болады, бұл тексеру нәтижелерінің шифрларын ашуды жеңілдетеді.

Ультрадыбыстық дефектоскопия ультрадыбыстық толқындардың орталарда бағытты таралу және басқа акустикалық кедергіге ие, олардың шекараларында немесе тұтастықтың (ақаулардың) бұзылымдарында көріну қасиеттеріне негізделген. Сапаны бақылау практикасында дәнекерлеу қосылыстарында негізінен I қысқа импульстарымен дәнекерлеу қосылысын «дыбыстауға» және қабылдағыша ақауына және бөлшектің төменгі бетінде тиісінше көрсетілген 2 (3.22, а, б суреттері) және 3 (3.22, б суретін қараңыз) жаңғырық-сигналдарды тіркеуден тұратын жаңғырық-импульстық әдісін (немесе жаңғырық-локация әдісі) пайдаланады. Дәнекерлеу қосылысында ақаудың болуының белгісі, дефектоскоптың экранында 3 жаңғырық-сигналдың пайда болуымен анықталады.

Бірқатар жағдайларда ультрадыбыстық тексеруді көлеңкелі әдіспен жүргізу тиімді (3.22, в суреті). Оны пайдалану барысында ақаудың болуының белгісі ретінде, сәулелендіргіштен қабылдауышқа өткен, 4 сигнал амплитудасының төмендеуі көрсетіледі (3.22, г суреті).



3.22 -ші сурет. -Дәнекерлеу қосылыстарын жаңғырықты-импульстік (а, б) және көлеңкелі (в, г)тексеру әдістері жағдайларында қысқа ультрадыбыстық импульстардың өту сызбасы:

а, в – ақау болмағанда; б, г – ақау болғанда; 1 – ультрадыбыстың қысқа импульсы; 2, 3 – жаңғырық-сигналдар; 4 – төмендетілген амплитудалы сигнал; Г – зондтаушы импульстар генераторы; П – қабылдаушы

Көлеңкелі әдіс тек импульстық емес, сонымен қатар үздіксіз сәуеленуді қолдануға мүмкіндік береді.

Ультрадыбыстық дефектоскопияның негізгі артықшылықтарына, әдістің жоғары сезімталдығы, аппаратураның жылжымалығы, нәтижелерді алудағы жеделдік, тексерудің төмен құны және радиациялық қауіптің жоқтығы жатады. Бұл әдіс өнеркәсіпте сызаттар, шала пісірілімдер, қалыңдығы 1... 2800 мм дейінгі дәнекерлеу жіктеріндегі шлақтық және басқа да қосылыстар тәрізді ақауларды анықтауға арналған. Мысалы, химиялық, энергетикалық машина құрастыру, кеме құрастыру және өнеркәсіптің басқа да салаларында ультрадыбыстық дефектоскопия, оларды дайындау және дәнекерлеу конструкцияларын пайдалану үдерістерінде жауапты жіктерді бұзбай тексерудің негізгі әдісі болып табылады.

3.3.2. Ультрадыбыстық тексеру технологиясы

Іс жүзінде, анықталған ақаудың көлемдері мен типтерін бағалау үшін, әрбір оператор кез-келген жағдайларда жеңіл өлшей және қарапайым сандық үлгіде көрсете алатын, оның сипаттамалары ғана пайдаланылады. Дәнекерлеу жіктерінің сапасын бағалау үшін әдетте ақаулардың келесі сипаттамалары анықталады:

- ультрадыбыстық шоғыр өзегіне перпендикулярлы, ақаудың жазықтық бетін көрсететін проекциясы аумағына пропорционалды жаңғырық-сигналы амплитудасы;
- шектерінде анықталған ақаудан жаңғырық-сигнал тіркелетін, түрлендіргіштің жік бойымен жылжуы аймағын ұзындығымен анықталатын, шартты ұзындық;
- еңкіш түрлендіргіштің, оның жік өзегіне перпендикулярлы жылжуы барысындағы шеткі жағдайларында өлшенетін, ақаудың орын алуы тереңдіктері мәндерінің айырмашылықтарына тең шартты биіктік (шеткілері дефектоскоптың бұрамасындағы ақаудан жаңғырық-сигналдың пайда болуына және жоғалып кетуіне сәйкес келетін түрлендіргіш қалыптары болып табылады);
- жік ұзындығы бірліктеріне келетін ақаулар саны;
- жіктің қимасы және ұзындығы бойынша ақаулар координаттары.

Ақаудың дәнекерлеу жігіндегі орны келесі үш координатпен анықталады: H – бетке нормал бойынша есептелінетін, ақаудың жату тереңдігі; сәулелендіргіш шоғыры орталығынан дәнекерлеу қосылысының беті бойындағы қашықтық; L — есептеудің қандай да бір таңдап алынған нүктесінен ақауға дейінгі жік өзегі бойындағы қашықтық.

Дефектоскоптың тереңдік өлшеуіш құрылғысы, ақаудың болатын жаңғырық-сигнал мен зондтаушы импульс арасындағы Δt уақыт аралығын өлшейді. Метал мен призмадағы ультрадыбыстық тербелістердің таралу жылдамдықтары, сонымен қатар ультрадыбысты енгізу бұрыштары әдетте белгілі болғандықтан, Δt мәні бойынша H және X анықтауға болады.

Ультрадыбыстық дефектоскопияда жаңғырық-сигналының ақаудан келген амплитудасын, белгілі мәндерге және пішінге ие және сол түрлендіргішке шағылыстырғыштан келіп түскен қандай да бір тірек сигналымен салыстыру арқылы өлшейді. Егер, анықталған ақау түрі алдын-ала белгілі болса, онда ақаудан келген жаңғырық-сигналды пішіні ақау пішініне неғұрлым жақын жасанды шағылыстырғыштан келген сигналмен салыстыру неғұрлым дұрыс болады. Бірақ, көбіне ақау түрін жеткілікті түрде сенімді тану мүмкін емес. Бұдан бөлек, оны көлемі кез- келген өлшеулерде шығарылатын, қандай да бір стандартталған шама арқылы көрсетілуі қажет, сондықтан жаңғырық-сигнал амплитудасын өлшеуді бірізділендіру мақсаттарында, ақаудың баламалы аумағы түсінігі енгізілді (немесе баламалы диаметр).

Ақаудың баламалы аумағы, ақау мен бірдей тереңдікте орналасқан және сонымен бірдей жаңғырық-сигнал амплитудасын алуды қамтамасыз ететін, жасанды шағылыстырғыштың (жазық түпті саңылау түбі) аумағына тең деп саналады.

Баламалы диаметр де осыған ұқсас анықталады. Еңкіш түрлендіргішпен бірлескен сызба бойынша ақаудың баламалы көлемін өлшеген жағдайда, жазық түпті саңылаудың өзегі шоғырдың акустикалық өзегімен сәйкес келетіні, ал оны бөлек біріктірілген түрлендіргішпен (РС-түрлендіргіш) өлшеген жағдайда саңылаудың өзегі табан жазықтығына перпендикулярлы болатыны бәрімізге белгілі.

Ақаулардың баламалы көлемдерін өлшеудің екі тәсілі бар: тест-үлгілердің көмегімен және есептеулер негізінде немере экспериментті түрделерінің анарнаулы акустикалық диаграммалардың көмегімен. Бірінші тәсілде, ақаудан келетін жаңғырық-сигнал, ақау орналасқан тереңдіктегі орналасқан тест-үлгілерде дайындалған, әртүрлі көлемдердегі жазық табанды саңылаулардан келген сигналдармен жүйелі түрде салыстырылады. Тест-үлгі тексерілетін дәнекерлеу қосылысының көшірмесі болып табылады. Ақаудың баламалы көлемін өлшеу бойынша барлық операциялар, ақаудан шығатын жаңғырық-сигналына тең, жаңғырық-сигнал шығатын саңылаудытабуға келіп тіреледі.

Аталмыш тәсілдің негізгі артықшылығы оның қарапайымдылығы мен қол жетімділігі болып табылады. Оның кемшілігі – бір-бірінен диаметрлерімен және орналасу тереңдіктерімен ерешеленетін, жазық табанды шағылыстырғыштардың ауқымды жиынтығы бар үлгілердің үлкен мөлшерін дайындаудың қажеттілігі. Бұдан бөлек, тест-үлгінің бетінің сапасы және акустикалық қасиеттері, тексерілетін дәнекерлеу қосылысының осындай сипаттамаларына толықтай сәйкес болулары қажет.

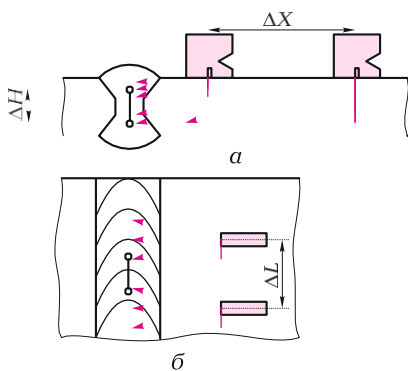
Ақаудың баламалы көлемін өлшеудің екінші тәсілі, аталмыш түрлендіргіш үшін жаңғырық-сигнал амплитудасын және жалпақ табанды шағылыстырғыштың баламалы көлемін және оғаны дейінгі қашықтықты өзара байланыстыратын, арнаулы акустикалық диаграммаларды пайдалануға негізделген. Мұндай диаграмманың ордината өзегі бойынша, децибелдермен, ал абсцисс өзегі бойынша – ақаудың орналасу тереңдігі көрсетілген теріс шама болып табылатын, жаңғырық-сигналдың амплитудасы алып қойылады. Координаттық тордың еңкею бұрышын таңдау, ультрадыбыстыңдәнекерлеу қосылысындағы сөнуімен анықталады. Аталмыш диаграмма ақаулардың баламалы көлемдерін өлшеу және дефектоскоптың сезімталдығын баптаудың барлық практикалық міндеттеріншешудің жақсы өңделген әмбебап тәсілін қамтамасыз етеді. оны іс жүзінде пайдаланудың оңтайлылығы үшін, акустикалық диаграммаларға сәйкес жасалған шәкілдері бар әртүрлі конструкциялардағы сызғыштар әзірленген және қолданылады.

Ультрадыбыстық тексеру практикасында сонымен қатар, дәнекерлеу қосылысы бетіндегі ақауларды олардың шартты көлемдерін өлшеу арқылы бағалау тәсілі де кеңінен таралған. Бұл тәсілдің мәні түрлендіргішті бөлшектің бетімен ақау бойымен жылжытқан жағдайда, оның ақаудан келетін жаңғырық-импульс экраннан жоғалып кететін, дефектоскоптың сезімталдығының белгіленген деңгейі барысындағы, оның қалыптары арасындағы қашықтықтар өлшенетін болады.

Ақаудың ΔH шартты биіктігін және ΔL шартты ұзындығын еңкіш түрлендіргішпен өлшеу сызбасы 3.23-ші суретте келтірілген.

Шартты көлемдер ақаудың шынайы көлемдерінен артық, оның с алдарынан ульт радиыбыстық шоғыр сәулелендіргіштен қашықтықпен ұлғаятын айтарлықтай айырмашылыққа ие. Тиісінше, ΔL және ΔH мәндері сәулелендіргіштің ақаудан қашықтығына тәуелді. Айтарлықтай өлшеу дәлсіздіктерімен байланысты, пьезоэлементпен салыстырғанда шағын шартты биіктікті анықтау, іс жүзінде ақаудың көлемдері туралы жаңа ақпарат бермейді. Бірақ, шартты биіктікті, әрқашан төмен шағылыстырғыш қабілеті бар қандай да бір ірі жазықтық ақауын (сызатты) өткізіп алмас үшін, амплитудаға қосымша етіп өлшеу тиімді.

Дәнекерлеу қосылыстарын тексерген жағдайда, түрлендіргіштерді қиманың екі жағынан орнатады және әрбір түрлендіргішке, сызаттардың ұштарында тоытарылған сигналдардың түсу уақыттарында айырмашылықты қосымша өлшеу қажет. Бұл әдіс сонымен қатар тік жазықтықтағы сызаттың еңкеюін анықтауға мүмкіндік береді, бірақ ол үлкен еңбекті және операторлардың жоғары біліктіліктерін талап етеді.



3.23 -ші сурет. Ақаудың шартты биіктігін ΔH (а) және шартты ұзындығын ΔL (б) өлшеу сызбалары:

ΔX – сәулелендіруші мен ақау арасындағы қашықтық

Бетке шығып тұратын сызаттардың тереңдіктерін, беттік толқынның сәулелендіруші мен қабылдауыш арасында таралуы уақыты бойынша бағалайды. Уақттық әдістерді пайдаланғанда, сызат тереңдігі, әрбір РС-түрлендіргішке, бекті толқынмен келген, сигналдардың түсулері уақытындағы айырмашылықпен анықталады. Дефектоскоптың сезімталдығының ерікті деңгейі жағдайында тексеруді орындау, ұсақ қауіпті емес ақаулардан және құрылымдық әртектіліктерден келетін жаңғырық-сигналдарды тіркеуге немесе қауіпті сызаттарды өткізіп алуға алып келуі мүмкін, сондықтан ақауларды қатаң тәртіптелген сезімталдық деңгейінде анықтау қажет. Дефектоскоптың сезімталдығының шекті (немесе тексеру) белгіленген деңгейін анықтау үшін, оны онда жалпақ табанды саңылау немесе басқа шағылыстырғыш орындалған, дәнекерлеу жігінің көшірмесі болып табылатын үлгі бойынша баптайды. Шағылыстырғыштың баламалы аумағытисті нормативтік құжаттармен реттеледі. Шағылыстырғыш типін таңдау, оның шағылыстырғыш қасиеттеріне, технологиялылығына және дайындау барысындағы сипаттамаларының шығарылуына сәйкес жүзеге асырылады.

Іс жүзінде келесі эталондық шағылыстырғыштар пайдаланылады: қапталдық цилиндрлік, бұрыштық, сегменттік және салыстырмалы түрде жеңіл дайындалатын, қарапайым пішінге ие жалпақ табанды саңылау түріндегі, бұл шағылыстырғыштардың жаңғырық- сигналдары олардың аумақтарына пропорционалды.

Пішіндері бойынша дәнекерлеу жіктері ақаулары екі топқа бөлінеді: дөңгелек жиектері бар көлемді және айтарлықтай кернеулердің концентраторлары болып табылатын үшкір жиекті жалпақ. Жалпақ ақаулар дәнекерлеу конструкциялары пайдалану барысында көлемділерге қарағанда айтарлықтай неғұрлым қауіпті, сондықтан дефектоскопияның кез-келген әдісі ақаудың типін тануды қамтамасыз етуі қажет. Ультрадыбыстық тексеруде бұл үшін, ульт радыбыстың жалпақтық ақауларының бағыттаушы көрінетіндерін есепке ала отырып, бірнеше ақпараттық белгілерді талдау қажет, яғни басымдықты қандай да бір бағытта, ал көлемділерді –барлықбағыттар бойынша шамамен тең.

Ақаулар типін анықтаудың неғұрлым шынайы нәтижелерін, оның пішінінің K_f коэффициентін өлшегенде алады. Анықтау бойынша коэффициент

$$K_f = A_0/A_z,$$

бұл жерде A_0 , A_z – ақаудан тиісінше кері түрлендіргішке және екі рет айналы шағылыстырылған сигналдар амплитудасы (ақаудан және дәнекерлеу қосылысының ішкі бетінен, «тандем» сызбасы бойынша қосылған екінші түрлендіргішке).

Жалпақтық ақауларда (сызаттар, шала пісірілімдер) $K_f < 1$, ал көлемділерде (куыстар, қосылыстар) $K_f > 1$ болатындығы 0,95 мүмкіндігімен анықталған. Шағын қалыңдықтағы дәнекерлеу жіктерінде K_f , түрлендіргіштерді бір-бірлеріне бұрыш астында ұстай отырып өлшейді.

Ақаулар типтерін анықтаудың болашағы бар әдісі, зондтаушы импульстардың ультрадыбыстық тербелістері жиіліктерінің аралықтары жағдайларындағы әртүрлі типтегі ақаулардан шағылыстырылған, жаңғырық-сигналдар спектрлерін зерттеуге негізделген ультрадыбыстық спектрометрия болып табылады.

Мұндай «дыбыстаудағы» қабылданған жаңғырық-сигналдар спектралды талдаушы экранында, биіктігі жаңғырық-сигналдың амплитудасына, ал бұрылыстағы қалпы – жиілікке пропорционалды жекелеген импульстар түрінде өңделеді және бейнеленеді. Көлемді ақауларда жиілік спектрі монотондық сипатқа ие, ал жалпақтарда – кезеңдік максимумдары мен минимумдары бар ирек сипатқа ие.

Бақылау тәсілдері. Ультрадыбыстық тексерудің пайдаланылатын әдістемесі, бүкіл дәнекерлеу жігі мен жік маңы аймағы қимасы бойынша кез-келген рұқсат етілмейтін ақауларды анықтауды қамтамасыз етуі тиіс. Түрлендіргіш типін, жікті бақылау параметрлерін және сызбаларын таңдау, дәнекерлеу қосылысы конструкциясының ерекшеліктерімен анықталады және ақаулардың жік қимасы бойынша, ақаулар түрлері бойынша және олардың жік өзегіне қатысты бағдарланулары бойынша бөлінулерінің мүмкіншілікті-статистикалық сипаттамаларына негізделген. Бұл сипаттамалар өз кезегінде дәнекерлеу жігінің үлгіліп көлемімен және дәнекерлеу технологиясымен анықталады.

Жік қимасының әртүрлі аймақтарында кездесетін ақаулардың бөлінуін талдау, неғұрлым мұқият тексеруді қажет ететін аймақтарды бөліп қарауға, сонымен қатар бүкіл жік металының «дыбысталуы» мүмкіндігін қамтамасыз ету мақсатында, қосылыстың конструкциясын өзгерту бойынша ұсынылымдарды жасауға мүмкіндік береді. Мұндай тәсіл (шынайы ақаулардың сипаттамаларын зерттеуден тексеру әдістемесін әзірлеуге дейінгі) неғұрлым дұрыс болып табылады және тексеру нәтижелерінің жоғары шынайылықтарын қамтамасыз етеді.

Дәнекерлеу жіктерін тексеру үшін тік сәулемен, тік және бір реттік шағылыстырылған сәулемен, көп реті шағылыстырылған сәулемен, қабаттар бойынша (бұл тәсілдердің барлығы түрлендіргіш пен дефектоскопты қосудың біріктірілген сызбасына негізделген), сонымен қатар жаңғырық-айналы «тандем» әдісімен, айналы-көлеңкелі және көлеңкелі әдістермен «дыбыстауды» қолданады.

Түйіспе дәнекерлеу жіктерін *тік сәулемен* (3.24, а суреті) «дыбыстау» барысында, түрлендіргішті жік өзегінен келесі қашықтыққа алыстатылған, жік білікшесі мен нүктесі арасындағы жік маңы аймағында орналастырады

$$X_2 = 2\delta \operatorname{tg} \alpha + e/2,$$

бұл жерде, e — тиісінше жіктің қалыңдығы мен ені.

Тексерудің аталмыш тәсілі кедергіге неғұрлым төзімді. Оны пайдаланғанда қосылыс аймағында (пісіру штуцерлері және т.б.) қандай бір элементтердің жалған жаңғырық-сигналдарының минималдығы байқалады. Бұл ақаулар негізінен жік түбірінде болаты, балқыта отырып бір жақты дәнекерлеумен орындалған 3,5 ... 10,0 мм қалыңдықтағы жіктерді «дыбыстау» үшін жарамды жалғыз тәсіл болып табылады.

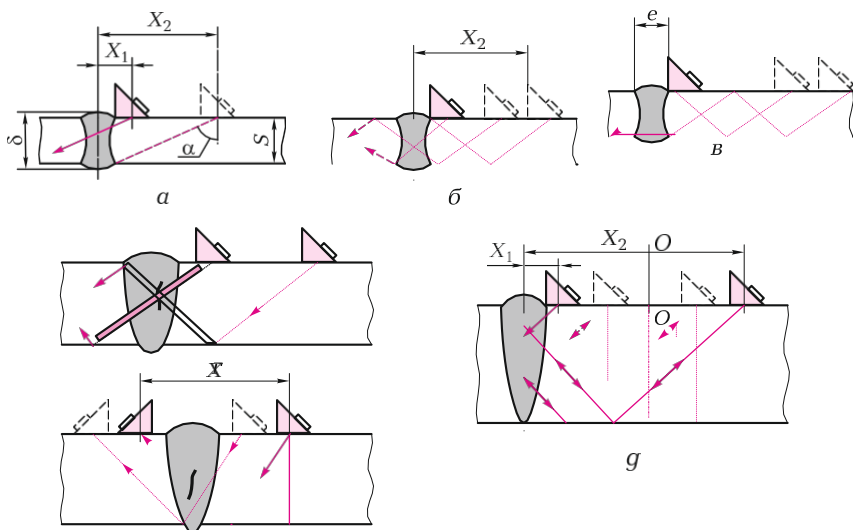
Бұл тексеру тәсілінің кемшілігі түрлендіргіш жіктің білікшесіне тірелетін, «өлі аймағының» болуы болып табылады. Оны кеміту үшін жіктің жоғарғы бетін, үлкен ультрадыбыс шығару бұрыштары бар түрлендіргіштердің көмегімен, «дыбыстау» тиімді болып табылады.

Тік және бір реттік шағылыстырылған сәулемен тексеру (3.24, б суреті) түрлендіргіш жік маңы аймағында жылжығанда жүзеге асырылады. Бұл тәсіл тексеруді дәнекерлеу қосылысының бір жағынан орындауға мүмкіндік береді. Түрлендіргішті бұған дейін келтірілген формула бойынша анықталатын, X_2 қашықтығына жік өзегінен артта қалып отырған сызыққа дейін орнынан жылжытады.

Көп реттік шағылыстырылған сәулемен тексеру (3.24, в суреті) жік білікшесінен шығатын жалған сигналдардың үлкен санымен ерекшеленеді және неғұрлым төмен кедергіге төзімді болып табылады. Оны қолдану мүмкіндігі, жіктің өзіне қол жеткізу мүмкін болмаған жағдайлармен шектеледі, мысалы, қос қапталынан пісірілген қаптамалармен жабылған түйіспелі қосылыстарда.

Қабаттар бойынша тексеру (3.24, г суреті) нәтижелердің ең үлкен шынайылығын қамтамасыз етеді, бірақ оны жіктердің 40 мм кем емес қалыңдығында қолдану ұсынылады. Қабаттар бойынша «дыбыстау» бұған дейінгі қарастырылған кез-келген тәсілмен жүзеге асырылады, ал дәнекерлеу қосылыстарының әртүрлі қабаттарында орналасқан ақаулардан болатын жаңғырық-сигналдары, жазбаның тек белгілі учаскесінде ғана тіркеледі.

Жаңғырық-айналы «тандем» әдісімен тексеру (3.24, д суреті) $O - O$ жіктің жазықтығына қатысты әртүрлі беттерге синхронды жылжитын және бір-бірлерінің артынан жіктің бір қапталында орналасқан екі түрлендіргішпен бір мезетте «дыбысталуында» болып табылады.



3.24 -ші сурет. Түйіспелі дәнекерлеу жіктерін «дыбыстау» сызбалары: *a* – тік сәулемен; *б* – тік және бір реттік шағылыстырылған сәулемен; *в* – көп реттік шағылыстырылған сәулемен; *г* – қабаттар бойынша; *д* – жаңғырық-айналы «тандем» әдісімен; *е* – айналы- көлеңкелі әдіспен; *X* – түрлендіргіштер арасындағы қашықтық; *X1*, *X2* – жік өзегінен олардың шеткі қалыптарындағы түрлендіргіштер өзектеріне дейінгі қашықтық; *e* – жік ені; *S* – метал қалыңдығы; *α* – сәулелендіргіш өзегі мен тексерілетін бөлшек беті арасындағы бұрыш; *δ* – жік қалыңдығы; *O* – *O* – түрлендіргіштердің жылжулары аймағын бөлетін жазықтық

Түрлендіргіштердің мұндай орындарынан жылжуларында X_1 және X_2 қашықтықтары сомасы, сонымен қатар дәнекерлеу қосылыстарының кері бетіндегі және ақаулардан айналы шағылыстырылған сигналдар қабылдауына түсу уақыты жіктің аталмыш қалыңдығы үшін тұрақты. Бұл тексеруді жеңілдетеді, өйткені кез-келген ақаудың жаңғырық-сигналы, белгі қоюға (строб-импульс) және ақаудың дыбыстық индикациясын қамтамасыз етуге болатын, жайманың тіркелген орнын- да болады.

Түрлендіргіштер бөлінген немесе бөлінген-біріктірілген сызба бойынша іске қосылулары мүмкін. Соңғы жағдайда әрбір түрлендіргішке кері қарай шағылыстырылған жаңғырық-сигналдар тіркеледі.

Айналы-көлеңкелі (3.24, *е* суреті) және *көлеңкелі әдістер* тек ірі ақауларды анықтау үшін ғана ұсынылады. Бұл жерде «дыбыстау» бөлінген сызба бойынша қосылған екі түрлендіргішпен жүзеге асырылады. Түрлендіргіштер жіктің екі қапталында бір-бірілеріне қарама-қарсы орнатылған және қандай да бір құрал-жабдықтың көмегімен бекітілген (олардың арасындағы қашықтық X тең). Ақаудың бар екендігін строб-импульстағы сигналдың жоқтығымен біледі.

Аталмыш тәсілдің қысымды контактілік дәнекерлеу қысымы бар және үйкелісті дәнекерлеумен орындалған жіктерді тексеру үшін болашағы бар.

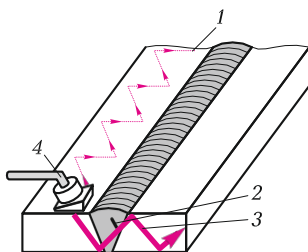
Тексеру ерекшеліктері. Дәнекерлеу жіктері қосылыстың бір (негізгі металдың 50 мм дейінгі қалыңдығында) және қос қапталынан тексеріледі. Тексеру сыртқы қарауды және бұл ретте анықталған рұқсат етілмейтін ақауларды жойғаннан кейін орындалады. Тексерулің тура алдында, жік маңы аймағының дайындалған бетін, шүберекпен жақсылап сүртеді және контактілік майлау материалын жағады. Бұл үшін минералды майларды пайдаланған (автолдар, компрессорлық майлар және т.б.) пайдаланған неғұрлым тиімді.

Жіктегі ақауларды іздеу 4 түрлендіргіштің бүкіл тексерілетін аймақ бойынша алдымен жіктің бері бетімен, сосын басқа бетімен бойлық-көлденең жылжуы арқылы дефектоскоптың бірқатар жоғары с е зім т алдығы жағдайында жүргізіледі (3.25-ші сурет). Түрлендіргіштің бойлық жылжуы қадамы, пьезоэлементтің диаметрінің жартысынан артығынан аспауы қажет. Орнынан жылжу барысында еңкіш түрлендіргішті, әртүрлі бағдарлықтағы ақауларды анықтау үшін, өзінің өзегі бойымен $\pm 15^\circ$ үздіксіз бұрып отыру қажет.

Түрлендіргіштің тексерілетін дәнекерлеу қосылысы бетімен жанасуы, оны қолмен жеңіл басу арқылы қамтамасыз етіледі.

Жайманың жұмыс учакесіндегі ақаудан жаңғырық-сигнал пайда болғанда, түрлендіргіштің жылжу аймағын қысқартады және ақпараттық сипаттамалардың өлшенуін жүзеге асырады: жаңғырық- сигналдың координаттар, амплитудалары, ақаудың шартты жиіктігі және ұзындығы, оның пішінінің коэффициенті K_f және жіктің стандартты учаскесіндегі ақаулар саны.

Әртүрлі типтердің дәнекерлеу қосылыстарының сапасын бағалау нормалары, ультрадыбыстық тексеру, Ростехнадзор нормалары негізінде, ҚНЖЕ талаптары және басқа да олардың сапасын анықтайтын нормативтік құжаттар талаптарын ескере отырып жасалынады.



3.25 -ші сурет. Онда сызаттар болған жағдайдағы дәнекерлеу жігін ультрадыбыстық тексеру сызбасы: 1 – түрлендіргіштраекториясы; 2 – сызат; 3 – дыбыс толқыны; 4 – түрлендіргіш

Шағын қалыңдықтағы көміртекті және төмен қоспаланған болаттарды дәнекерлеу барысындағы ультрадыбыстық тексеру (15 мм дейін), үлкен призма бұрыштары бар ($\beta = 53...56^\circ$, сигнал жиілігі $f = 5$ МГц) түрлендіргіштерді пайдаланғанда неғұрлым тиімді.

Н.Э.Бауман атындағы ММТУ РСМП типті -0,7 мм және одан жоғары дөңгелек ақауларды сенімді анықтауды қамтамасыз ететін, сигнал- кедергі жоғары қатынасы бар еңкіш РС-түрлендіргіші әзірленді.

Болаттың 15...30 мм қалыңдығында, бір жақты дәнекерлеумен орындалған жіктерді, бір түрлендіргішті пайдалана отырып тік және бір реттік шағылыстыру сәулесімен тексереді. Бұл жағдайда стандартты түрлендіргіш ($\beta = 50^\circ$, $f = 2,5$ МГц) неғұрлым тиімді болып табылады. Егер, жіптегі салбыраудан жалған жаңғырық-сигнал пайда болса, онда сенімділікті және кедергіге төзімділікті арттыру мақсатында, тексеруді жіктің түбірлік және басқа бөлігінде жеке-жеке жүргізген тиімді. Бұл ретте жіктің жоғарғы бөлігін $\beta = 40^\circ$ түрлендіргішімен тексеруге басымдық беріледі.

Түбірді пісірмеусіз табак конструкцияларының бір жақты дәнекерлеу жіктері, әдетте төмен сапалы болып табылады. Дәнекерлеу барысында астарлық көлемдегі (3.5 мм) жіктің салбырауы түзіледі. Мұндай жіктердің түбірлік аймақтарын тексеру, тек беттегі барлық тегіссіздіктерді тегістеу машинасымен жойғаннан кейін ғана мүмкін болады.

Болаттың 30...200 мм қалыңдықтағы жағдайында екі жақты немесе бір жақты түбірді пісіру арқылы жасалынған дәнекерлеумен орындалған, жіктер 1,8 және 2,5 МГц жиіліктеріндегі $\beta = 30$ және 40° еңкіш түрлендіргіштермен тексеріледі. Тексеру статистикасы, бұл жіктердегі ақаулардың бөлінуінің түрлері бойынша келесідей екендігін көрсетеді: 65...70% – шлак қосылыстар, 10% – қуыстар және 20...25% – жазықтық ақаулар (олардың ішінде 5...7% – сызаттар).

Неғұрлым қауіпті ақаулар – сызаттар мен шала пісірілімдер – негізінен тік жазықтыққа бағдарланған. Мұндай жік қимасында орналасқан ақаулар, «дыбыстаудың» бір бұрғылы сызбасында анықталады. Оларды табу үшін «тандем» сызбасын қолдану қажет.

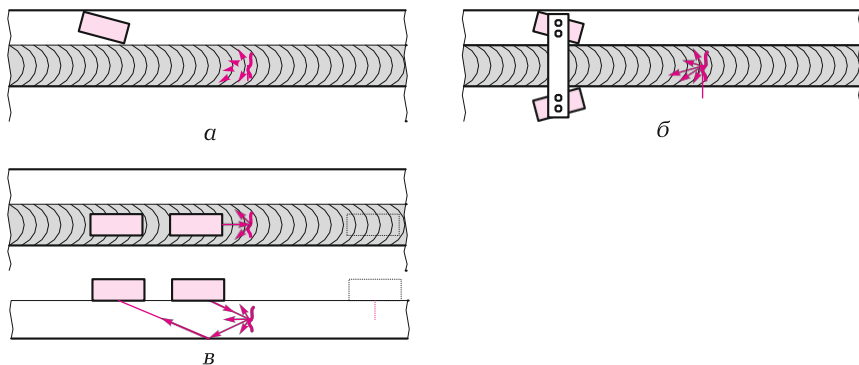
Болаттың қалыңдығы 200 мм артық болған жағдайда дәнекерлеу жіктерін төмендетілген жиіліктерде (1,0...1,25 МГц) және айрықша маңыздысы, егер бұл технологиямен қарастырылса, термоөңдеуден кейін тексеру қажет. Термоөңдеудің арқасында түйіршіктер ұсақталады және құрылымның біртектілігі деңгейі артады, бұл ультрадыбыстың жікте және жік маңы аймағында сөнуін кемітеді және бақылаудың шынайылығын арттырады. Осылай, мысалы, жіктерді тексеру барысында термоөңдеуден кейін анықталған ақаулар саны 20... 25% артады. Термоөңдеуге дейінгі тексеру міндетті емес.

Дәнекерлеу қосылыстарын ультрадыбыстық тексерудің неғұрлым ерекші міндеті көлденең сызаттарды анықтау болып табылады. Мұндай сызаттар, сызат түзілуіне бейім болаттарда дәнекерлеу технологиясын дөрекі бұзғанда пайда болады. Көлденең сызаттар құйма металда және термиялық ықпал ету аймағында орналасады. Олар қыздырусыз екі жақты дәнекерлеумен орындалғар жіктердің түбірлік аймақтарында неғұрлым жиі кездеседі. Көлденең сызаттардың беттерінде шамалыбұдырлық болады және ультрадыбыстыңолардан шағылысуы негізінен айналы сипатқа ие, бұл оларды табудықиындатады.

Көлденең сызаттарды бір түрлендіргішпен «дыбыстау» сызбасы (3.26, а суреті) ең қарапайымы, бірақ ең сенімсізі болып табылады. Ол негізгі металдың шағын қалыңдығы (20 мм дейін) жағдайында жіктерді тексеру үшін қолданылады.

Айтарлықтай жоғары тексеру сезімталдығына жікке бұрыш астында орналасқан, екі түрлендіргішті сызбаны пайдалану барысында қол жеткізіледі (3.26, б суреті). оларды бұлай орналастыру амплитудасы бойынша максималды айналы шағылыстырылған сигналды тіркеуге мүмкіндік береді.

Үлкен қалыңдықтағы металды дәнекерлеу барысында алынған жіктерді тексеру үшін, түрлендіргіштерді жіктің қос қапталы бойынша беткі беттерінде орналастыратын «тандем»жаңғырық- айналық дісі қолданылады.



3.26 -шы сурет. Көлденең сызаттарды «дыбыстау» сызбасы:
 а – бір түрлендіргішпен; б – екі түрлендіргішпен; в – жіктің беткі бетінің алынған білікшесі жағдайында бір немесе екі түрлендіргішпен

Келтірілген сызбалар жіктің беткі бетінің білікшесін алусыз тексеруді жүзеге асыруға мүмкіндік береді (бұл олардың артықшылықтары болып табылады), бірақ түрлендіргіштерді бекітуге арналған арнаулы құрал-жабдықтарды пайдалануды талап етеді. Айта кететін бір жайт, қандай да бір сызбаны қолданудың салыстырмалы тиімділігі әлі де анықталған жоқ, сондықтан іс жүзінде жіктерді тексеруді, білікше алынғаннан кейін, бір жазықтықта орналасқан бір немесе екі түрлендіргіштермен жасалынады (3.26, в суреті).

Ультрадыбыс әртүрлі конструкциялардың түйіспелі жіктерін тексеру үшін кеңінен пайдаланылады. «Дыбыстау» тәсілін конструкцияның конфигурациясына сәйкес таңдайды. Осылай, кеме шынжыры тізбектері жіктерін, түрлендіргіштерді жіктің бір жағынан тізбек өзегіне симметриялы орналастыру жағдайында «тандем» сызбасы бойынша тексереді. Темір-бетон конструкциялары арматурасы өзектері мезгілдік профильге ие, бұл арматура жіктерін жаңғырық-импульстық әдіспен тексеруді айтарлықтай күрделендіреді, өйткені бұл жағдайда акустикалық байланыс шұғыл нашарлайды және алған сигналдар деңгейі артады, сондықтан арматуралар жіктерін көлеңкелі әдіспен тексереді. Ақаудың болуы және көлемдері туралы одан кері қайтқан жаңғырық-сигнал амплитудасының төмендеуі бойынша біледі: жаңғырық-сигнал амплитудасының әлсіреуі деңгейі ақау аумағынапропорционалды.

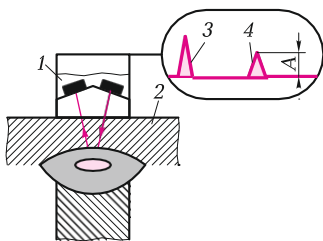
Неғұрлым тиімді тексеру ультрадыбыстық тербелістерді негізгі метал арқылы енгізгенде қамтамасыз етіледі, бұл жалған сигналдардың минималды деңгейінде жік ақауларының барлық түрлерін анықтауға мүмкіндік береді.

Жалған сигналдар ультрадыбыстың жік білікшесі жігінен, ал бұрыштық қосылыстар жағдайында – конструкция элементі бұрышынанкері қайтқанында пайда болады. Жалған сигналдарды ақау сигналдарынан, олардың түрлендіргішке түскен уақыттары бойынша бөле отырып ажыратады.

Оларға тік табак қапталынан еркін қол жеткізу болғанда бұрыштық және таврлық қосылыстардағы шала пісірілімдерді анықтау үшін, тік немесе бөлінген-біріктірілген түрлендіргіштер қолданады. Кейде, таврлық қосылыстарды тексеру үшін қо сарланған еңкіш түрлендіргіштерді пайдаланады.

Таврлық қосылыстардағы ақауларды анықтау үшін РС-түрлендіргіштерді қолданудың мысалы, 3.27-ші суретте келтірілген төсеме бөлшектің жігін тексеру сызбасы болады (өзек пен пластинаның арасындағы). Мұндай бөлшектер құрылыста қолданылады.

Н.Э.Бауман атындағы ММТУ төсеме бөлшектерді тексеру әдістемесі әзірленген. Бұл өндіріске темір-бетон конструкциялары зауыттарында енгізілген әдістемеде, тексеру РС-түрлендіргіштерді бөлшектергетіркеу үшін арнаулықұрылғыны пайдалануға негізделген.



3.27 -ші сурет. Төсеке бөлшек жігін тексеру сызбасы: 1 – РС-түрлендіргіштерді тіркеуге арналған құрылғы; 2 – төсеке бөлшек; 3 – құлаушысигнал; 4 – ақаудан кері қайтқан сигнал; A – кері қайтқан сигнал амплитудасы

Айқаспа қосылыстарды тексеру айналы-көлеңкелі әдіспен жүзеге асырылады. Бұл жағдайда ақау болмаған жағдайда ультрадыбыс сәулелендіргіштен қабылдауышқа кедергісіз өтеді, және электронды-сәулелі құбыршаның (ЭСҚ) экранында сигнал пайда болады. Егер, қосылыста ақау болған жағдайда, сигнал шұғыл әлсірейді немесе жоғалып кетеді. Мұндай тексеруді орындау үшін, түрлендіргіштерді бір-бірлерінен жалғанған бөлшектердің қалыңдықтарына тәуелді қашықтықта бекітетін, арнаулықұрал-саймандар қажет болады.

Ультрадыбыстық әдістер контактілік дәнекерлеумен орындалған жіктерді тексеру барысында неғұрлым кеңінен таралу үстінде. Бірақ, бұл жіктердің негізгі ақаулары – оксидтік пленкалар – ультрадыбыспен нашар айқындалады, өйткені шағын ашылу еніне (0,5 ...3,0 мкм) және жылтыр бетке ие, яғни олардың ультрадыбыс шағылыспайды. Оксидті пленкаларға үлкен ашылу еніне ие қосылыстар немесе шала пісірілімдер ілескен жағдайларда, контактілік дәнекерлеумен орындалған жіктердің негізгі ақаулары ультрадыбыспен анықталады.

Рельстердің контактілік түйіспелерінде бұл ақаулар, бір түрлендіргішпен жаңғырық-импульстік әдіспен сенімді анықталады. Жылу электр станцияларының қазандық агрегаттар құбырларының контактілік түйіспелерін тексерудің неғұрлым жақсы нәтижелері жаңғырық-айналы әдісті пайдаланғанда қамтамасыз етіледі.

Дәнекерлеу нүктелері сапасы айналы-көлеңкелі әдіспен тексеріледі. Бұл жағдайдағы табақтар (бөлшектер) арасындағы шала пісірілімнің белгісі, бірінші табактан қабылдауыш түрлендіргішке берілетін табан сигналы болып табылады. Дәнекерлеу нүктесінің көлемдерін түрлендіргіштің табак беті бойынша жылжуы шекаралары арасындағы қашықтықты өлшей отырып анықтауға болады.

Айналы-көлеңкелі тексеру әдісінің кемшілігі, ультрадыбысты түгелдей төменгі табаққа өткізетін, қышқылданған шала пісірілімді анықтаудың мүмкін еместігі болып табылады. Бұл кемшілік тексеруді дәнекерлеу үдерісі барысында біріктірілген сызба бойынша жаңғырық- импульстық әдіс бойынша орындаған жағдайда жойылады. Сұйық және қатты металдардың акустикалық кедергілерінің әртүрлілігі салдарынан, ультрадыбыс табақтар арасында балқыған ядро түзілген жағдайда содан кері қайтады. Ядроның қалыптасуы туралы куәлік беретін жаңғырық-сигналдың пайда болу уақыты мен дәнекерлеу тоғы сөнгенге дейінгі уақыт аралығында ядроның көлемін өлшеуге болады,

Тексерудің жаңғырық-импульстық әдісінің кемшіліктері, оның айтарлықтай күрделі аппаратуралық жүзеге асырылуы және дәнекерлеу электроды маңында ультрадыбыстық контактіні жасау барысындағы проблемалардың болуы болып табылады.

Сәулелендіргіш және қабылдағыш түрлендіргіштер дәнекерлеу машинасы электродтарына енгізілетін, дәнекерлеу қосылыстарын «дыбыстаудың» көлеңкелі әдісінің неғұрлым болашағы зор. Дәнекерлеу табақтарын электродтар қысқан кезде үздіксіз ультрадыбыстық тербелістер сәулеленеді. Металдың балқу үдерісінде, ультрадыбыс онда қатты жұтылады және өткен сигналдың амплитудасы төмендейді, ал метал қатқаннан кейін сигналдың амплитудасы ұлғаяды. Амплитудалардың тербелістері бойынша табақтардың балқу сапасы туралы төрелік жасайды. Мұндай тексеру барысында көлденең толқындарды қолданған неғұрлым тиімді, өйткені олар сұйықметал арқылы өтпейді, және бұл жағдайда әдістің нақтылығын анықтайтын амплитудалар тербелісі ең жоғары болып табылады.

Көміртекті және төмен қоспаланған болаттардан жасалған қосылыстардағы дәнекерлеу жіктерін тексеру әдістері бұған дейін қарастырылған. Бірақ, жыл сайын өндірісте ультрадыбыстық тексерілулерінің өзіндік ерекшеліктері бар алюминий және мыс қоспаларын, жоғары қоспаланған болаттарды және басқа да конструкциялық материалдарды пайдалану етек жайып келеді.

Алюминий қоспалары үшін ультрадыбыстың әлсіз сөнуі тән, бұл оларды әдеттегі әдістермен тексеруге мүмкіндік береді.

Жоғары қоспаланған болаттар мен мыс қоспалардан жасалған қосылыстарды бақылау айтарлықтай қиын, өйткені бұл металдардың дәнекерлеу жіктері, ультрадыбыстық сигнал айтарлықтай әдсірейтін және түйіршіктер шекараларынан жалған кері қайту сигналдарын жасатын, ірі түйіршікті иілгіш анизотроптық құрылымдарымен ерекшеленеді. Мұндай жіктерді тексергенде ультрадыбыстық тербелістер жиіліктерін 2-3 рет төмендету қажет болады, бұл шағын ақауларды анықтау мүмкіндігін шектейді.

Бірақ, бірқатар жағдайларда бұл шара оң нәтижелерді қамтамасыз етпейді және ультрадыбыстық тексеруді әдеттегі дефектоскоппен жүзеге асыру мүмкін емес. Қазіргі таңда ірі түйіршікті материалдарды тексеру үшін арнаулы дефектоскоптар әзірленуде. Олардың көмегімен орындалатын тексеру ақаудан келетін пайдалы сигналдарды және құбырдан келетін жалған сигналдарды статистикалық талдауға негізделеді.

Құбырлар қосылыстары дефектоскопиясы. Қабырғаларының қалыңдықтары 8 мм артық құбырлардың дәнекерлеу түйіспелеріндегі ультрадыбыстық тексеруді қарастырайық. Мұндай тексеру дәнекерлеу жігі бетінде жататын, құбыр беті бойынша призматикалық іздеуіштің кері қайту-алға жылжу бірқалыпты қозғалыстары нәтижесінде жүзеге асырылады. Қосылысты «дыбыстау» барысында тұрақты түрде іздеуіштің жікке перпендикулярлы бағытталғандығын қарап отыру қажет. Іздеуіштің құбыр шеңбері бойынша 2...4 мм артық емес орнынан жылжуына рұқсат етіледі. Іздеуіштің бүкіл жік қимасын тексеруді қамтамасыз ететін құбыр бойымен жылжуы аймағының көлемі, құбырдың қабырғасының қалыңдығына және жіктің бөлінуі пішініне тәуелді таңдалады. Құбырдың дәнекерленген сақиналы жігі жұмыс ортасы барысы бойынша және барысына қарсы екі жағынан жүйелі түрде тексеріледі, ал құймалы арматуралы құбыр түйіспесіндегі жіктер – тек құбыр жағынан ғана қадағаланады. Құймалы бөлшектер арасындағы түйіспелер, көлденең сызаттардың болуына ультрадыбыстық тексерілетін болады.

Құбырдың дәнекерлеу жігінің төменгі бөлігі тік сәулемен немесе, егер, бұл мүмкін болмаса, екі есе шағылыстырылған сәулемен тексеріледі, ал жіктің жоғарғы бөлігі бір рет шағылыстырылған сәулемен «дыбысталады». Қабырғасының қалыңдығы 40 мм дейінгі құбырлар бір қабылдауда тексеріледі, яғни жіктің жоғарғы және төменгі бөліктері іздеуіштің бір қозғалысымен тексеріледі, ал қабырғасының қалыңдығы 40 мм артық құбырлар – екі қабылдаумен тексеріледі. Алдымен жіктің түбір бөлігі тік сәулемен тексеріледі, ал сосын жіктің жоғарғы жағы – бір рет шағылыстырылған сәулемен тексеріледі.

Құбырлардың дәнекерлеу жіктерін ультрадыбыстық тексеру барысында, олардың түбір қабаттары мен кері білікшесінің қалыптасу ерекшеліктерін есепке алу қажет. Төменгі қалыпта дәнекерлеу барысында жіктің кері білікшесі металы құбырдың ішіне салбырайды, ал төбелік қалыпта дәнекерлеу барысында метал отыратын болады.

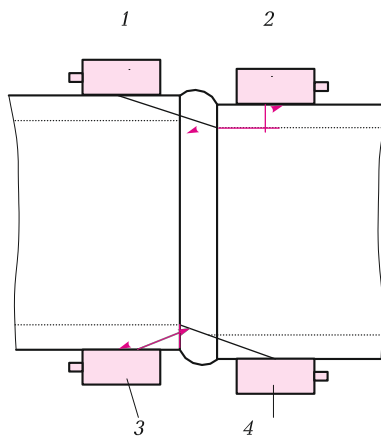
Көлденең сызаттарды табу іздеуішті балқытылған металдың беті бойынша тікелей жік бойымен жүргізу арқылы жүзеге асырылады. Бұл жағдайдағы жіктің күшеюін негізгі металмен беттеумен абразивтік шеңбермен толықтай алып тастау қажет. Тексеру үшін құбырлар қабырғаларының 8 ...15 мм қалыңдығында – призмасының еңкею бұрышы 50° болатын призматикалық іздеуіштер және қабырғасының 15 мм артық қалыңдығында 40° болатын призматикалық іздеуіштер пайдаланылады.

Іздеуіштің жұмыс беті, тексерілетін құбырға салынған егеуқұм қағазымен сүртіледі. Сүрту барысында іздеуіштің орнынан жылжуы құбырдың өзегіне параллельді жасалынатын болады.

Қабырғасының қалыңдығы 3,8 мм болатын диаметрі 25...100 мм құбырлардың дәнекерлеу қосылыстарынультрадыбыстық тексеруі, жіктің түбір бөлігін тік сәулемен тексеру мүмкіндігін қамтамасыз ететін, арнаулы іздеуіштермен 5 МГц жұмыс жиілігінде жүргізілетін болады. Іздеуіштің жұмыс беті тексерілетін құбырдың радиусына тең, дөңгелектеу радиусына ие болуы қажет. Сонымен қатар, мұндай призмалардың еңкею бұрышы 53...55°, ал құбырлардың қабырғаларының 3...4 мм қалыңдығында – тек 55° ие болулары қажет. Бұл жағдайда қосылыс сапасын бағалаудағы қателер бірнеше себептер бойынша пайда болуы мүмкін. Бұл, ең алдымен, оның екінші жағынан диаметралды қарама-қарсы нүктеде (іздеуіш 2 қалыпта) де сигнал пайда болатындай жағдайда, жіктің бір жағында (3.28-ші сурет, іздеуіш 3 қалыпта) сигналдың пайда болуы бойынша анықталатын, жиектердің орындарынан жылжуы (жік қателікпен ақаулы деп танылады). Бұл ретті 1 және 4 қалыптарда сигналдар болмайды.

Дәнекерлеу жігі маңында жапырылулардың, клеймолардың, ойыстардың болуы, ультрадыбыстық контактінің бұзылуы нәтижесінде жалған сигналдардың пайда болуына немесе ақаулардың өтіп кетуіне алып келуі мүмкін.

С и п а т п е н ж әне а қ а у л а р б е т т е р і н і ң ш а ғы л ы с т ы р у ш ы қабілеттерімен байланысты қателіктерден, жайпақ пішіндердегі шала пісірілімдер өткізіліп алынулары мүмкін.



3.28 -ші сурет. Түйістірілетін құбырлар жиектерінің орындарынан жылжуларын анықтау сызбасы:
1,4 – іздеуіштер қалыптары

Қабырғасының қалыңдықтары 3...8 мм болатын құбырлардың дәнекерлеу жіктері сапасы, шағылыстырылған сигнал амплитудасы және шартты жайманың сызығы бойынша шағылыстырылған сигнал жолы бойынша бағаланады (ақаудың шартты биіктігі бойынша).

Дәнекерлеу жігі келесі жағдайларда ақаулы деп танылады:

- егер, ақаудың жаңғырық-сигналы амплитудасы, эталондық үлгідегі тиісті белгіге шағылысқан жаңғырық-сигналы амплитудасына тең немесе одан жоғары болса (5 мм дейінгі құбыр қабырғасы қалыңдығындастік қырының аумағы 1,6 мм² белгі пайдаланылады, алодан үлкен қалыңдықта – 2 мм² аумақтыбелгі пайдаланылады);
- егер, ақаудың жаңғырық-сигналы импульсы эталондық үлгідегі тиісті белгі импульсына тең немесе одан жоғары болса.

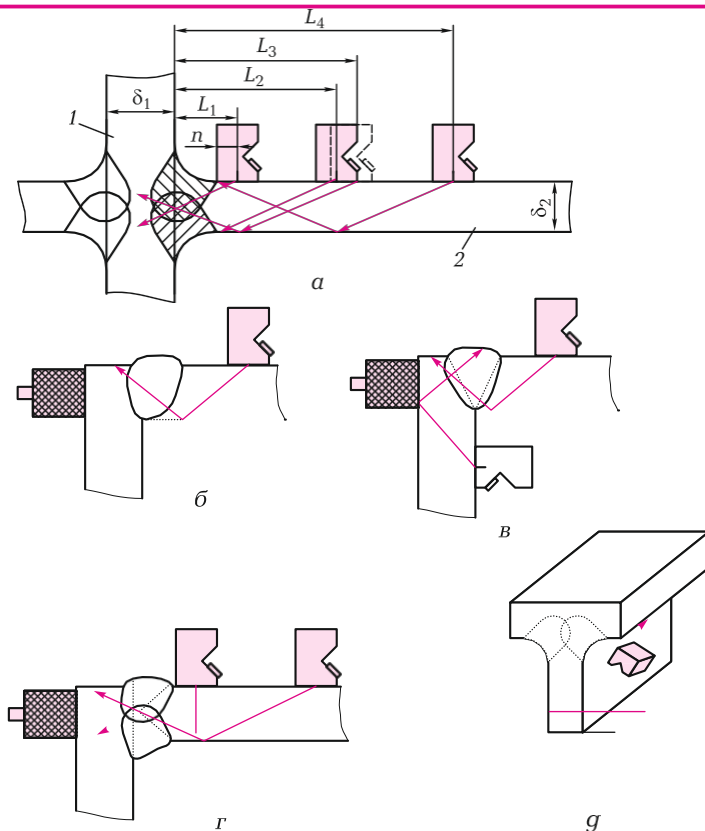
Құбырлардың дәнекерлеу жіктеріақаулар болмағанда және бұған дейін көрсетілгеннен төмен шартты биіктікте және жаңғырық-сигнал амплитудасы мәндеріне ие болғанда.

Қабырғасының қалыңдықтары 8 мм артық болатын дәнекерлеу түйіспелері келесі жағдайларда жарамсыз деп танылады:

- егер, оларда жаңғырық-сигналыамплитудасы эталондық шағылыстырғыштың жаңғырық-сигналының амплитудасына ең немесе үлкен, тиісті бағалау сезімталдығындағы жік кимасындағы орналасқан кез-келген ақаулартабылған жағдайда;
- егер, жүріп өту жолы дефектоскоп экраны бойынша, құбыр қабырғасының 20 мм дейінгі қалыңдығы жағдайындағы тиісті бағалау сезімталдығындағы, белгіден берілетін жаңғырық- сигналдың жүріп өту жолына тең немесе артық ақаулар;
- егер, ақаулардың биіктіктері 3 мм және одан да жоғары болса, бұл тереңдік өлшеуіштің бойлық толқындары шәкілі бойынша өлшенетін шартты биіктікке сәйкес келеді, құбыр қабырғасының 20 мм артық болғанда 10 мм болғанда;
- технологиялық құбырлар үшін шартты ұзындықтары 30 мм асатын және басқа құбарлар үшін жік периметрінің 10% асатын жік түбіріндегі бойлықақаулардыңболуы;
- егер, жік түбіріндегі ақаулардың жалпы шартты ұзындығы оның периметрінің 20% асса;
- егер, жікте сызаттар белгілері бар ақауларболса.

Жіктің түбір бөлігін тексеру барысындағы сапаны тексеру жаңғырық-сигнал амплитудасын және қабырғаның қалыңдығының 15%, брақ 2 мм артық емес биіктіктегі жырашық түріндегі жасанды ақаудан келетін сигналдың өту уақытымен және жаңғырық-сигнал амплитудасы бар дефектоскоп экранындағы сигналдың өту уақыты бойынша жүргізіледі. ақау, егер сигналдың өту уақыты немесе оның амплитудасы, тексеруші шағылыстырғыштың өту уақыты мен сигналы амплитудасынан асатын болса рұқсат етілмейтін деп саналады.

Бұрыштық қосылыстарды тексеру. Таврлық және айқаспа қосылыстардың бұрыштық бұрыштарын тексеру барысында, ультрадыбыстық сәулені жікке қабырғаның негізгі металы арқылы енгізеді, өйткені бұл жағдайда барлық ақаулар анықталатын (3.29-ші сурет). Қабырғаға қол жеткізу болмаған немесе, іздеуіштердің жік түбіндегі шала пісірілімдерді анықтау үшін жылжуларының қажетті шектерін қамт амасыз етпейтін оның шағын көлемдері жағдайларында, сөренің сыртқы бетінен тексеруге болады. Бұл ретте ультрадыбыстық толқындарды шығару бұрышы, ақаудың аумағы максималды болып күтілетін, қимаға шамамен перпендикулярлы сәуленің бағытын қамтамасыз етуіқажет.



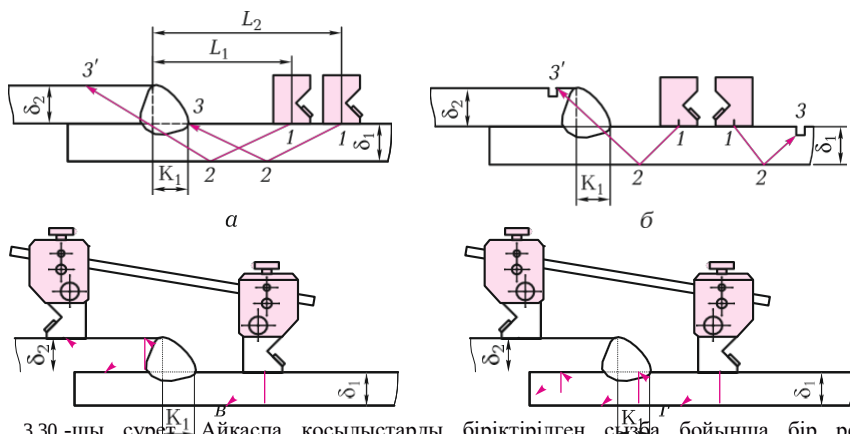
3.29 -шы сурет. Өртүрлі типегі қосылыстардың бұрыштық жіктерін «дыбыстау» сызбасы: *a* – жиектері К-тәрізді бөлінген айқаспа; *б* – бір жиегінде қиғаштығы бар бұрыштық; *в* – екі жиегінің қиғаштығы бар бұрыштық; *г* – бір жиегінің екі қиғаштығы бар бұрыштық; *д* – көлденең сызаттарды анықтау жағдайындағы таврлық; 1 – сөре; 2 – қабырға; δ_1, δ_2 – метал қалыңдығы; $L_1...L_4$ – сөреден іздеуіш орталығына дейінгі қашықтық; n – іздеуіш енінің жартысы

Жік түбірінің толық пісірілуі талап етілетін К-тәрізді бөлгіші бар таврлық қосылыстағы бұрыштық жіктерді тексеруді, тік немесе бір реттік шағылыстырылған сәулелі жік түбіріндегі шала пісірілімді іздеуден бастайды. Жік түбірінде шала пісірілім жоқ болғанда оның басқа бөліктерін де тексереді: төменгі бөлігін – тік сәулемен, ал жоғарғы бөлігін – бір реттік шағылыстырылған.

К-тәрізді бөлінген таврлық қосылыстарды, 4 мм дейінгі жік түбірінің технологиялық шала пісірілімі болған жағдайда, сөренің сыртқы жағынан эталонсыз тәсілмен тексереді. Технологиялық шала пісірілімді анықтағаннан кейін, тік және бір реттік немесе екі реттік шағылыстырылған сіулелермен екі өтпеде еңкіш іздеуіштермен жіктің бүкіл қимасына тексеру жүргізіледі.

У- тәрізді бөлінген және жік түбірі пісірілген таврлық қосылыстарының бұрыштық жіктерін және пісірілім болмаған жағдайда (бұл жағдайда шала пісірілімнің рұқсат етілетін биіктігі 3 мм аспауы қажет) пісірілген табақ жазықтығынан «дыбыстайды».

Айқаспа қосылыстарды тексеру. Айқаспа дәнекерлеу қосылыстары жіктерін біріктірілген сызба бойынша қосылған (3.30, а, б суреті) бір реттік шағылыстырылған сәулемен және іздеуіш пен негізгі табақ тарапынан «дыбыстайды». Сонымен бірге, сызаттарды, тік жиек және жік түбірі шала пісірілімдерін, сонымен қатар жалғыз қосылыстарды және олардың жиынтықтарын анықтау қамтамасыз етіледі.



3.30 -шы сурет. Айқаспа қосылыстарды біріктірілген сызба бойынша бір реттік шағылыстырылған сәулелі (а, б) және бөлінген сызба бойынша екі іздеуіш қосылған көлеңкелі әдіспен тексеру сызбасы (в, г):

1...3 – ультрадыбыстық сәулелің сыну нүктелері; δ_1, δ_2 – метал қалыңдығы; L_1, L_2 – іздеуіш орталығынан жоғарғы табақ жиегіне дейінгі қашықтық; K_1 – жік катеті

Біріктірілген сызба бойынша қосылған іздеуішпен тексеруді орындау барысында, көлденең жиектің шала пісірілімдерін табуға кепілдік берілмейді. Бұл ультрадыбыстық сәуле көлденең жалпақ ақауға түсе отырып, сол бұрышпен көрсетілетінімен және іздеуішке қайтпайтындығымен түсіндіріледі.

Көлденең шала пісірілімдер, іздеуіштерді бөлінген сызба бойынша қосқанда (3.30, в, г суреті) айналы-көлеңкелі әдіспен анықталады. Бұл жағдайда өткен сигналдың деңгейі ақаусыз тест- үлгілер бойынша белгіленеді. Балқытылған металдың бүкіл қимасын «дыбыстауды» қамтамасыз ету үшін, іздеуіштерді жіктің көлденең қатетінің көлемне сәйкес ұзындыққа жылжытып отыру қажет.

3.3.3. Ультрадыбыстық тексеруге арналған аппаратура

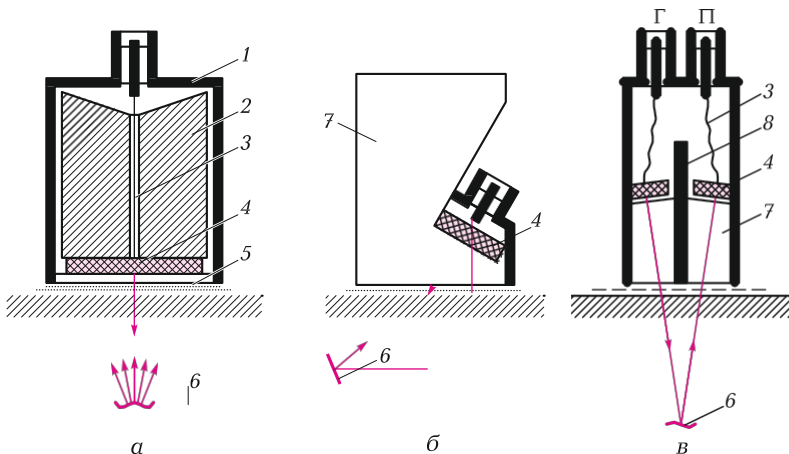
Ультрадыбыстық тексеруге арналған аппаратура ультрадыбыстық тербелістерді қабылдайтын және сәулелелендіретін пьезоэлементті түрлендіргіштен, электронды блоктан (дефектоскоптыңөзі) және әртүрлі қосымша құрылғылардан тұрады.

Түрлендіргіштер. Ультрадыбыстық түрлендіргіштердің үш негізгі типтері болады:

- тік (3.31, а суреті) – дәнекерлеу қосылыстарына контактілік беттерге перпендикулярлы бойлық толқындарды сәулелендіруші (ультрадыбыстық тербелістерді енгізу беттері);
- еңкіш, немесе призматикалық (3.31, б суреті), – металға көлденең толқындарды енгізу беттеріне бұрыштап сәулелендіруші;
- бөлінген-біріктірілген (3.31, в суреті) – металға енгізу бетіне $80...85^\circ$ бұрышпен бойлық толқындардың түсуін қамтамасыз етуші.

Бұл түрлендіргіштердің негізгі элементі диск немесе сәулеленетін ультрадыбыстық тербелістер толқындары ұзындығының жартысына тең қалыңдықтағы тік бұрышты пластиналар түріндегі пьезоэлемент болып табылады.

Тік түрлендіргіштердің жұмыс қапталындағы пьезопластинада⁴, онымеханикалық ақаулардан сақтайтын қорғаныс табаны болады (протектор) 5. Пьезопластинға қарама-қарсы бетінен ультрадыбысты жақсы жұтатын материалдан жасалған демпфер 2 жабыстырылған. Демпфер пьезопластинаның тербелістері ұзақтығын төмендетеді, яғни қысқа зондаушы импульстарды алуға мүмкіндік береді. Тік түрлендіргіш 1 болаттан жасалған корпуста орналастырылған.



3.31 -ші сурет. Әртүрлі типтегі ультрадыбыстық түрлендіргіштер: *а* – тік; *б* – екішті призматикалық; *в* – бөлінген-біріктірілген; 1 – корпус; 2 – демпфер; 3 – ток жеткізуші; 4 – пьезопластина; 5 – қорғаныс табаны; 6 – ақау; 7 – призма; 8 – акустикалық экран; Г – зондтаушы импульстаргенераторы; П – қабылдаушы

Еңкіш және бөлінген-біріктірілген түрлендіргіштерде пьезопластина, ультрадыбыс шағын жылдамдықпен таралатын орғайнектен, полистиролдан немесе басқа материалдардан жасалынған призмаға жабыстырылған, бұл көлденең бұрыштардың салыстырмалы шағын құлау бұрыштары жағдайында, оларды тексерілетін металға үлкен бұрышпен (90° дейін) енгізуге мүмкіндік береді. Ультрадыбыстың призмадағы күшті сөнуі, тексерілетін металдың шекараларынан көрсетілген ультрадыбыстық тербелістердің жылдам сөнуін қамтамасыз етеді.

Тік және еңкіш түрлендіргіштер, негізінен жалғыз пьезоэлемент сәулелендіргіш және ультрадыбыстық тербелістерді қабылдағыш болатын біріктірілген сызба бойынша әрекет етеді.

Бөлінген -біріктірілген түрлендіргіштерде бір пьезопластина электр тербелістері генераторына қосылған және ультрадыбыстық тербелістерді шығарғыш ретінде қызмет атқарады, ал басқасы – қабылдаушыға қосылған. Олардың арасында акустикалық экран 8 орнатылған.

Контакттік сұйықтықтың қабатының қалыңдығына байланысты, қорғаныс табаны мен дәнекерлеу қосылысы арасында түрлендіргіштерді келесідей бөледі:

- контактілік – ультрадыбыстың толқыны ұзындығынан айтарлықтай кем, сұйықтық қабаты қалыңдықты;
- жарықты – ультрадыбыстың толқыны ұзындығына тең, сұйықтық қабаты қалыңдықты;
- иммерсиялық – айталықтай қалыңдықтағы контактілік қабаты бар.

Түрлендіргіш типін акустикалық контактіні жасау тәсілі бойынша таңдау, тексерілетін дәнекерлеу қосылысы бетінің сапасына тәуелді. Мысалы, бұжырлы бетті қосылыстарды тексеру үшін (мысалы, құм ағызу өңдеуінен кейін) жарықтытүрлендіргішті пайдаланған тиімді.

Сенімді акустикалық контактіні қамтамасыз ететін, мысалы полиуретаннан немесе резеңке қабықшасы бар гидравликалық жастық түріндегі (иммерсиялық сызбаүлгілік ванна) эластикалық материалдан жасалынған протекторы бар түрлендіргіштерді қолдану да тиімді.

Электронды блок. Дефектоскоп – бұл жоғары жиіліктегі зондтаушы импульстарды генерациялауға, ақаулардан кері қайтарылған жаңғырық-сигналдарды күшейтуге және түрлендіруге, сонымен қатар жаңғырық-сигналдардың электронды-сәулелеік құбырыша (ЭСҚ) экранындағы амплитудалық-уақыттық сипаттамаларын көрнекі көрсетуге арналған электронды блок.

Дәнекерлеу жіктерін тексеру үшін УД-11ПУ, УД-10П және т.б маркалы отандық дефектоскоптарды қолданады. УД-11ПУ дефектоскопының әрекет ету принципі келесідей. Тактілік импульстар синхронизатордан зондтаушы импульстарға түседі және оны іске қосады. Іске қосушы импульс түскенде, орамадан, индуктивтіліктен, пьезопластинадан, разрядты және жиынтықтаушы конденсаторлардан тұратын контурда, радиодиапазонның қысқа мерзімді еркін тербелістері – пьезопластинадатиісті жиіліктегі ультрадыбыстық тербелістерді зондтаушы импульстарпайда болады. Бір мезетте тактілік импульстар синхронизатордан ЭСҚ жаймасы генеторына да беріледі. Өртүрлі қалыңдықтағы металды

«дыбыстау» барысында (мысалы, қалыңдығы 5 000 мм дейінгі болатты) жайма жылдамдығы реттелуі мүмкін.

Ақаудан кері қайтқан иілгіш тербелістер импульстары пьезопластинаға түседі және онда сосын күшейткіште күшейтілетін және ЭСҚ экранына берілетін электр сигналдарына түрленетін болады.

ЭСҚ көлденең жаймасы уақытша болып табылады. Жайма бойынша зондтаушы импульстан қабылданған сигналға дейінгі арақашықтық, импульстың пьезопластинадан ақауға дейін және кері қарай өтуі уақытына пропорционалды.

Осылайша, ультрадыбыстың жылдамдығын және сәулелену ағынының таралуы бағытын біле отырып, ақаудың координатын және тереңдік өлшеуіштің жылжымалы белгісінің (строб-импульс) көмегімен бұл уақытты өлшей отырып, дәнекерлеу қосылысының қалыңдығын анықтауға болады. Бұл ретте, координаттарды өлшеу дәлсіздігі 2 мм аспайды.

ЭСҚ сәулесінің ақау көлеміне пропорционалды, қабылданған сигнал амплитудасын сипаттайтын, тік бағыттағы (импульстар биіктігі) ауытқуы. Амплитудаларды дефектоскоптарда өлшеу үшін арнайы градацияланған аспаптар – аттенуаторлар бар.

Қосымша құрылғылар. Дефектоскопта, оның көмегімен күшейткішті тікелей радиоимпульстар генераторына қосуға (түрлендіргіш сәулелендіргіштің және ультрадыбыстық тербелістер қабылдауыш функциясын орындайтын біріктірілген сызба бойынша жұмыс істеу барысында) немесе одан сөндіруге болатын (бөлінген сызба) ажыратқыш қарастырылған.

Дефектоскопта сонымен қатар, ақауларды дыбыстық немесе жарықтық индикациялауға арналған автоматтық сигнал беруші қарастырылған. Сигнал беруші, егер сигнал белгі (строб-импульс) аумағына түскенде іске қосылады. Орындалатын тексеру міндетіне байланысты, строб-импульс енін, жік енінен аспайтын, белгілі бір шектерде реттеуге болады.

Кейбір дефектоскоптарда оператордың жұмысын айтарлықтай жеңілдететін және ультрадыбыстық тексеру мүмкіндігін кеңейтетін қосымша блоктар болады. Мысалы, сезімталдықты уақытша реттеу (СУР) блогы, әртүрлі тереңдіктердегі жатқан, бірдей көлемді ақаулардан жаңғырық-сигналдардың бірдей амплитудасын алуды қамтамасыз етеді. СУР көмегімен ақаулардың табылуының және олардың өлшеулерінің нақтылығын айтарлықтай арттыруға болады.

Қазіргі уақытта қолданылатын микропроцессорлық де-фектоскоптар кері қайтарылған сигналдың бірнеше параметрлерін өңдеуді жүзеге асырады, бұл тексерудің ақпараттылығын арттырады.

Дефектоскоптардың қосымша құрал-жабдықтарына дәнекерлеу қосылыстары беттерінің кез-келген пішіні жағдайында, ақаулардың координаттарын табуды жеңілдететін координаттық сызғыштар мен нұсқалар, ақау көлемдерін жаңғырық-сигнал амплитудасы бойынша анықтауға арналған планшеттер (АРД-диаграммалар), бұрыштық дәнекерлеу жіктері және т.б. тексеру үшін қажетті түрлендіргіштердың орындарынан жылжуын шектеуіштер жатады.

3.4.1. Магниттік дефектоскопияның физикалық негіздері

Тексерудің магниттік әдістері, ферромагниттік материалдардың магниттелген дәнекерлеу қосылыстарында ақаулар болғанда пайда болатын, таралудың магниттік ағындарын табуға негізделген. Біртекті магниттік өрістің күштік сызықтарына перпендикулярлы орналасқан бетарқылы өтетін Φ магниттік ағыны, бұл беттің аумағына B магнит индукциясын тудыруға тең.

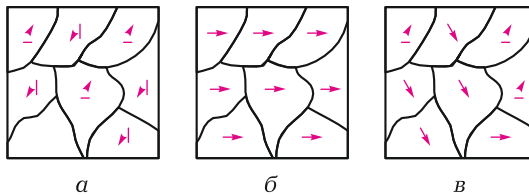
Металдың магниттелуге қабілеттілігі, абсолютті магниттік өтімділікпен сипатталады. Материалдың абсолютті магниттік өтімділігінің магниттік тұрақтылыққа қатынасы, салыстырмалы магниттік өтімділік деп аталады және μ белгіленеді. Бұл шексіз шама, магниттелген ортадағы нәтижелеуші өрісінің кернеулілігінің, осы күштегі күштің вакуумдағы жасалынатын, өрістегі кернеуліліктен қаншалықты үлкен екенін көрсетеді.

М мәніне байланысты барлық металдар үш топқа бөлінеді:

- μ бірліктен бірнеше миллион немесе мыңдаған есеге артық диамагниттік (мыс, мырыш, күміс және т.б.);
- μ бірліктен бірнеше миллион немесе мыңдаған есеге аз парамагниттік (марганец, платина, алюминий және т.б.);
- μ ондаған мыңға жететін ферромагниттік (темір, никель, кобальт және гадолиний, сонымен қатар металдардың бірқатар қоспалары).

Тексерудің магниттік әдісі ферромагниттік материалдардан орындалған бөлшектер үшін ғана пайдаланылуы мүмкін. Металдардың ферромагниттік қасиеттері, электрондардың өз өзегі бойымен айналуы есебінен жасалынатын, ішкі молекулярлық тоқтардың болуымен шартталған. Элементарлық салалардың (домендер деп аталатын) шағын көлемдері шектерінде ($10^{-8} \dots 10^{-3} \text{ см}^3$), молекулярлық тоқтардың магниттік өрістері доменнің нәтижелеуші өрісін түзеді.

Егер, сыртқы магниттік өрісі болмаса, онда ерікті бағытталған домендерінің магниттік өрісі бір-бірлерін өтейді. Бұл жағдайда, домендердің сомалық өрісі нөлге тең, және бөлшек магнитсізделген болып табылады (3.32, а суреті). Егер, металға сыртқы магниттік өрісі ықпал етсе, онда оның ықпалымен жекелеген домендердің өрістері, домендер арасындағы шекараларды бір мезетте өзгертумен бірге сыртқы өріс бағыты бойынша орнатылатын болады.

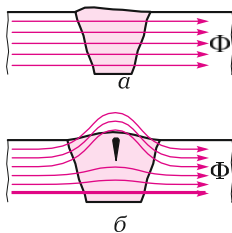


3.32 -ші сурет. Ферромагниттік материалдардағы домендердің бағдарлануы: *а* – магнитсіздендірілген; *б* – индукцияға дейінгі қаныққан магниттелген; *в* – қалдық магниттелумен

Нәтижесінде домендердің ортақ магниттік өрісі түзіледі, және метал магниттелген болады (3.32, *б* суреті). Магниттелгенде тексерілетін металдағы домендердің магниттік өрісі сыртқы магниттік өріске салынады.

Магниттік ағын, дәнекерлеу қосылысы бойынша тарала және өзінің жолында ақауды кездестіре отыра, оны айналып өтеді, өйткені ақаудың магниттік өтімділігі негізгі металдың магниттік өтімділігіне қарағанда төмен (шамамен 1 000 рет). Мұның салдарынан магниттік өрістің күштік сызықтарының бір бөлігін ақау бетке ығыстырып шығарады және жергілікті таралу магниттік өрісі түзіледі (3.33-ші сурет). Таралудың жергілікті ағынын түзусіз магниттік өрістің күштік сызықтарын бөлуде күдік тудыратын ақауларды, магниттік дефектоскопия әдістерімен табу мүмкін емес.

Магниттік ағын, ақау қаншалықты кедергі болған сайын, одан да күштірек болады. Осылай, егер ақау күштік сызықтардың бағыты бойына орналасса, онда магниттік ағын үлкен емес, ал магниттік ағын бағытына қатысты перпендикулярлы немесе еңкішорналасқан ұқсас ақаутаралудың айтарлықтай ағынын жасайды.



3.33 -ші сурет. Магниттік ағынның Φ ақауларсыз (*а*) және ақаулармен (*б*) дәнекерлеу жіктері қималары бойынша орналасуы

Таралу магниттік ағынын тіркеу тәсіліне байланысты, келесі ұсынылған тексерудің келесі магниттік әдістеріне бөлінеді: магниттік ұнтақты, магнитографиялық, феррозондтық және магниттік-жартылай өткізгішті. Дәнекерлеу жіктерінде дефектоскопия жасау үшін, таралудың магниттік ағындары тиісінше магниттік ұнтақтың көмегімен анықталатын, магниттік пленкаға тіркелетін және феррозондтық түрлендіргішпен табылатын негізінен алғашқы әдіс қолданылады.

3.4.2. Магниттік ұнтақты әдіс

Тексерудің магниттік әдісі, магниттелген дәнекерлеу қосылысының бетіне, керосиннен, майдан және сабынды ерітіндіден («ылғал» әдіс) тұратын суспензия немесе аэрозоль түріндегі («құрғақ» әдіс) ферромагниттік ұнтақ жағылады. Таралудың магниттік өрісінің тартушы күшінің ықпалымен, ұнтақ бөлшектері қосылыстың бетімен жылжиды және ақаулардың астында білікшелер түрінде жинақталады. Бұл жинақталулардың пішіндері анықталатын ақаулардың сызбасына сәйкес келеді.

Тексеру әдістемесі. Тексерудің магниттік ұнтақты бақылау келесі операциялардан тұрады (МемСТ 21105 – 85):

- 1) беттерді тексеруге дайындау;
- 2) магниттік ұнтақты тасымалдайтын сұйықтықпен қарқынды араластырудан тұратын, суспензияны дайындау;
- 3) тексерілетін дәнекерлеу қосылысын магниттеу;
- 4) ұнтақты тексерілетін қосылыс бетіне жағу;
- 5) тексерілетін қосылыстың бетін қарау және ұнтақпен жабылған учаскелерді анықтау.
- 6) қосылыстарды магниттіліктен айыру.

Аталмыш әдіс жұқа және ұсақ сызаттарға жоғары сезімталдығымен, орындау қарапайымдылығымен, нәтижелердің жеделдігімен және көрнекілігімен сипатталады. Оны магниттік материалдардан жасалынатын конструкциялардың бойлық дәнекерлеу жіктерін тексеру, және оның ішінде доғалық тәсілдермен алынған құбырлардағы түйіспелі жіктердегі сызаттарды және тар (тартылған) шала пісірілімдерді анықтау үшін кеңінен пайдаланады. Тексерудің сезімталдығын арттыру үшін, қосылыстың беткі бетіндегі шығып тұратын дәнекерлеу жігінің бақылау бөлігін, сынақты жүргізер алдында жою тиімді.

Әдістің сезімталдығы. Аталмыш әдістің сезімталдығы бірқатар факторларға байланысты: ферромагниттік ұнтақ бөлшегінің көлемі және оны жағу тәсілі («құрғақ» немесе «ылғал»), салынған магниттеуші өрістің кернеулілігі, тоқ түрі (ауыспалы немесе тұрақты), ақаулардың пішіндері, көлемдері және жату тереңдіктері, олардың дәнекерлеу қосылысы бетіне және магниттік бағытына қатысты бағдарлануы, беттің қалпы және пішіні, сонымен қатар магниттеу тәсілі.

Ферромагниттік ұнтақ көлемдері 5...10 мм болатын бөлшектерге ие болулары қажет. Терең ақауларды анықтау үшін неғұрлым ірі магниттік ұнтақты қолданады. Магниттік суспензияларды дайындау үшін, ұсақ бөлшекті магниттік ұнтақ пайдаланылады. Бұдан бөлек, максималды қозғалғыштығына қол жеткізу үшін, магниттік ұнтақтың бөлшектері дұрыс пішінге ие болулары қажет. Бөлшектер қосымша қозғалғыштыққа, оларда үйкелудің төменгі коэффициенті бар пигментті жабындысы болғанда алатын болады.

Магниттелу тоғы түрі мен ферромагниттік ұнтақты жағу тәсілі, беткі ақауларды табуға айтарлықтай ықпал етпейді, бірақ бұл ретте олар бет астындағы ақауларға диагностика жасауға ықпал етеді. Бұл әдісте тұрақты тоқты пайдаланудың артықшылығы, оның металға тереңінен енетін магниттік өрісті жасауында болып табылады. Бірақ, қалыңдығы 20 мм артық дәнекерлеу қосылыстарын, тұрақты токпен магниттеуге болмайды, өйткені оларды тексергеннен кейін магниттен айыру мүмкін емес.

Магниттеу үшін ауыспалы тоқты пайдаланған жағдайда, скин-эффекттің ықпалымен дәнекерлеу қосылысының бетіндегі магниттік ағыны және тоқтың тығыздығы артады, бұл тек беттік ақаулардың таңдаулы анықталуына көмектеседі.

Бет астындағы ақауларды табу үшін жағудың «құрғақ» тәсілін пайдаланудың артықшылығы, ферромагниттік бөлшектің қоймалжың суспензияда орнынан жылжуы үшін, сол бөлшектің ауадағы жылжуына қарағанда, магниттік ағынның үлкен күші талап етілетіндігімен түсіндіріледі.

Салынған магниттелген өрістің кернеулілігінің (қанығу индукциясына жеткенге дейін) ұлғаюымен, тексерудің аталмыш әдісінің сезімталдығы артады.

Магниттік әдістермен тексеру барысында, магниттік ағынға 20...90° бұрышымен бағдарланған жазықтық ақаулар (сызаттар, шала пісірілімдер және балқымаулар) неғұрлым сенімді анықталатын болады. Дөңгелек пішіндегі ақаулар (қуыстар, шлак қосылыстары және қалқандар) таралудың жеткілікті ағынан жасай алмайды және, әдетте магниттік тексеру барысында нашар анықталады.

Магниттік ұнтақтық әдіспен ені 1 мкм артық, тереңдігі 50 мкм астам және ұзындығы 0,5 кем емес беттік және бат асты (2 мм артық емес тереңдіктегі) сызаттардың анықталатындығы белгіленген.

Жік бетінен 5... 6 мм тереңдікте орналасқан, қимасының аумағы 2 мм² артық ірі ақауларға (шала пісірілімдер, қуытар, шлак қосылыстары жіне басқалар) қатысту табулар да орын алуы мүмкін. Ақаулардың жату тереңдіктерінің ұлғаюымен, магниттік ұнтақтың жинақталымдарының түзілуі жылдамдықтары да кемиді, бұл оларды табылуларын жіне типтерінің анықталуын қиындатады.

Тексерудің сезімталдығы айтарлықтай дәрежеде, оған суспензия немесе ұнтақ жағылатын беттің сапасына тәуелді. Магниттік ұнтақтық тексерілетін дәнекерлеу қосылыстарының беттерінің оңтайлы бұдырлығы, $Ra_{2,5...1,25}$ мкм параметріне сәйкес келеді. Мұндай бетте әдістің ең жоғары сезімталдығы қамтамасыз етіледі. Беттің бұдырлығының ұлғаюы тексерудің сезімталдығының төмендеуіне алып келеді. Осыөай, егер тексерілетін қосылыстың беті өндегеннен кейін $Ra_{3,2...2,5}$ мкм бұдырлығына ие болса, онда жұқа ақауларды (1 мкм қалыңдықтағы) анықтауды қамтамасыз ететін тәртіптердегі тексеру, магниттік ұнтақ фонының пайда болуы салдарынан қиындайды, бұл магниттелген өрістің кернеулілігінің кемуін талап етеді, тиісінше тексерудің сезімталдығын төмендетеді.

Тегістелген беттерді($Ra_{0,32}$ мкм және одан да артық бұдырлығымен) оларда шағылысудың болуынан қарау және жарамсыз деп тану қиын, әсіресе тік қыздыру лампаларымен жарық түсіргенде. Тегістелген беттерді тексеру бақылауды таралған жарықта немесе жылтырлықты өте жұқа бояу қабатымен, мысалы НЦ-25 нитроэмалімен алып тастағаннан кейін жүргізген абзал.

Егер, тексерілетін дәнекерлеу қосылысының бетінде шұғыл өтпелер (мысалы, тіліктер) немесе микротегіссіздіктер болса, онда ферромагниттік ұнтақ ақаулардың үстінде емес, мұндай өтпелер мен тереңдіктерден тұратын учаскелерде жинақталатын болады. Тиісінше, бұл жағдайда, ішкі ақаулардың бар екендігі туралы нақты айту қиын болады.

Магниттеу тәсілдері. Магниттік тексеру не бетіне салынған магниттік өріспен, немесе қалдық магнителушілікте жүргізілетін болады. Бірінші тәсілді 10 мкм артық тереңдікте орналасқан бет асты ақауларын табу үшін, сонымен қатар дәнекерлеу қосылысы магниттік жұмсақ материалдан жасалғанда (мысалы, болаттан) немесе күрделі пішінге ие болғанда және дефектоскоптың қуаттылығы, оның үлкен көлемдері салдарынан бүкіл бұл қосылысты магниттеуге мүмкіндік бермейтін жағдайларда қолданылады.

Бұл ретте берілген магниттік өрістегі тексеру, қалдық магниттелу барысындағы тексеруге қарағанда, әрқашан неғұрлым жоғары сезімталдыққа ие бола бермейді.

Егер, тексеруді қалдық магниттелгендік жағдайында жүзеге асырса, онда қосылысты алдын-ала магниттейді, ал магниттік өрісті алғаннан кейін оны бетіне ферромагниттік суспензияны немесе ұнтақты жағады. Мұндай тексеру тек айтарлықтай үлкен қалдық магниттелуде ғана мүмкін болғандықтан, оны коэрцитивтік күші $H_c > 800$ А/м болатын магниттік қатты материалдардан жасалынған қосылыстарды тексеру үшін пайдаланады. $H_c > 800$ А/м бар материалдан жасалынған қосылысты, қалдық магниттелуде тексеруге болмайды, өйткені ақаудың үстенді әлсіз магниттік өріс түзіледі. Бұл тәсіл келесі артықшылықтарға ие: беттің жақсы жарықтандырылуы және оны құралдың көмегісіз қарап шығу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін талап етілетін кез-келген талап етілетін қалыпта қосылысты орнатуға, сонымен қатар дефектоскоп бастиектерімен жанасу және табақ бөлшектердің күйіп қалу мүмкіндіктерін төмендеуге мүмкіндік береді, өйткені қалдық магниттелу үшін тоқты қосылыстар арасында 1...2 с үзілістермен қысқа мерзімді қосылыс бойынша (0,1...0,5 с) өткізіледі.

Магниттік тексеру іс жүзінде дәнекерлеу қосылыстарын магниттеудің келесі тәсілдерін пайдаланады:

комбинацияланған, циркулярлы және полюстік. Комбинацияланған магниттеу тек магниттік өріске салынған, ал циркулярлы және полюстік магниттеу – магниттік өріске салынған, сонымен бірге қалдық магниттелуде де жүргізілетін болады.

Комбинацияланған магниттеуде бір мезетте екі (немесе бірнеше) магниттік өрістерді пайдаланады. Мысалы, құбырды магниттеуді соленоидты пайдалана және бұл құбырдың ішінен өтетін өткізгіш арқылы тоқты өткізе отырып жүзеге асырады. Екі магниттелген өріс, қорытқы магниттік өрістің күштік сызықтары спираль түрінде болатындай етіп жинақталады. Қорытқы өріс әртүрлі бұрыштармен объектінің барлық бөліктері арқылы өтеді, бұл әртүрлі бағыттардағы бағдарланған ақауларды анықтау мүмкіндігін арттырады.

Циркулярлы магниттеуді бойлық ақауларды (сызаттарды, шала пісірілімдерді немесе созылған шлак қосылыстрын) табу үшін қолданады. Мұндай магниттеу тоқты тексерілетін бөлшек бойынша немесе бұл бөлшектегі орналасқан өткізгіш арқылы орынадалатын болады. Циркулярлы магниттеу цилиндрлік бөлшектерді тексеру барысында неғұрлым тиімді.

Пластинаны циркулярлы магниттеу үшін қажетті A , ток күшін келесі формула бойынша анықтайды

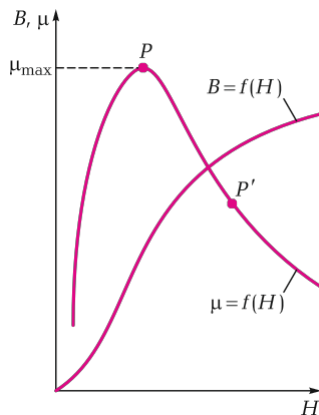
$$I_n = 2(b + S)/H,$$

бұл жерде b және S – тиісінше пластинаның ені және қалыңдығы.

Полюстік магниттеуді бойлық, көлденең және қалыпты деп бөледі. Бойлық магниттелуде магниттеуші өрістің бағыты дәнекерлеу жігі өзегімен сәйкес келеді. Электромагниттердің, тұрақты магниттердің және соленоидтардың көмегімен жүзеге асырылатын бойлық магниттеуді, жіктің бойлық өзегіне 20° кем емес бұрышпен орналасқан көлденең ақауларды анықтау үшін пайдаланады. Көлденең магниттеуде магниттік өрістің кернеулігінің векторы бағыты, жіктің бойлық өзегіне перпендикулярлы. Қалыпты магниттеу бойлық және көлденең магниттеудің жеке жағдайы болып табылады.

Бойлық қалдық магниттелу жағдайында жүзеге асырылатын тексерудің магниттік әдісінің сезімталдығы, магниттеуші өрісті алып тастау жылдамдығына айтарлықтай тәуелді. Өрістің кернеулігін жалдым төмендеткенде, ақаулар сенімді табылады, ал сондай бастапқы кернеуліктегі өрісті баяу әлсіреткенде, ақаулар анықталмайды немесе әлсіз анықталатын болады, яғни ток күшін максималды мәннен нөлге дейін төмендету ұзақтығы 5 мкс аспауы қажет.

3.34 –ші сурет. B магниттік индукциясының және μ салыстырмалы магниттік өткізгіштіктің ферромагниттік материалға арналған H магниттік өрістің кернеулігіне тәуелділігі: P, P' – металдың бастапқы магниттелуіне және ақауды ең жақсы табу аумағына сәйкес нүктелер



Аппаратура және материалдар. Тексерудің магниттік ұнтақтық әдісін жүзеге асыруға арналған дефектоскоптар тоқ көзінен, бөлшекке тоқты жеткізуге арналған құрылғыдан, полюстік магниттеу блогынан (соленоидтар, электромагниттер), тексерілетін дәнекерлеу қосылысына ұнтақты немесе суспензияны жағуға арналған құрылғыдан және тоқ өлшеуіштен (өрістің кернеулігін өлшеуіштен) тұрады. Дефектоскоптарда көбіне бөлшек бойынша ауыспалы тоқты (немесе өзек арқылы) және тұрақты токпен бойлық магниттеуді өткізе отырып, магниттеудің циркулярлы тәсілін жиі қолданады. Магниттік ұнтақтық тексеру үшін әдетте үш түрлі де-фектоскоптарды қолданады: стационарлық әмбебап және мамандандырылған – жылжымалы жәнетасымалданатын.

Стационарлық әмбебап дефектоскоптар әртүрлі типті бөлшектердің ірі сериялық өндірісінде кеңінен пайдаланылады. Олардың көмегімен өнімділігі сағатына оннан жүздеген данаға дейінгі әртүрлі конфигурациядағы бөлшектерді тексеруге болады (немесе бөлшектер партияларын).

Стационарлық әмбебап дефектоскоптарда барлық белгілі тәсілдермен магниттеуді жүзеге асыруға болады (бойлық, циркулярлы, комбинацияланған).

Оны магниттеу үшін цилиндрлік пішін бөлшегі бойынша өткізілетін A тоқ күшін, келесі формула бойынша есептейді:

$$I_H = \pi DH,$$

бұл жерде, D — бөлшек диаметрі, см; H – магнит өрісі кернеулігі, А/см.

H мәнін таңдаған жағдайда, келесіні ескеру қажет: егер, бастапқы магниттелудің P' нүктесі (3.34-ші сурет) максималды салыстырмалы магниттік өткізгіштігі P нүктесінен оң жақта орналған болса, ақаудың болуы салдарынан металдың көлденең қимасының аумағының кемуі магниттік индукцияның ұлғаюына алып келеді, сонымен қатар магниттік өткізгіштіктің артуына, және оның салдарынан таралу ағынының төмендеуіне алып келуі мүмкін. Нәтижесінде ақау анықталмай қалуы мүмкін.

Ақауларды табуға арналған ең таңдаулы шарттар $\mu = f(H)$ (P' нүктесі) қисық сызығының құлауы аумағында жасалынады. H өрістерінің үлкен кернеуліліктерінде, ақаулармен қоршаған орта үстіндегі таралу ағындарының айырмашылығы, ақаулардың анықталуын қиындатады. Конструкциялық болаттардан алынған дәнекерлеу қосылыстарындағы беттік ақаулардың көбін табу мүмкіндігі үшін, егер егер тексеру қалдық магниттелу жағдайында жүзеге асырылатын болған жағдайда, қосылыс бетіндегі магниттік өрістің оңтайлы кернеулігі жағдайында болады, ол 80... 160 А/см құрауы қажет.

Стационарлық дефектоскоптардың бірнеше модельдері табысты қолданылады: УМДЭ-2500, ХМД-10П, МД-5 және басқа да әртүрлі көлемдердегі бөлшектерді тексеруге арналған магниттеу тоқтары және қуаттылықтар түрлері бойынша ерекшеленетін түрлері.

Мамандандырылған жылжымалы және тасымалданатын дефектоскоптардың ішінен ПМД-70 және МД-50П модельдері сериялы шығарылады. ПМД-70 тасымалданатын магниттік дефектоскопы дала жағдайларында дәнекерлеу жіктерін тексеру үшін пайдаланылады. Онда магниттеудің полюстік бойлық және циркулярлы тәсілдері жүзеге асырылған. Жылжымалы дефектоскоп бөліктері бойынша орындалатын ірі габаритті маассивті конструкцияларды тексеруге арналған.

Ферромагниттік ұнтақтарды дайындауға арналған материал ретінде негізінен ұсақ түйіршікті темір оксидін (бөлшектерінің көлемдер 5...20 мкм), ал кейде – шыңдау және прокат барысында алынатын таза темір қақты, сонымен қатар болат бұйымдарды тегістеу барысында түзілетін болат жаңқаларды пайдаланады. Конструкциялардың ақауларын жақсы анықтау үшін, оларды арнаулы технология бойынша күйдіру немесе күңгірт ұнтақтарды бояуарқылы алынатын, түсті ферромагнитті ұнтақтарды (кызыл, күміс түстес және т.б.) қолданады.

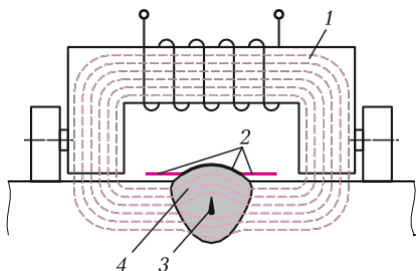
Магниттік суспензияларды дайындау үшін көбіне 1 л 50...60 г ферромагниттік ұнтақ сәйкес келетін, майлы-керосинді қоспалар (май мен керосиннің 1:1 арақатынасымен) жиі пайдаланылады. Су суспензиялар да пайдаланылулары мүмкін, мысалы, 1 л суға 5..6 г сабын, 1 г сұйық әйнек және 25...30 г магниттік ұнтақ сәйкес келетін сабынды-сулы суспензиялар.

3.4.3. Магнитографиялық әдіс

Тексерудің магнитографиялық әдісінің мәні, магниттік өрісті магниттік пленкаға бір мезетте жаза отырып (3.35-ші сурет) және одан әрі алынған ақпаратты дефектоскоптардың арнаулы құрылғыларының көмегімен оқи отырып дәнекерлеу жігінің және жік маңы аймағының тексерілетін учаскесін магниттеуде болып табылады.

Бақылау әдістемесі. Магнитографиялық тексеру келесі операциялардан тұрады (МемСТ 25225 – 82):

- тексерілетін дәнекерлеу қосылысының бетін қарау және дайындау. Бұл ретте, жіктердің беттерінен шлақтың қалдықтары, балқытылған метал шашырандылары, ластанулар және т.б. кетірілуі керек;



3.35 -ші сурет.

Магнитографиялық тексеру
сызбасы:

- 1 - магниттеуші құрылғы;
- 2 - магнит пленкасы; 3 - ақау;
- 4 – дәнекерлеу жігі

- кесіктің жігіне алдын-ала магнитсіздендірілген магниттік пленканы салу. Пленканы дәнекерлеу қосылысы жігіне басу арнайы эластикалық «жастықшамен» жүзеге асырылады. Құбарлардың, ыдыстардың және басқа да дәнекерлеу конструкцияларының сақиналық жіктерін тексеру барысында магниттік пленканы эластикалық резеңке белдікпен жіктің бетіне басады (бүкіл периметрі бойынша);
- магниттеуші құрылғы типіне, дәнекерлеу жігі қалыңдығына және оның магниттік қасиеттеріне сәйкес, оңтайлы тәртіптер жағдайларында тексерілетін қосылыстарды магниттеу;
- тексеру нәтижелерінің шифрларын ашу (магниттік пленканы дефектоскоптың оқу құрылғысына орнату және оның экранындағы сигналдар бойынша ақауларды анықтау).

Магнитографиялық әдіс негізінен балку арқылы дәнекерлеумен (негізінен, магистралды құбырлар жіктерінде) орындалған түйіспе жіктерді тексеру үшін қолданылады. Бұл әдістің көмегімен қалыңдығы 25 мм дейінгі дәнекерлеу тораптары мен конструкцияларын тексеруге болады.

Әдістің сезімталдығы. Магнитографиялық тексеру әдісінің W салыстырмалы сезімталдығы, табылатын ақаудың минималды тік көлемінің (тереңдіктің) AS тексерілетін қосылыстың негізгі металының қалыңдығына қатынасы ретінде анықталады және пайыздармен көрсетіледі.

Аталмыш әдістің сезімталдығы дәнекерлеу жіктері ақауларының көлемдеріне, пішініне, тереңдігіне және бағдарлануына, олардың беттерінің геометриялық параметрлеріне, дефектоскоптың оқушы бастиегінің техникалық сипаттамаларына және магниттік пленканың типіне тәуелді. Магнитография арқылы жазықтық ақаулары неғұрлым сенімді анықталады (сызаттар, шала пісірілімдер және балқымаулар), сонымен қатар енгізінен магниттік ағын бағытына перпендикулярлы бағдарланған, шлак қосылыстары тізбектері түріндегі бойлық ақаулар неғұрлым сенімді анықталады. Дөңгелек ақаулар айтарлықтай нашар анықталады (куыстар және жекелеген шлак қосылыстары).

Магнитографиялық әдіспен, олардың тік көлемдері дәнекерлеу жігі қалыңдығының 8... 10% құрағанда ішкі жазықтық ақаулары сенімді анықталатыны анықталған. Тексерудің ақаулардың көрсетілген түрлеріне қатысты максималды сезімталдығы 5% дейін жетеді. Дөңгелек ішкі ақаулар, оларды биіктіктері бойынша көлемдері, металдың қалыңдығының 20 % кем емес көлемін құрағанда табылады.

Магнитографиялық әдістің беткі ақауларға сезімталдығы шамамен сондай немесе магниттік ұнтақтық әдіске қарағанда біршама төменірек болады. Бұл ретте, ақаудың магниттік пленка орналастырылатын дәнекерлеу қосылысының бетінде қаншалықты терең орналасса, оның анықталуы да соншалықты нашар болады. Заманауи аппаратура жату тереңдігі 25 мм дейінгі, метал қалыңдығының 10...15% құрайтын тік көлемді ақауларды табуға мүмкіндік береді.

Магнитографиялық әдістің сезімталдығына дәнекерлеу жігінің биіктігі мен пішіні, сонымен қатар оның бетінің қалпы айтарлықтай ықпал етеді. Дәнекерлеу ақауларын жақсы анықталулары үшін, жіктің дөңестігі негізгі металдың қалыңдығының 25% аспайтындай етіп, ал балқыған металдан жазықтыққа өту біркелкі болатындай етіп орындаған жөн. Сонымен бірге, жік бетіндегі тегіссіздіктердің биіктіктері, оның дөңестігінің 30% құрайтын және де 1 мм аспағандай етіп орындалуы қажет. Беттері бұдырлы жіктерді тексеру барысында, оларды тазалап алу қажет. Аталмыш әдіспен түйістірілетін бөлшектерінің жиектерінің жылжуы бар дәнекерлеу жіктерін тексеруге болмайды, бұл әдіс автоматты дәнекерлеумен орындалған дәнекерлеу жіктерін тексеру барысында ең таңдаулы нәтижелерді қамтамасыз етеді. Әдістің сезімталдығын магниттік таспалардың сезімталдықтарын арттыру және магниттік пленкадан тексеру нәтижелерін оқу аппаратурасын дұрыстандау есебінен арттыруға болады.

Магниттеу сызбалары. Дәнекерлеу тораптары мен конструкцияларын магнитографиялық тексеру барысында, арнаулы электромагниттердің көмегімен магниттейді, сирек циркулярлық магниттеуді қолданады. Ішкі ақауларды табу үшін магниттеуді тұрақты токпен жүргізеді, ал беттік және бет асты ақауларын анықтау үшін – ауыспалы тоқты пайдаланады.

Аппаратура және материалдар. Тексеру нәтижелерін магниттік пленкадан оқуды магнитографиялық дефектоскоптармен жүзеге асырады. Дефектоскопта бірнеше магниттік бастиектері бар барабанды айналысқа келтіретін электр қозғалтқышы болады. Бастиектерден шыққан электр сигналдары күшейткішке түседі, ал сосын ЭСҚ берілетін болады.

Өнеркәсіпте индикацияның екі түрі бар дефектоскоптар шығарылады: импульстық және бейнеиндикациялы. Импульстық индикацияда ЭСҚ экранында, амплитудалары тік бағыттағы ақаулар көлемдерін анықт айтын импульст ар пайда болады, ал бейнеиндикацияда ақаулардан шығатын таралу өрістерінің магниттік рельефі, жіктің жекелеген учаскелерінің магнитограммаларының теледидарлық бейнелері түрінде ЭСҚ экранына беріледі.

Дефектоскоп жиынтығына П-тәрізді магниттік жұмсақ жүрекшеден (магнит өткізгіш) және орауыштан тұратын магниттеу құрылғысы кіреді. Магниттеуші құрылғыны оның жігінің бойымен жылжуын қамтамасызету үшін, оны төрт магниттік емес роликке сүйенетін ұзартылған полюстары бар етіп орындайды. Тірек роликтері тексеріліп отырған дәнекерлеу қосылысы беті және магниттеуші құрылғы полюстары арасында, электромагнитке жік бойымен еркін қозғалуға мүмкіндік беретін тұрақты ауа саңылауын жасайды (2...3 мм).

Диаметрі 150.1 200 мм болатын құбырлардың дәнекерлеу түйіспелерін және 16 мм дейінгі қалыңдықтағы жалпақ дәнекерлеу қосылыстарын магниттеуге арналған жылжымалы магниттеуші құрылғылардың (ПНУ-М1, ПНУ-М2, УНУ) бірнеше типті үлгісізбалары шығарылады.

Үлкен диаметрлі (1 420 мм дейін) құбырлардың дәнекерлеу жіктерін және 20 мм дейінгі қалыңдықтағы жалпақ конструкцияларды магнитографиялық тексеру үшін қадамдық магниттеуші құрылғылары қолданылады (МНУ-1). 57... 150 мм диаметрлі құбырлардың сақиналық жіктерін магниттеуді НВУ-1 жылжымайтын магниттеу құрылғысымен жүзеге асыратын болады.

Барлық көрсетілген магниттеуші құрылғылар тұрақты тоқпен жұмыс істейді. Зауыттық жағдайларда қуат көздері түзеткіштер болуы мүмкін, ал далалық жағдайларда – СПГ1-1 немесе СПА-1 тасылдамалы автономдық станциясы жиі пайдаланылады.

Магнитографиялық тексеру барысында магниттік өрістерді жазу үшін, оған ұсақ ферромагнит материалының бөлшектерін жабыстыру арқылы дайындалатын, триацетаттық немесе лавсан негізіндегі магниттік пленканы қолданады. Қазіргі таңда ені 35 мм болатын МК- 1 (триацетаттық негізде) және МК-2 (лавсан негізінде) пленкаларын сериялық түрде шығарады. МК-2 пленкасы, МК-1 пленкасына қарағанда жақсы физикалық-механикалық қасиеттерге ие және -70 - тен +70 °С-қа дейінгі қоршаған орта температураларында пайдаланыла алады, ал МК-1 пленкасы -30 °С-тан төмен температураларда өзінің эластикалығын жоғалтады.

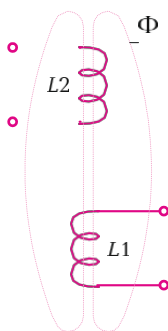
Құйын тоқты дефектоскопия әдісінің физикалық негіздерін төмендегідей түсіндіруге болады. Егер, тоқты өткізу үшін $L1$ және $L2$ екі индуктивтілік орауыштарын (мысалы, жүрекшелерсіз трансформаторлар) және $L1$ орамын (3.36-шы сурет) бір қатарға орналастыратын болсақ, онда ондағы тоқ күші өзгерген жағдайда немесе орауыштарының $L2$ орауыштарындағы өзара орналасуларына электр қозғалтқыш күш берілетін болады.

Құйын тоқты дефектоскопия жағдайында, индуктивтіліктің бір орауышының функциясын, орауыш тарапынан металдың беткі қабатынан шығатын, 2 құйын тоқтар (3.37-ші сурет) келтірілетін 1 металдан жасалынған пластинасы орындайды. Металдағы құйын тоқтарының тығыздығы мен бөлінуі, оның геометриялық және электрофизикалық параметрлеріне тәуелді.

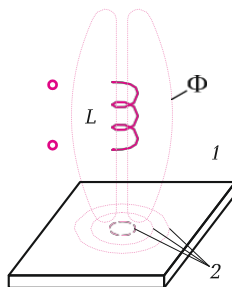
Егер, 3.37-ші суретте бейнеленген сызбада, метал пластинасын ақаулардан тұратын дәнекерлеу қосылысымен алмастырса, онда бетік қабаттың кедергісі ұлғаяды, бұл орауыш-тетікпен тіркелетін құйын тоқтардың әлсіреуіне алып келеді.

Бақылау әдістемесі. Құйын тоқты дефектоскопия әдісімен тексеру үдерісі (3.38-ші сурет) келесі негізгі операцияларды орындаудан тұрады:

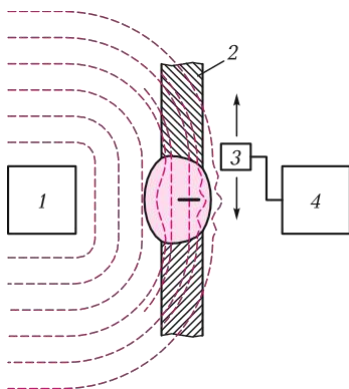
■ дәнекерлеу қосылысын сырттан қарау және тексеруді жүргізуге кедергі келтіретін сыртқы ақауларды жою;



3.36 -шы сурет. $L1$ және $L2$ өзара байланысты индуктивтілік орауыштарынан тұратын сызба: Φ – магниттік ағын



3.37 -ші сурет. Метал пластинасындағы құйын тоқтардың түзілуі сызбасы:
1 – металлпластина; 2 – құйын тоқтар;
 L — индуктивтілік орауышы; Φ – магниттік ағын



3.38 -ші сурет. Дәнекерлеу қосылысын құйын тоқты дефектоскопия әдісімен тексеру сызбасы (нұсқармен тетіктің жылжуы бағыттары көрсетілген):
1 – өріс ұсынушы жүйе; 2 – дәнекерлеу қосылысы;
3 – тетік; 4 – тіркеуші аспап

- өріс ұсынушы жүйені 1 тексерілетін дәнекерлеу қосылысына 2 орнату және тоқты қозу орауышы арқылы өткізу;
- дәнекерлеу қосылысының бетін тетікпен 3 сканерлеу және сигналды аспаппен 4 тіркеу;
- тексеру нәтижелерінің шифрларын ашу және қосылыс сапасын бағалау.

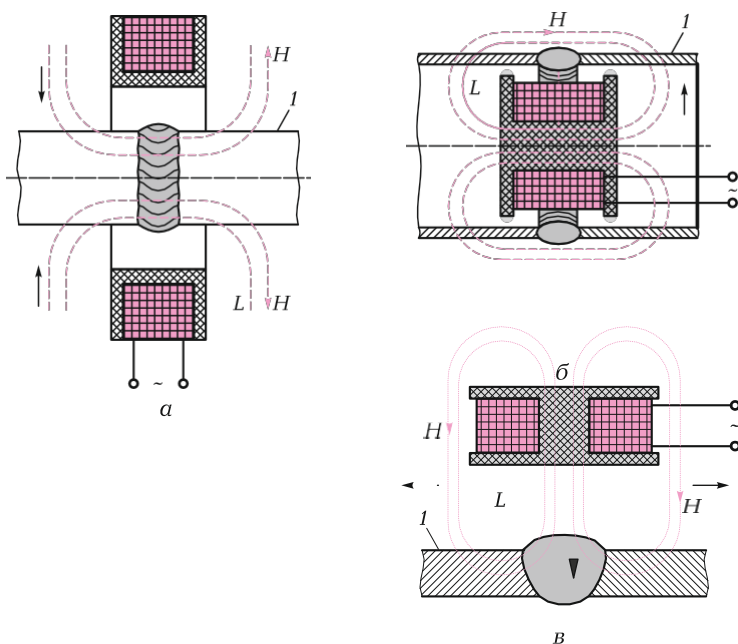
Құйын тоқты дефектоскопия алюминий қоспаларын нүктелік дәнекерлеуді тексеру үшін пайдаланылады. Құймалы ядро болған жағдайда, оның аймағындағы Д16 және АМг маркалы қоспалардың электр өткізгіштіктері, негізгі металдың электр өткізгіштігімен салыстырғанда 10... 15% төмендейді. В95, АМг6 және басқа да қоспалардың электр өткізгіштіктері 15..30 % кемүі мүмкін. Жабысып қалу немесе шала пісірілім типті ақаулар болған жағдайда, құймалы ядросының және негізгі металдың электр өткізгіштігі шамамен бірдей болады.

Құйын тоқты дефектоскопия әдісі дәнекерлеу жіктерін тексеруде қазір кеңінен қолданысқа ие болған жоқ, өйткені жіктің және жік маңы аймағының жекелеген аймақтарының электр өткізгіштігі айтарлықтай өзгереді, бұл дәнекерлеу ақауларын анықтау барысында үлкен кедергілер жасайды.

Әдістің сезімталдығы. Құйын тоқты дефектоскопия әдісінің сезімталдығына тетік пен тексерілетін объектінің бетінің арасындағы саңылау, сонымен қатар олардың өзара орналасулары, пішіндері және көлемдері айтарлықтай ықпал көрсетеді. Саңылау ұлғайған сайын әдістің сезімталдығы шұғыл төмендейді. Рұқсат етілетін максималды саңылау 2 мм құрайды. Дәнекерлеу қосылысының құрылымдық әртектілігі де аталмыш әдістің сезімталдығын айтарлықтай төмендетеді. Бұл әдіс биіктігі 0,1...0,2 мм және ұзындығы 1 мм артық, 1 мм дейінгі тереңдікте орналасқан беттік және бет асты сызаттарын табуға мүмкіндік береді.

Құйын тоқты дефектоскопия гальваникалық, лак-бояулы және жылу оқшаулауыш жабындылардың, құбырлар қабырғаларының, бос денелі бөлшектердің және жұқа табақтық конструкциялардың оларға бір жақты қол жеткізу болғандағы қалыңдықтарын, сонымен қатар шыбықтардың және сымдардың диаметрлерін өлшеу үшін пайдаланылулары мүмкін. Бірақ, бірқатар жағдайларда бұл әдісті іс жүзінде қолдану қосылыс материалдарының қасиеттерінің әртектіліктерімен және бөлшектер көлемлерінің шектердегі белгіленген рұқсаттардан ауытқуларымен қиындайтын болады.

Өріс ұсынушы жүйелер жіктелімі. Өріс ұсынушы жүйелер немесе құйын тоқты түрлендіргіштер (ҚТТ) бойында тоғы бар орауыш тексерілетін дәнекерлеу қосылысын қамтитын – сыртқы өтпелі (3.39, а суреті), орауышты қосылысқа енгізетін – ішкі өтпелі (3.39, б суреті), және орауышты бүйіржақпен қосылысқа орнататын жабыстырмалы деп бөлінеді.



3.39-шы сурет. Электромагниттік тексерудің өріс ұсынушы жүйелерінің сыртқы өтпелі (а), ішкі өтпелі (б) және жабыстырмалы (в) сызбалары (нұсқалармен электромагниттік толқындар бағыттары көрсетілген):

I – дәнекерлеу қосылысы; L – индуктивтілік орауышы; H – магнит өрісінің кернеулік векторы

Бірінші екі типтің ҚТТ өріс ұсынушы жүйеден берілетін электромагниттік толқын тексерілетін қосылыс бағытында, ал үшінші типті ҚТТ – оның беті бойымен таралатын болады.

Өлшеу орауыштары (тетіктері) өріс ұсынушылардан (генераторлық) бөлек жасалынады және дәнекерлеу қосылысының бетіне жақын орналастырылады.

Сыртқы өтпелі ҚТТ ұсақ бөлшектер мен сызықтық-бойлық объектілерді тексеру үшін пайдаланады.

Ішкі өтпелі ҚТТ көмегімен құбырлардың ішкі беттерін және әртүрлі бөлшектердегі саңылауларды тексереді.

Жабыстырмалы ҚТТ негізінен жалпақ бетті объектілердің және күрделі пішіндегі объектілердің сапасын тексеру үшін, сонымен атар тексеру аймағын кішірейту және жоғары сезімталдықты қамтамасыз ету талап етілген жағдайларда қолданады. Жабыстырмалы түрлендіргіштер ферромагниттік жүрекшемен немесе онсыз жасалынады. Мұндай жүрекше (әдетте ферриттік) түрлендіргіштің абсолюттік сезімталдығын арттырады және тексеру аймағын магниттік ағынды оқшауландыруесебінен кішірейтеді.

Өтпелі түрлендіргішті дефектоскоптар. Сапаны автоматтандырылған жоғары жылдамдықты жанасусыз тексеру үшін, ұзыншақ объектілердің үлгілік көлемдерінің кең ауқымын (көлденең көлемдері 0,15...135 мм дейінгі құбырлар, шыбықтар, сымдар) және ұсақ бөлшектерді (мойынтіректердің кішкентай шарларын және роликтерін, метиздерді және т.б.) тексеруге мүмкіндік беретін өтпелі түрлендіргіштері бар дефектоскоптарды пайдалану тиімді. Сонымен бірге, тексеруің өнімділігі 50 м/с (сымдар үшін) немесе сағатына бірнеше мың ұсақ бөлшектерге дейін жетуі мүмкін. Құбырлар мен шыбықтарды тексеру өнімділігі құрылғының тасымалдау және ақауларды іріктеулерінің инерциялылығынан және 3 м/с сирек асады.

Дефектоскоптың негізгі параметрі – сезімталдылық шегі – сигнал/кедергі қатынасы екіге тең болатын, ұсынылған үлгідегі ақаудың минималды көлемдерімен анықталады. Сезімталдық шегі әдетте әртүрлі үлгідегі жасанды ақаулары бар калибрленген үлгінің көмегімен орнатылады, мысалы, құбырлардағы және шыбықтардағы әртүрлі диаметрлер мен тереңдіктегі саңылаулар, сымдардағы бойлық сызықиздер және т.б. түрінде. Дефектоскоптың шынайы сезімталдық шегі объектінің параметрлерінің вариациясымен (мысалы, беттің бұдырлығынан) байланысты кедергілер деңгейіне тәуелді. Өтпелі түрлендіргішті дефектоскоптың сезімталдығы шегі, объектінің көлденең көлемінен (диаметрінен) пайыздармен көрсетілген тар ұзын бойлық ақаудың тереңдігімен анықталады.

Дефектоскоптар бір-бірлерінен негізінен конструкцияларымен ерекшеленеді: сұрыптау блоктарының болуымен немесе жоқтығымен, ақпаратты ұсынумен және тіркеумен, ақаулы учаскелерді таңбалаумен, үстеме магниттеумен және т.б.. Қазіргі уақытта ИПП-1М, ТНМ- 1М, ИДП-1, АСК-12, ЭЗТМ, ДКВ-2, ВД-20П жән -30П модельді отандық дефектоскоптар кеңінен пайдаланылады.

И П П - 1 М д е ф е к т о с к о п ы а ғ ы н д ы ө н д і р і с ж а ғ д а й д а ферромагниттік және ферромагниттік емес металдар мен қоспалардан жасалынған, 4...47 мм диаметрлі профильді дөңгелек және алты қырлы шыбықтардағы беттік ақауларды анықтауға арналған. Ол үшін шектік ақаудың жату тереңдігі диаметрдің 1..2%, бірақ 0,1 мм кем емес, ал ұзындығы – 2 мм кем болмауы қажет.

ИДП-1 дефектоскопы ферромагниттік және ферромагниттік емес металдар мен қоспалардан жасалынған 1.5 мм диаметрлі шыбықтардағы беттік ақауларды анықтауға арналған: сызаттар, талшықтар, қалқандар және т.б. Ол үшін шектік ақаудың жату тереңдігі 0,05 мм құрайды.

Диаметрі 60 мм дейінгі ферромагниттік дәнекерлеу құбырлары сапасын ЭЗТМ дефектоскопының көмегімен тексереді. Үш орамды трансформаторлы жүйе түріндегі жасалынған өтпелі түрлендіргіш, тіпті қақтар мен майлар болған жағдайда да мұндай дефектоскоптың сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Оның көмегімен дәнекерлеу жігіндегі шала пісірілімдерді анықтайды және оны қолдану гидросынақтарды жокқа шығарады.

Үлгілік көлемдерінің және материалдары түрлерінің ауқымды ди а п а з о н д а р ы б а р д е н е к е р л е у к о н с т р у к ц и я л а р ы н ы ң сапасынтексеру үшін ВД-30Пәмбеап дефектоскобы әзірленген.

Аталмыш типтің шетелдік модельдері ішінен Ферстер Институтында (Германия) әзірленген дефектоскоптар неғұрлым тиімді. Біздің елімізде оларды негізінен ферромагниттік, сонымен қатар ферромагниттік емес материалдардан жасалынған құбырларды, шыбықтарды және сымдарды тексеру үшін пайдаланады.

Жабыспалы түрлендіргіштері бар дефектоскоптар. Дөңгелек қималары бар сызықтық-бойлық объектілерді (шыбықтар, құбырлар) тексеру үшін, объектінің бойымен айналатын жабыспалы түрлендіргіштері бар сканерлеуші дефектоскоптарды қолданады: ВД-40Н, -41Н және -43Н. Бұл дефектоскоптар ферромагниттік және әлсіз магниттік болаттардан, сонымен қатар түсті металдар мен қоспалардан жасалынған дәнекерлеу қосылыстарындағы беттік ақаулардытабуға арналған.

Жалпақ дәнекерлеу қосылыстарын және беттерінің шағын қиғаштықтары бар қосылыстарды тексеру үшін, объектінің бетіне параллельді жазықтықта айналатын түрлендіргіштері бар тасымалдамалы шағын габаритті бірқатар дефектоскоптар әзірленген. ЭДМ-65 дефектоскопы алюминий қоспаларынан жасалынған тазартылған дәнекерлеу жіктеріндегі беттік ақауларды анықтау үшін пайдаланылады.

Салыстырмалы үлкен диаметрлі бастиектері бар сканерлеуші дефектоскоптарды, күрделі конфигурациялы дәнекерлеу қосылыстарын тексеру үшін қолдану қиын. Бұл жағдайларда, әдетте статикалық тәртіпте жұмыс істейтін, шағын диаметрлі түрдендіріштері барт асымалданатын және шағын габаритті дефектоскоптар пайдаланылады.

ДНМ және ВД- 20НСТ сериялы дефектоскоптары неғұрлым кеңінен таралған. ДНМ (ДНМ-15, -500, -2000) сериялы дефектоскоптары алюминий және ыстыққа төзімді қоспалардан жасалған дәнекерлеу қосылыстарының беттері сапасын тексеруге арналған, ал ВД-20НСТ ферромагниттік және ферромагниттік емес материалдардағы беттік ақауларды табуға мүмкіндік береді. Ұсақ бөлшектерді тексеру үшін (негізінен, мойынтіректер бөлшектерін) салалық міндеттегі СК-27-МДШ5, -31, -39, МДР-1, -2 және -3 дефектоскоптары әзірленген.

Аталмыш типтің шетелдік модельдері ішінен Ферстер Институтында әзірленген «Циркограф» және «Дефектометр» серияларының әртүрлі дефектоскоптары модификациялары кеңінен таралған. Айналымды жабыспалы түрлендіргіші бар «Циркограф» сериялы дефектоскоптары, 2...120 мм диаметрлі объектілердің сапасын тексеруге мүмкіндік беретін алмастырмалы сканерлеуші бастиектермен жабдықталған. Күрделі үлгідегі айналу беттеріне ие қысқа бөлшектер мен тораптарды тексеру үшін, оларға арнаулы ұстағыштарға бекітілген жүзбелі түрлендіргіштері бар тарақша қосылатын болады. Құбырлардың ішкі беттерін тексеруге арналған «Циркограф» сериялы дефектоскоптары, стационарлық немесе тасымаланатын (қол бұрғысы ретінде) құрылғыға орнатуға болатын, айналымды ішкі түрлендіргіштерге ие.

КАПИЛЛЯРЛЫҚ ДЕФЕКТОСКОПИЯ

3.6.1. Капиллярлық дефектоскопияның физикалық негіздері

Тексерудің капиллярлық әдістері дәнекерлеу қосылыстарының беткі қабаттарындағы бұзылуларды табуға арналған. Көптеген жағдайларда, техникалық талаптарға сәйкес, визуалды қарау барысында байқау мүмкін емес болатын, дәнекерлеу қосылыстары кіп-кішкентай ақауларын анықтау қажет болады.

Мысалы, үлкейткіш әйнек немесе микроскоп тәрізді оптикалық аспаптарды қолдану, үлкен ұлғайту жағдайында қамтамасыз етілетін көрудің шағын аумағы және олардың бейнелерінің метал фонындағы жеткіліксіз контрасттылығы салдарынан беттік ақауларды табуға мүмкіндік бермейді.

Капиллярлық дефектоскопия әдістері тексерілетін объектінің беті фонындағы ақауларда түзілетін, индикаторлық суреттің контрасттылығы есебінен бетке шығатын сызаттар, тесіктер, микроқуыстар және басқа да ақаулар тәрізділерде анықтауға мүмкіндік береді.

Ақау бейнесі мен фонның оптикалық тығыздығы арақатынасын екі тәсілмен өзгертуге болады. Контрасттылықты арттырудың бірінші тәсілі, тексерілетін дәнекерлеу қосылысы бетін, оны одан әрі қышқылдар ерітінділерінде өңдеу арқылы тегістеуде болып табылады. Мұндай өңдеу барысында ақау коррозилар өнімдерімен бітеледі, қараялы және тегістелген материалдың ақ фонында байқалатын болады. Бұл тәсілдің бірқатар шектеулері бар. Оның ішінде, өндірістік жағдайларда дәнекерлеу қосылысының және әсіресе жіктің бетін тегістей тиімсіз. Сонымен бірге, аталмыш тәсіл дәл тегістелген бөлшектерді және металдық емес материалдарды тексергенде қолданылмайды. Өңдеу, егер ақаулардың болуы туралы күдік болған жағдайда метал бетінің оқшауланған учаскелерін тексергенде ғана тиімді.

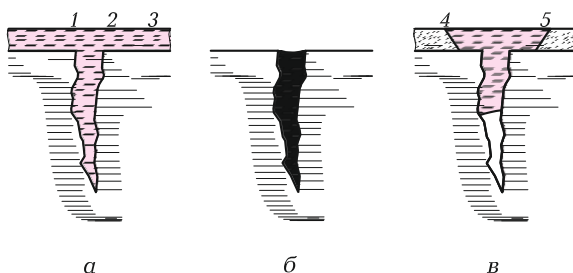
Бейненің контрасттылығын арттырудың екінші тәсілі, оларды беті тарапынан арнайы жарық және түсті контрастты индикаторлық енгіш сұйықтықтар – пенетранттармен толтыра отырып ақаулардың жарық шағылыстыруын өзгертуге негізделген. Егер, пенетранттың құрамына – ультракүлгін сәулелену ықпалымен жарық жіберуші заттар – люминофорлар кірсе, онда мұндай сұйықтықтар люминесценттік деп аталады, ал тексеру әдісі люминесценттік дефектоскопия (ЛД) деп аталады. Егер, пенетранттың негізі күндізгі жарықта көрінетін бояғыштар болса, онда бұл тексеру әдісі түсті дефектоскопия (ТД) деп аталады. ТД бояғыштар ашық-қызыл түсті пайдаланады.

Капиллярлық дефектоскопия әдістерімен жүргізілетін тексеру келесідегідей болады. Бөлшектің тексерілетін бетін шаңнан, лак- бояуыш жабындылардан, органикалық және басқа да ластанулардан тазалайды, майын алады және құрғатады. Дайындалған бетке пенетрант қабатын жағады және сұйықтық ақаудың ішіне енетініндей уақыт күтеді (3.40, а суреті). Сосын сұйықтықты беттен жояды (3.40, б суреті), бірақ мұнымен бірге оның бір бөлігі ақау бетінде қалады.

Ақауларды анықтауды арттыру үшін бөлшектің бетіне жылдам кебетін суспензиялар (мысалы, каолиннен немесе коллодийден) немесе лак жабындысы түріндегі арнайы айқындауыш жағылады (3.40, в сурет). Айқындауыш материал (әдетте, ақ түсті) пенетрантты ақау ішінен сыртқа тартады, бұл айқындауыш та ақаудың конфигурациясын толық қайталайтын, бірақ үлкен көлемдерге ие, индикаторлық іздің пайда болуына алып келеді. Мұндай іздер оптикалық құралдарды пайдалануымен жеңіл байқалады. Индикаторлық іздің көлемдерінің ұлғаюы деңгейі ақаудың орналасуы тереңдігіне, яғни ақауды толтырған пенетранттың көлеміне және айқындауыш қабатты жаққан сәттен бастап өткен уақытқа байланысты.

Капиллярлық дефектоскопия әдістерінің физикалық негізі капиллярлық белсенділік құбылысы болады – сұйықтықтың бір жағынан ашылып тұрған арналарға және ұсақ өтпелі саңылауларға тартылуға қабілеттілігі.

Сұйықтықтың капиллярлық арнаға түсуінде, оның беті тегершік түзе отырып қисаяды. Беттік тартылу күтері тегершіктің еркін шекарасын төмендетуге ұмтылатын болады және капиллярда, ылғалдандырғыш сұйықтықты соруға алып келетін, қосымша күш әрекет ете бастайды. Сұйықтық капиллярға енетін тереңдік, оның беттік тартылуының коэффициентіне тік пропорционалды және капилляр радиусына кері пропорционалды. Басқа сөздермен айтқанда, капиллярдың (ақаудың) радиусы қаншалықты аз және материалдың ылғалдануы жақсы болса, сұйықтық соншалықты жылдам және терең капиллярларға енетін болады.



3.40 - шы сурет. Айқындауыш ты қолдана отырып капиллярлық әдіспен бөлшектің бетін тексеру кезені:

а – сызат аумағы енетінсұйықтық – пенетрантпен толтырылады; б – сұйықтық бөлшектің бетінен кетіріледі; в – айқындауыш жағылады, сызат анықталады; 1 – бөлшек; 2 – сызат аумағы; 3 – енгіш сұйықтық; 4 – айқындауыш ; 5 – сызаттың индикаторлықізі

3.6.2. Капиллярлық дефектоскопия әдістемесі

Дәнекерлеу қосылысы сапасын капиллярлық әдіспен тексеру үдерісі келесі технологиялық операциялардан тұрады: объектіні тексеруге дайындау, оны дефектоскопиялық материалдармен өңдеу, ақауларды анықтау және объектіні үдеріс аяқталғаннан кейін қорытынды тазалау.

Объектіні тексеруге дайындау. Дайындық тексерілетін барлық мүмкін болатын ластануларды және лак-бояу жабындыларын жоюдан, майын алудан және құрғатудан тұрады.

Бетті тазалау үшін одан кейін жуылатын және оны жеңіл-ұшатын сұйық ерітінділермен (скипидармен, ацетонмен, бензинмен, спиртпен және т.б.) сүртілетін, механикалық өңдеудің (тегістеу, жылтырату, қыру және т.б.) әртүрлі тәсілдерінің комбинациялары қолданылады. Тазалудың таңдап алынған тәсілі ақау аумағынан, оған жаңа ластануларды енгізусіз ластануларды жоюды қамтамасыз етуі қажет.

Дәнекерлеу жіктерін және жік маңы аймақтарын абразивті шеңбермен, ал сосын әртүрлі түйіршіктіктегі егеуқұм қағазымен өңдейді. Мұндай механикалық өңдеу барлық тегіссіздіктерді кетіруге және жіктің дөңестігін жазуға мүмкіндік береді. Бірақ, тазалау барысында абразивтік және метал шаңы ақаулар аумағын толтырып тастайды, ал пластикалық деформацияланған металдың жұқа қабаты оларды жабады. Тиісінше, механикалық өңдегеннен кейін, ақаулар аумағын ашу үшін, жіктің бетін қышқыл немесе сілті ерітіндісімен өндеп шығу қажет (алюминий қоспалары үшін).

Айта кететін бір жайт, дәнекерлеу қосылысының бетін тазалау сапасына тексерудің сезімталдығы айтарлықтай тәуелді болады.

Қазіргі таңда тазалаудың дәстүрлі тәсілдерінен бөлек, дәнекерлеу қосылысы сұйық еріткіші бар ваннаға салынатын және ультрадыбыстық сәулеленудің қуатты ағынымен өңделетін болашағы зор ультрадыбыстық тазалау, сонымен қатар өңдеуші құрамы бар ваннаға салынған бөлшектер ультрадыбыспен және электр тоғымен өңделетін анодтық-ультрадыбыстық тазалау пайдаланылады

Тексерілетін беттерді тазалау тәсілдері мен қажетті тазалықтары, дәнекерлеу қосылысы сапасына қойылатын техникалық талаптармен анықталады.

Тексерілетін объектіні дефектоскопиялық материалдармен өңдеу. Дәнекерлеу қосылыстарын дефектоскопиялық материалдармен өңдеу ақаулар аумағын индикаторлық сұйықтықпен толтыруда, оның артығын жоюда және айқындаушы ты жағуда болып табылады.

Су негізіндегі пенетранттар құрамына люминофорлар немесе бояуыштар, сонымен қатар тотығу үдерісін тежегіш заттар – ингибиторлар кіреді. Мұндай пенетранттар неғұрлым технологиялық, операторлардың денсаулықтары үшін қауіпсіз және тұтанбайды, сонымен бірге қарапайым сұрту арқылы беттен жеңіл кетіріледі. Бірақ, пенетранттардың соңғы қасиеті, оның негізгі кемшілігі де болып табылады: жуу барысында ақаулар аумағынан сұйықтықтың бір бөлігі де кетіріледі, бұл тексеру сезімталдығын төмендетеді, сондықтан су негізіндегі пенетранттарды шектеулі қолданады.

Олармен жұмыс істеу барысында сақтықты талап ететін, бірақ ақауларды анықтау барысында әдістің жоғары сезімталдығын қамтамасыз ететін әртүрлі органикалық сұйықтықтар (керосин, скипидар, бензол, уайт-спирит және т.б.) негізіндегі пенетранттар кеңінен таралған.

Пенетрантты пульверизатордың немесе жұмсақ қылқаламның көмегімен жаққан тиімді, ал оны ұстау ұзақтығы ақаудың көлемдеріне қарамастан 5 минуттан аспауы қажет.

Ақауларды анықтау. Капиллярлық дефектоскопияны пайдалана отырып дәнекерлеу қосылыстары ақауларын анықтаудың бес тәсілі болады.

Ұнтақтық («құрғақ») тәсіл индикаторлық пенетрантты жұтатын, құрғақ ақ түсті сорбент (каолин, бор және т.б.) түріндегі айқындаушы ты пайдалануға негізделген.

«Ылғалды» тәсіл ұшатын еріткіште (керосинда, бензолда және т.б.), суда және олардың қоспаларында араластырылған (ұсатылған) ақ ұнтақтан дайындалған шоғырландырылған суспензия түріндегі айқындаушы ты қолданумен байланысты.

Ақауды бояудың немесе лактың қабатының көмегімен анықтаған- да, индикаторлық пенетрантты жұтатын (сіңіретін), пигменттелген немесе түссіз жылдам кебетін ерітіндіден тұратын айқындаушы пайдаланылатын болады.

Пленкалы айқындаушы индикаторлық пенетрантты жұтатын және тексерілетін беттен ақаудың индикаторлық қабатымен бірге жеңіл бөлінетін, айқындаушы қабатты түссіз немесе ақ түсті индикаторлық таспа болып табылады.

Мұндай пенетранттар технологиялық, дефектограмманы алуға, оны дәнекерлеу қосылысынан бөлек талдауға және тексерудің объективті құжаты ретінде сақтауға мүмкіндік береді.

Өзін-өзі айқындаудың тағы да екі нұсқасы болады. Ақауларды анықтаудың өзін-өзі айқындаудың ұнтақсыз нұсқасында дәнекерлеу қосылысын, құрамына органикалық люминофор және ұшатын еріткіш кіретін, индикаторлық сұйықтыққа салады. Қосылысты бұл сұйықтықтан алғаннан кейін керіткіш жылдам буланып кетеді, ал люминофор кристалдары қаудың жиектеріне отыратын болады. Бұл кристалдар ультракүлгін сәулелену ықпалымен люминесценттеледі. Фондық жарықтандыруды кетіру үшін барлық қосылыстарды, беттегі люминесценцияны өшіретін, бірақ ақаулардың аумақтары капиллярларына енген люминофорларға ықпал етпейтін, ингибатордың арнайы ерітіндісінде өңдейді.

Өзін-өзі айқындау тәсілімен ақауларды анықтаудың басқа нұсқасында, тексерілетін объектіні тазартылғаннан және сіңірілгеннен кейін, айқындауды жоқа шығара отырып қыздырады. Қыздырғанда арнайы индикаторлық сұйықтық ақаудың аумағынан шығады, қатады және ультракүлгін сәулелену ықпалымен люминесценттелетін индикаторлық із қалдырады.

Люминесценттік дефектоскопияда ақауларды анықтаудың барлық көрс етілген тәсілдері қолданылады. Үдерістің қарапайымдылығына және материалдардың қол жетімділігіне байланысты, ұнтақ немесе суспензияның көмегімен ақауларды айқындау кеңінен қолданылады, бірақ бұл неғұрлым аз тиімді. Бірақ, ЛД негізінен ақауларды анықтаудың пленкалық және өзін-өзі айқындаушы тәсілдері пайдаланылады.

Түстік дефектоскопияда суспензия және ақ айқындауыш лактар түріндегі ұнтақ тәрізді сорбенттерді жиі қолданады, сонымен бірге лакты айқындауыш тар әдістің неғұрлым жоғары сезімталдығын қамтамасыз етеді.

Анықталатын ақаулардың көлемдеріне байланысты МемСт 18442 – 73 тексерудің капиллярлық әдістерінің төрт шартты сезімталдық деңгейін белгілейді (3.7-ші кесте).

Сезімталдықтың шартты деңгейін бағалау үшін, табиғи немес жасанды ақаулары бар тест-үлгілер пайдаланылады. Әдеттегі, тест-үлгілер тегістеудің дұрыс емес тәртібі таңдалғанда пайда болатын сызаттардан тұрады.

Айқындауышы бар тексерілетін бетті жылы ауа ағынында құрғатады, ал сосын оны екі рет қарап шығады (айқындауышты жаққан кейін 5 және 20 минуттан кейін), сонымен бірге ЛД пайдаланған жағдайда – объектіні ультракүлгін сәулеленумен жарықтандырғандағы, ал ТД пайдаланған жағдайда – объектіні электр жарығындағы немесе күндізгі жарықтағысы.

3.7-ші кесте. Тексерудің капиллярлық әдістерінің сезімталдықтарының шартты деңгейлері			
Сезімталдықтың шартты деңгейі	Ақаулар көлемдері, мкм		
	Ені	Тереңдігі	Ұзындығы
I	1 кем	10 кем	0,1 кем
II	1...10	10...100	0,1... 1
III	10...100	100...1 000	1... 10
IV	100 артық	1 000 артық	10 артық

Сонымен бірге, жұмыс учаскесіндегі жарықтандыру 500 лк кем болмауы қажет.

Тексеруді жай көзбен орындайды, ал қажет болған жағдайда шағын ұлғайтуды (1,5 – 2 есе) қамтамасыз ететін үлкейткіш әйнектерді және үлкен қарау аумағын қолданады. Табылған индикаторлық ізді оптикалық аспаптардың көмегімен зерттейді.

Индикаторлық із суреті және олардың орналаулары топографиясы, ақаулардың түрлері туралы сенімді түрде айтуға мүмкіндік береді.

Талшықтар, бұғаттар, жабыспау, шала пісірілімдер, пісірілулер және оксидтік пленкалар түріндегі кез-келген сызаттар түрлері әртүрлі конфигурациядағы айқын (кейде үзікті), боялған немесе люминесцияланатын сызықтарға ие.

Ірі түйіршікті қоспалардың қосылыстары беттері учаскелріндегі металдың шытынауы және кристаллит аралық коррозиялар жекелеген қысқа сызықтар немесе олардың торшалары түрінде көрінеді.

Ұсақ түйіршікті қоспалардың кристаллит аралық коррозиялары туралы дақтар немесе анық емес жолақтардан белгілі.

Қуыстар, жаралық коррозия, жекелеген кристаллит аралық коррозиялар, металдың боялуы және қосылыс бетінің эрозиялық бұзылуы жекелеген нүктелер немесе жұлдызшалар ретінде көрінеді.

Дәнекерлеу қосылысының бетіндегі индикаторлық сурет, сонымен қатар әртүрлі рұқсат етілетін ақаулар немесе ластанулардан түзілулері мүмкін. Қосалқы белгілері бойынша тексеруді орындау үдерісінде, бұл жалған ақауларды шынайы ақаулардан ажырату қажет. Дәнекерлеу қосылыстарын бракқа шығару, капиллярлық дефектоскопия барысында анықталған штрихтар, сызықтар және нүктелер саны, техникалық талаптармен белгіленген рұқсат етілген мәндерден көп болған жағдайларда ғана

Қорытынды тазалау. Дәнекерлеу қосылысының бетін тексеру аяқталғаннан кейін, айқындауыштан тазарту мақсатында оны еріткіштермен сүртеді, жуады немесе басқа да тәсілдермен тазалайды.

Аппаратура. Өнеркәсіпте әртүрлі типтердегі тасымалданатын және стационарлы дефектоскоптар шығарылады. Олардың ішінде, дәнекерлеу қосылыстарын далалық, цехтық және зертханалық жағдайларда, түстік, люминесценттік және люминесцентті-түстік әдістермен тексеруге арналған КД-40ЛЦ тасымалданатын аэрозольды жиынтығын бөліп қарауға болады. Жиынтық КД-33Л ультракүлгін сәулелендіргіштен және сонымен бірге, жиынтыққа кіретін қуаттау стендіндегі дефектоскоптық материалдармен көп рет қуаттауға болатын жиналмалы аэрозольды баллондардан тұрады. Барлық баллондар үш жиынтыққа біріктірілген. Жиынтықтардың бірі электр тоғымен қыздырылатын баллондардан тұрады, бұл қоршаған ортаның теріс температураларында да тексеруді жүргізу беруге мүмкіндік береді (-40°C дейін).

Жұмыстардың шағын көлеміндегі түстік дефектоскопия үшін ДМК-4 және ДАК-2Цт асымалданатын дефектоскоп ары пайдаланылады. Олардың біріншісі тексеру құрал-жабдықтарын орналастыруға арналған ұяшықтары және секциялары бар чемодан түрінде орындалған: шығыс еріткіштері бар ыдыстар, бояулар мен сұйықтықтар, қаламұштар мен үлкейткіш әйнектері бар пеналдар. Салмағы 7 кг ДМК-4 дефектоскопы шағын ғана габариттік көлемдерге ие ($430 \times 250 \times 200$ мм).

Цехтардағы және зертханалардағы стендтерде дәнекерлеу қосылыстары мен тораптарды тексеру барысында бірқатар операцияларды механикаландыруға мүмкіндік беретін стационарлық дефектоскоптар қолданылады. Мұндай дефектоскоптар рольгангтармен, тексерілетін объектілерді беруге арналған транспортерлармен, шашыратқыш камералармен, күшті жарықтандырығыштармен және басқа да құрылғылармен жабдықталған.

3.7. АҒУДЫ ІЗДЕУ АРҚЫЛЫ ТЕКСЕРУ

Тұйық типтегі конструкцияларға (ыдыстар, құбырлар) қойылатын негізгі пайдалану талаптары олардың қабырғалары мен дәнекерлеу қосылыстарының герметикалығы (өткізбеушілігі) болып табылады.

Герметикалық – бұл конструкцияның оның элементтері арқылы және олардың қосылыстары арқылы сұйықтық пен газдың енуін шектеуге қабілеттілігі болып табылады. Герметикалық деңгейі сұйықтық пен газдың уақыт бірлігі ішіндегі ағып кетуімен өлшенеді.

Конструкцияларды герметикалыққа сынауды немесе ағу арқылы тексеруді, өтпелі ақаулар арқылы жеңіл өтетін және визуалды түрде немесе ағу арқылы іздеу аспаптарының және тіркеудің басқа да құралдарының көмегімен жақсы байқалатын, сынама заттарды (сұйықтықтар немесе газдар) пайдалана отырып орындайды.

Ағу арқылы іздеуді тексеру дәнекерлеу қосылыстарында және дәнекерлеу тораптарының және конструкцияның негізгі металындағы өтпелі ақаулардың келесі түрлерін табуға мүмкіндік береді: сызаттар, шала пісірілімдер, тесіктер, күйіп қалулар және т.б. Өтпелі ақаулардың көлемдері, олардың сызықтың көлемдерін өлшеудің мүмкін еместігінен, ақау арқылы уақыт бірлігінде ағып өтетін сынама заттың ағынымен шартта түрде бағаланады.

МемСт 18353 – 79 сәйкес ағу арқылы іздеудің капиллярлық, компрессиялық және вакуумдық әдістер болып бөлінеді. Бұл әдістердің барлығы қолданылатын аппаратура мен технологиялық ерекшеліктер, пайдаланылатын сынама заттар индикациясы түріне және тәсіліне байланысты өзіндік әралуан түрлілікке ие.

Ағу арқылы іздеу әдісін таңдау сыналатын қажетті герметикалық деңгейімен, қабықшаға түсетін бағытпен және мәнмен және қолданысқа рұқсат етілетін сынама заттарымен анықталады.

Герметикалыққа сынақ жүргізу барысында жүктемелердің бағыты мен мәнінің, тексеру объектілерінің жұмыс жүктемелерінің осыған ұқсас сипаттамаларымен сәйкес келген жөн.

Капиллярлық әдістер. Бұл дәнекерлеу қосылыстарын тексеру әдістері, өтпелі ақауларға жоғары ылғалдандырушы қабілетке ие, сұйықтықтардың капиллярлық енуі құбылысына негізделген. Тексеру үшін алдын-ала ластанудан тазартылған дәнекерлеу қосылыстарының бір бетіне, сіңбелі сұйықтық мол етіп жағылады, мысалы, керосин, ал қарама-қарсы бетке - 350... 480 г ұнтақталған бордан (немесе каолиннен) және 1 л судан тұратын бор жаққышы түріндегі сорғыш жабындысы жағылады.

Белгілі бір уақыт ұстағаннан кейін дәнекерлеу қосылысын, борда пайда болған керосиннің сары дақтары бойынша өтпелі ақауларды анықтай отырып қарап шығады. Көбіне керосиннің дақтарын жақсылап анықтау үшін, борға ашық-қызыл түсті бояуыштарды немесе люминофорды қосады. Керосин сынамасы әдісі диаметрі 0,1 мм артық болатын өтпелі ақауларды тиімді табуға мүмкіндік береді.

Кейде тексерудің аталмыш әдісінің сезімталдығы мен өнімділігін арттыру үшін, тексерілетін нысанның беті дәнекерлеу қосылысын керосинмен ылғалдандырғаннан кейін, керосиннің ақаулар аумағына енуін жылдамдата отырып, 0,3...0,4 Мпа қысымындағы сығымдалған ауамен сүрленеді.

Керосин сынамасы әдісі кұймалы ыдыстарының, мұнай резервуарларының, цистерналардың және қос бетінен қол жеткізу мүмкін болатын басқа да конструкцияларының дәнекерлеу қосылыстары тексеру үшін қолданады.

Ағу арқылы іздеудің басқа капиллярлық әдістері пенетранттарды – бояуларды (түсті әдіс) немесе люминофорларды (люминесценттік әдіс) пайдалануға негізделген.

Компрессиялық әдістер. Аталмыш тексеру әдістері сыналатын объектіде (тұйық жүйеде) сыналатын заттардың артық қысымын (сұйықтық немесе газдың) жасауға және дәнекерлеу жігінің беткі бетінде ағу учаскелерін тіркеуге негізделген. Сынама заттардың типтеріне байланысты ағу арқылы іздеудің сұйықтық (гидравликалық) және газдық әдістері болып бөлінеді.

Ағу арқылы іздеудің сұйықтық әдістерін қысым астында жұмыс істейтін әртүрлі тұйық жүйелерін тексеру үшін қолданады (мысалы, бу қазандықтары, мұнай-химиялық аппаратуралар және т.б.). тексерілетін объектіні жұмыс сұйықтығымен немесе сумен толтырады, герметикаландырады, гидравликалық сорғының көмегімен ол жерде артық қысым жасайды және бірқатар уақыт осы қысымның астында ұстап тұрады. сосын объектінің сыртқы бетіне визуалды қарап шығуды жүзеге асырады. Ақаудың болуының белгісі беттегі сұйықтық тамшысының пайда болуы немесе оның булануы болып табылады. Тексерудің сұйықтық әдістері диаметрі шамамен 1 мкм болатын ағуды анықтауға мүмкіндік береді.

Гидравликалық сынақтардың алдында, егер олар техникалық шарттармен қарастырылған жағдайда, радиациялық немесе ультрадыбыстық тексеру жүргізіледі.

Сұйықтықтылыққа, оны жүргізу барысында сыналатын заттың құрамына люминофор қосылатын, ал дәнекерлеу қосылысының беткі бетін оған ультракүлгін сәулеленумен ықпал ету арқылы қаралатын тексерудің люминесценттік-гидравликалық әдістері жатады.

Кейде тексерудің сұйықтық әдістерін пайдалану барысында, ақауларды жақсылап анықтау үшін қосылыстың беткі бетіне, құрамына люминофор қосылатын, мысалы оған су тигенде люминесценетін флуоресцеиннің натрийлі тұз және суды ұзақ уақытына ұстап тұратын сорбент (крахмал) кіретін индикаторлық жабынды жағылады. Өтпелі ақаудың орналасқан орны, оған ультракүлгін сәулеленудің ықпалы жағдайындағы индикаторлық жабынды учаскесін жасыл жарықтандыру бойынша анықталады.

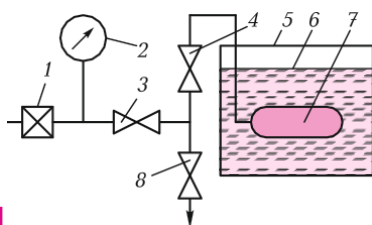
Гидравликалық сынақтарды өткізу барысында, дәнекерлеу конструкциясында жасалынатын қысымды дұрыс таңдау маңызды. Әдетте герметикалыққа сынауды конструкцияның беріктігіне арналған гидравликалық сынақтармен бірге жүргізеді және оларды жұмыс қысымынан 1,1 – 1,5 есе артық қысымда жасайды. Дәнекерлеу қосылыстарын, мысалы газ-мұнай құбырларына арналған спиральды және бойлық жікті құбырлар тәрізді сериялық өндірулер жағдайында арнайы сынақ стендтері қолданылады.

Гидравликалық әдіс кейде және ашық ыдыстарды, мысалы отстойников сынау үшін пайдаланылады. Бұл жағдайларда оларды сұйықтықпен толтырады, ал сосын соғады және дәнекерлеу жіктерінің беткі бетін қарап шығады.

Ағу арқылы іздеудің газдық әдістері сұйықтыққа қарағанда, үлкен сезімталдыққа ие, өйткені газ тәрізді сынама заттары ұсақ өтпелі ақаулар арқылы айтарлықтай жеңіл өтеді. Тексерудің газдық әдісі тек тұйық ыдыстарды сынау үшін ғана пайдаланылады. Тексерудің газдық әдістерінің ішіндегі ең қарапайымы – көпіршікті (3.41-ші сурет) – дәнекерлеу конструкциясын, ауаның көмегімен артық қысым жасалынатын, суы бар ыдысқа салынады. Ағу учаскелерін пайда болатын ауакөпіршіктері бойынша анықтайды.

Егер, дәнекерлеу конструкциясының көлемдері оны ыдысқа орналастыруға мүмкіндік бермесе, онда дәнекерлеу жігінің беткі бетін көпіршік түзуші затпен (сабын ерітіндісімен) жабады және сабын көпіршіктері бойынша ағу учаскелерін тіркейді. Көпіршікті индиктордың негізі беттік-белсенді заттар («Лотос», «Ладога» және т.б.) және де ылғал ұстағыш компонент – хромпикті (0,01%) глицерин (90 % дейін) болады. Көпіршікті тексеру әдісі диаметрі 1 мкм дейінгі шағын ағуларды анықтауға мүмкіндік береді.

Герметикалықты тексерудің химиялық компрессиялық әдістері, тексерілетін жіктің беткі бетіне жағылған, индикаторлы қабаты бар сынама заттардың химиялық реакциялар ағуының индикациясы үшін қолдануға арналған.



3.41 -ші сурет. Ағу арқылы іздеумен тексерудің көпіршікті әдісі сызбасы:
1 – редукциялық клапан; 2 – манометр; 3 – қысымдаушы клапан; 4 – сақтандырғыш клапан; 5 – бак; 6 – сұйықтық; 7 – тексерілетін объект; 8 – қысымды алып тастау бұрандасы

Компрессиялыққа, сыналатын объектінің беткі беті жігін 5%-дық сынап нитраты ерітіндісімен немесе фенолфталеин ерітіндісімен сүртілген қағаз таспамен жабылатын, ал сыналатын объектіге аммиактың 1... 10% ауа қоспасы берілетін, ауа-аммиактық қоспаның көмегімен герметикалықты тексеру әдісі жатады. Қағаз таспаны бұл қалыпта 1..15 минут бойына ұстап отырады. Аммиак өтпелі ақаулар арқылы өте отырып, қағазда аққан орындарында қара немесе құлгін дақ қалдырады.

Жіктің беткі бетін жабу үшін қағаз таспаның орнына, массалық үлесте көрсетілген келесі құрамдағы индикаторлық массаны пайдалануға болады: дистиллят – 40; агар-агар – 1; фенолфталеин – 0,15; сусыз сода – 0,01. Бұл жағдайда ағу учаскелері массаның құлпынай түсті фонындағы түссіз дақ ретінде тіркеледі.

Келесіден тұратын герметикалық тексерудің газолюминесценттік әдісі технологиялық. Ыдысты сынама газымен қаныққан тұздан ажыратылған сумен толтырады (мысалы, CO_2 және аммиак). Тексерілетін объектінің беткі бетіне, ультракүлгін сәулеленудің ықпалымен флуоресцирленетін, сынама газбен жанасу барысында жаңа индикаторлы түзетін химиялық компоненттерден тұратын индикаторлы абсорбацияланатын жақпаны жағады.

Тексерудің компрессиондық әдістерінің ішіндегі неғұрлым қарапайымы, уақыттың белгілі бір уақыты бойында манометрлердің көмегімен, оның герметикалық еместігі жағдайында орын алатын, ыдыс ішіндегі қысымның өзгеруін тіркеуде болатын манометрлік болып табылады. Аталмыш әдіс герметикалықтың шамалас бағалануын қамтамасыз етеді, бірақ қандай да бір қосымша операцияларсыз, қысым астында жұмыс істейтін конструкцияларды мезгілдік тексеру үшін қолданыла алады.

Іс жүзінде, бұған дейінгі көрсетілген әдістермен анықталатыннан айтарлықтай кем, әртүрлі дәнекерлеу конструкцияларының ағуы мүмкін. Оларды ағу арқылы іздеудің галогендік әдісімен табады. Бұл жағдайда сынама газы ретінде, жоғары ену қабілетіне ие болып табылатын фреон-12 (фтор негізіндегі химиялық қосылыс) пайдаланылады. Бұл жерде индикатор, аноды мен коллекторы ауа немесе вакуумдық аралықпен $800...900^\circ\text{C}$ дейін қыздырылатын, сезімтал элементі ретінде платина диодты электронды аспап болады. Бұл аралыққа фреон молекуласы түскен жағдайда, диод арқылы өтетін электр тоғы шұғыл өседі, бұл электронды-нұсқарлы аспаппен тіркелетін болады.

Өнеркәсіпте бірқатар конструктивтік айырмашылықтары бар ГТИ-6 және БГТИ-5 модельді тасымалданатын галогендік ағу арқылы іздеуіш тер шығарылады.

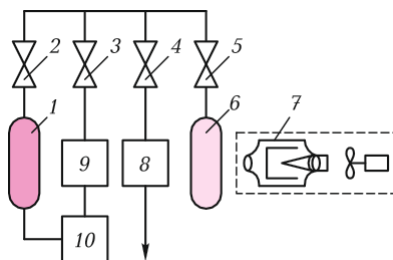
Фреонды индикациялардың неғұрлым сезімтал тәсілі де бар – оның өнімдерінің атмосфералық жағдайларда бөлінуі.

БГТИ-5 ағу арқылы іздеуіш імен бір жиынтықта, нұсқар аспабы және дыбыстық индикатор – телефоны бар өлшеу блогы жеткізіледі. Онда негізгі атмосфералық тетіктен бөлек, вакуумдық тетік, реттелетін ағынды шығарғыш үрлегіш және тіркеуші блок болады.

Аккумуляторлық батареясынан автономды қуат беруі бар БГТИ- 5 ағу арқылы іздеуіші, монтаждық және далалық жағдайларда үлкен ұзақтықтардағы дәнекерлеу конструкцияларын сынау барысында оңтайлы.

Іс жүзінде герметикалықты тексерудің галогенді әдісінде (3.42- ші сурет), ағу арқылы іздеудің қуыс бұрғысы пайдаланылады. Тексерілетін объектіде фреон-12 шағын артық қысымын жасайды және ағу арқылы іздеуіш тің қуыс бұрғысымен, оның сыртқы бетін бүкіл жік бойымен тексереді. Қуыс бұрғының орнынан жылжу жылдамдығы 10...25 мм/с құрайды.

Гелий ағу арқылы іздеуінде сынама зат, гелий – шағын молекулярлы массаға және ұсақ арналар арқылы енудің жақсы қабілетіне ие газ болады. Газды индикациялау масс-спектрометрмен жүзеге асырылады. Тексерілетін объектіде өтпелі арналар арқылы өткен гелий, жоғары вакуум жасалынатын масс-спектрометр камерасына беріледі. Магниттік өрістегі масс- спектрометр камерасында, латуньян жасалынған корпуста орналастырылған катод,иондауыш, диафрагмасы және коллекторыболады.



3.42 -ші сурет. Тексерілетін объектіні таза фреонмен толтыру және қуыс бұрғыны қолдану арқылы герметикалықты тексерудің галогендік әдісі сызбасы:

1 – фреонды баллон; 2... 5 – вентильдер; 6 – тексерілетін объект; 7 – атмосфералық тетікті галогенді ағу арқылы іздеуіштің қуыс бұрғысы; 8 – механикалық вакуумдық сорғы; 9 – компрессор; 10 – конденсатор

Қыздырылған катодпенэмитацацияланатын, жлектрондардың ықпалыменмасс-спектрометрге келіп түсетін газ молекулалары иондалады және электрон разрядына тең зарядты оң иондарға айналады. 300...400 В кернеуі жағдайындағы жылдамдатылатын электр өрісі, магниттік өрістің ықпалымен қозғалыстың дөңгелек траекториясына ие болады, бірақ әртүрлі радиусты массаларға байланысты.

Иондардың қозғалысы жолында орналасқан диафрагмалар, коллекторға түсетін гелий иондарын ғана шығарады. Бұл ретте, иондық тоқтың күшеюі орын алады, бұл миллиамперметрмен және дыбыстық индикатормен (сиренамен) тіркеледі. Масс-спектрометр тексерілетін объекті арналары арқылы өткен, гелий атомының өте аз көлемін тіркеуге мүмкіндік береді.

Негізгі элементтері вакуумдық жүйе, масс-спектрометр және электронды блок болып табылатын, масс-спектрометриялық гелий ағу арқылы іздеуіштердің бірнеше типтері шығарылады.

Неғұрлым кеңінен таралғандары жылжымалы ПТИ-7А ағу арқылы іздеуіштер болып табылады. Олардың вакуумдық жүйесі механикалық (ВН-461М) және бу-майлық (НВО-40М) сорғылардан, сұ й ы қ а з от п е н с а л қ ы н д а т ы л а т ы н ұ с т а у ы ш т а р д а н , ж ә н е вентильдерден тұрады. Ұстағыш май буларының сорғысынан масс-спектрометркамерасына өтулеріне кедергі келтіреді.

Қазіргі таңда, сезімталдықтары айтарлықтай жоғары болып табылатын, ПТИ-10 жылжымалы гелий ағу арқылы іздеуіштері неғұрлым кеңінен т аралуда. Олар элект ронды автоматты потенциометрмен және баптау үшін қызмет атқаратын калибрленген гелий ағыстарымен(үлгілерімен)жабдықталған.

Талданатын компоненттің инфрақызыл сәулеленуін іріктемелі жұтуға негізделген, газдарды индикациялау әдісі жүзеге асырылған, инфрақызыл газ ағу арқылы іздеуіштердің болашақтары зор. Әртүрлі газдарды жұтудың инфра қызыл спектерлерінің айрықша ерекшеліктерінің болуы және селективті қабылдағыштарды пайдалану, жоғары сезімталдықты және аталмыш әдістің таңдамалығын қамтамасыз етеді. Ол аса әмбебап, өйткені көптеген заттар мен газдардың буларының шоғырлануын анықтауға мүмкіндік береді. Өлшеулерді бұл әдіспен орындау, жылдам әрекет етуі бірнеше секунды құрайтын, салыстырмалы қарапайым шағын габаритті аспаптардың (ИГТ-1 және -2) көмегімен булардың шоғырлануының ауқымды диапазондарында мүмкін болады.

Катарометриялық (газоаналитикалық) ТП-7102 ағу арқылы іздеуіші, индикаторлық ортаның жылу өткізгіштігінің өзгеруі бойынша сынама газдардың (сутегі, гелий) атмосфераға шығуын тіркейді. Ол екі иініне ағу арқылы іздеуіш орналастырылған, екі сезімтал элементтер қосылған Уитсон әдісі сызбасы негізінде жұмыс істейді.

Олардың бірі ағып шығуды анықтайды, ал екіншісі — салыстыру элементі болып табылады және өзгермейтін құрамды газ ортасымен қоршалыады.

Тексерілетін нысандағы жоғары артық қысымдарда және газдардың ақаулар арқылы шығуларында, тиісті аспаптармен тіркелетін ультрадыбыстық тербелістер пайда болады. Ультрадыбыстық ағу арқылы іздеуіштер салыстырмалы жоғары емес сезімталдыққа ие, бірақ олар магистралдық газ құбырларындағы ағу учаскелерін анықтау үшін пайдаланылады.

Вакуумдық әдіс. Ағу арқылы іздеудің аталмыш әдісі тексерілетін нысандағы тұйық көлемдегі вакуумның төмен түсуін тіркеуге немесе бұл көлемде пайда болған сынама газ молекулаларын индикациялауға негізделген. Вакуумдық әдістің сезімталдығына нысан аумағының ластанулардан, майлардан және т.б. тазартылуы айтарлықтай ықпал етеді. Тиісінше, нысанның бетін тексерер алдында көп рет еріткіштермен жуу және сүрту, ал қажет болған жағдайда жылтыратын тегуістеу қажет.

Дәнекерлеу торабының конструкциясы мен конфигурациясына байланысты, вакуумдық әдіспен герметикалықты тексерудің бірнеше сызбасын қолданады. Тексерудің екі сызбасы неғұрлым кеңінен таралған: гелий камерасын пайдалану және вакуумдық сорғыштарда пайдалану.

Бірінші сызбада тексерілетін нысанды гелий толтырылған камераға орналастырады, қажетті қалдық қысымға дейін вакуумдейді және аспаппен соңғысының герметикалық еместігі жағдайындағы объекті ішіндегі гелий иондарының пайда болуын тіркейді. Екінші сызбада бірқатар артық қысым астындағы гелиймен толтырылған, объектінің дәнекерлеу қосылысының сыртқы бетіне, ішінде разрезение жасайтын (3.43-ші сурет) вакуум камерасын басады. Камерада көпіршік түзуші заттың пленкасында ісінулердің пайда болуымен бірге болатын гелий иондарының пайда болуы, гелийдің бар екендігінен хабар береді.

Шамалы енді туындап келе жатқан микросызаттарды анықтау маңызды мәнге ие. Мұндай микроақауларды газ сіңіру әдісінің көмегімен анықтауға болады. Бұл жағдайда дәнекерлеу қосылысы, беттік ақаулар аумағын ауа молекулаларынан босату үшін вакуумдық камераға орналастырылады. Сосын, камераға молекулалары беттік ақауларменсырттай сіңірілетін, р-сәулелену көзі болып табылатын ⁸⁵Кг радиоактивтік газы енгізіледі. Одан әрі дәнекерлеу қосылысын камерадан шығарады және оның бетіне сәулелену детекторын басады (мысалы, жоғары сезімталдықтағы рентген немесе фотографиялық пленканы).

3.43 -ші сурет. Вакуумдық

камераның көмегімен

герметикалықты тексеру сызбасы: 1

– вакуум метр;

2 – үш жүрісті қран

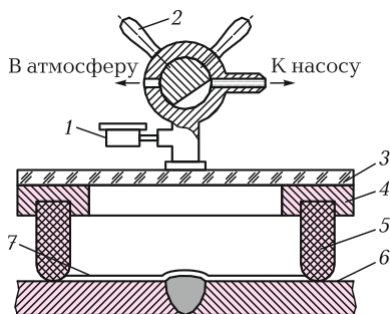
(екі қалыпта); 3 – орға әйнектен жасалынған

иллюминатор; 4 – метал жиек; 5 – резеңкеден

жасалынған тығыздауыш (сорғыш);

6 – тексерілетін дәнекерлеу қосылысы; 7

– көпіршік түзгіш зат пленкасы



Ақаулардан тұратын радиоактивті газдардың жинақталған учаскелерінде пленка жарқырайды, және оны фотоөндеуден өткізгеннен кейін суретте беттік ақаулардың бейнесі пайда болады.

Болашақта бұл әдісті, жергілікті вакуумдық камераларды қолдана отырып ірі габаритті конструкциялардың ұзанша дәнекерлеу қосылыстарын тексеру үшін пайдалану мүмкін болады.

Ағу арқылы іздеу әдістерін жетілдірудің болашағы. Ағу арқылы іздеудің көмегімен тексеру сызбасын таңдау, оны әзірлеуші орнататын дәнекерлеу конструкциясының герметикалығы сыныбына тәуелді. Мысалы, атом энергетикасында пайдалану шарттарына және жөндеу мүмкіндіктеріне сәйкес, барлық жабдықтарды герметикалықтың бес сыныбына бөледі (3.8-ші кесте). Бұл сыныпт ардың әрқайсысына, олардың с е зім т а лдықт арына байланысты сынаулардың белгілі бір әдістері сәйкес келеді. І сыныбына, олардың пайдаланылуының айрықша ерекшеліктеріне байланысты, сенімділіктері өте жоғары болуы қажет жауапты конструкциялар жатады.

Ағу арқылы іздеу жоғары өндірістік мәдениетті талап ететін еңбек қажеттілігі жоғары және ұзақ мерзімді операция болып табылады, сондықтан қазіргі таңда мұндай сынақтардың бкіл циклін автоматтандыруға ұмтылуда. Өнеркәсіптің кейбір салаларында, жоғары өнімділікті және тексерудің шынайылығын қамтамасыз етуші автоматтандырылған стендтер жасалынған және қолданылуда. Манометрлік қондырғылар неғұрлым қарапайым конструкцияға ие. Оларды қолдану зауыттық жағдайларда сығымдалған ауа м а г и с т р а л і ж ә н е т а п ш ы е м е с с т а н д а р т т ы б а с қ а р у пневмоаппаратурасы мүмкіндігі болған жағдайда жеңілдейді. Бұл қондырғылар тамақ өнеркәсібінде, автомобиль және машина құрастыруда неғұрлым кеңінен таралған.

3.8-ші кесте. Анықталған ағу диапазоңдарына және оларды анықтау әдістеріне байланысты өнімдердің герметикалық сыныптары

Герметикалық сыныптары	Анықталатын ауа ағындары диапазоңы		Ағуды іздеу әдісі	Сынама зат	Ақау көрінісі
	см ³ /жыл	м ³ Па/с			
I	0,02...0,20	3,75'10 ³ ... 3,75'10 ²	Газдық гелийлік	Гелий	Масс- спектрометр сигналы
II	0,2...0,4	3,75'10 ² ... 7,50'10 ²	Сондай		Сондай
III	0,4...0,8	0,075...0,150	Люминесцентті-гидравликалық	Су, пенетрант	Ағу, жарықтану
IV	0,8...850	0,15... 160	Галогенді, түсті люминесцентті капиллярлық	Фреон-ауа қоспасы, пенетрант	Аспап сигналы, дақ, жарықтану
V	850 артық	160 артық	Керосин сынамасы, көпіршікті, ауамен сығымдау	Керосин, ауа, азот	Бор фонндағы дақ, көпіршіктер

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Иондаушы сәулеленудің таралу себебі қандай?
2. Радиографиялық әдіспен ақауларды анықтау қандай физикалық нәтижеге негізделген?
3. Тексерудің радиографиялық әдісінің сезімталдығына қандай факторлар ықпал етеді?
4. Рентген пленкаларының негізгі типтерін атаңыз.
5. Жарық түсіру барысында қандай эталондар пайдаланылады?
6. Қатты денелерде ультрадыбыстық толқындардың таралуының ерекшеліктері қандай?
7. Ультрадыбыстық дефектоскоптың конструкциясының негізгі элементтері қандай?
8. Ақаудың баламалы көлемі не?
9. Ақауларды анықтаудың магниттік әдістерінің физикалық мәні қандай?
10. Тексерудің магниттік әдістерінің сезімталдығына қандай факторлар ықпал етеді?
11. Тексерудің магниттік әдістерінде магниттеудің қандай сызбалары пайдаланылады?
12. Электромагниттік тексеру әдістері қандай объектілерде қолданылады?
13. Капиллярлық дефектоскопия әдістері қандай физикалы құбылысқа негізделген?
14. Капиллярлық дефектоскопияның негізгі технологиялық операциялары қандай?
15. Капиллярлық дефектоскопия үшін қандай жабдыққажет?
16. Герметикалық тексерудің негізгі әдістерін атаңыз және бұл әдістердің сезімталдықтарын салыстырыңыз.

ДӘНЕКЕРЛЕУ ҚОСЫЛЫСЫН БҰЗА ОТЫРЫП САПАНЫ ТЕКСЕРУ

4.1.

МЕХАНИКАЛЫҚ СЫНАҚТАР

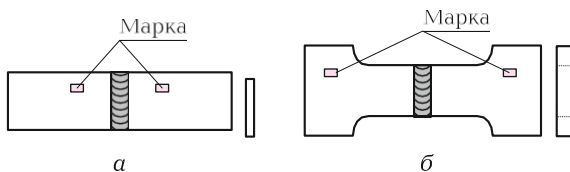
Механикалық сынақтар дәнекерлеу қосылыстарының беріктіктері мен сенімділіктерін анықтайды. Дәнекерлеу қосылыстарының және олардың жекелеген аймақтарының механикалық қасиеттерін анықтаудың негізгі әдістерін, қалыпты жағдайларда, ал бірқатар жағдайларда төмендетілген және жоғары температураларда статикалық және соққылық сынақтарды қарастыратын МемСТ 6996 –

66 белгідейді. Жоғары беріктіктегі материалдардан жасалынған немеріс температуралар және дірілдік жүктеме р жағдайларында жұмыс істеуге арналған жауапты конструкциялардың дәнекерлеу қосылыстары үшін, қосымша сынғыш бұзылуға және тозу беріктігіне төзімділікке сынақтар қосымша өткізіледі. Жүктелу сипаты бойынша механикалық сынақтар келесідей бөлінеді:

- статикалық – мұнда жүктелу күші біркелкі ұлғаяын немесе ұзақ уақыт бойына тұрақты болып қалады;
- динамикалық – мұнда жүктелу күші іс жүзінде бір сәт ішінде ұлғаяды және қысқа уақыт әрекет етеді;
- тозушылық – мұнда жүктеме мәні және белгісі бойынша көп есе өзгереді (циклдердің оннан миллионға дейінгі циклдерінде).

Статикалық сынақтар. Түйіспелі дәнекерлеу қосылыстары келеі статикалық сынақтардан өткізіледі: созуға, иілуге, ысырғыштыққа, қаттылыққа және т.б.

Созумен сынау дәнекерлеу қосылысының беріктігі мен пластикалығын анықтау мақсатында жасалынады. Уақытша кедергініс бағалау үшін дәнекерлеу қосылысы созу барысында (үлгінің бұзылуы алдындағы ең үлкен жүктемесі үшін жауап беретін кернеу) келесілерді пайдаланады:



4.1 -ші сурет. Негізгі металдың 3 мм (а) кем және 3 мм (б)артық қалыңдығындағы жіктің салыстырмалы беріктігін анықтауға арналған үлгілер

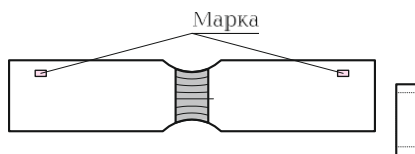
- негізгі металдың σ_B салыстырғандағы жіктің салыстырмалы σ_{TB} мәнен табуға мүмкіндік беретін беткі беттегі (4.1-ші сурет) жік білікшесі бар үлгілер;
- негізгі металмен беттестірілп алынған және σ_B абсолюттік мәнін анықтауға мүмкіндік беретін, бұзылу орнын болжайтын (4.2-ші сурет), жіктің қырнауымен арнайы орындалған жік білікшесі бар үлгілер.

Егер, дәнекерлеу қосылысының беріктігі негізгі металдікінен төмен болса, онда сынақтар үшін бірдей қималары бар жалпақ және дөңгелек үлгілерді пайдалануға рұқсат етіледі. Және де мұндай үлгілердің ұстау бөліктерінің ұзындықтары сынау машинасының конструкциясына байланысты таңдалуы мүмкін, ал олардың басқа көлемдерінің өзгеруіне жол берілмейді.

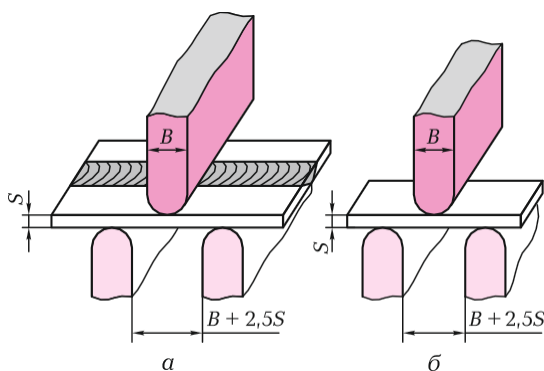
Дәнекерлеу қосылысы учаскелерін сынау үшін, көп қабатты дәнекерлеу барысында қосудың тиісті аймағындағы дәнекерлеу жігі өзегі бойымен кесілген, диаметрі 3...10 мм болатын жұмыс бөлігі бар дөңгелек үлгідер пайдаланылады.

Созылуға сынақ жүргіу барысында ағымдылықтың шартты шегін $\sigma_{0.2}$, уақытша кедергіні σ_B және салыстырмалы ұзаруы δ анықтай- ды.

Ағымдылықтың шартты шегі ретінде, үлгінің деформациясы, оның бастапқы есептік ұзындығының 0,2% құрайтын кернеу түсініледі. Үлгінің салыстырмалы ұзаруы абсолюттік қалдық ұзарудың үлгінің бастапқы есептік ұзындығына пайыздық қатынасы болып табыла- ды.



4.2 -ші сурет. Жіктің абсолюттік беріктігін анықтауға арналған үлгі



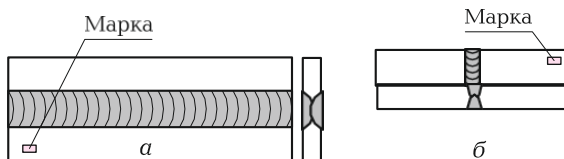
4.3-ші сурет. Жіктің бойлық (а) және көлденең (б) орналасуындағы үлгілерді иілуге сынаулар сызбалары: B – пуансон ені; S – үлгі қалыңдығы

Иілуге сынау дәнекерлеу қосылысының жалпы пластикалығын анықтау үшін жүргізіледі. Иілу кезеңіндегі түйіспелі қосылыстың иілгіштігі, үлгінің иілуі бұрышы бойынша оның кез-келген учаскесінде бірінші сызат пайда болғанға дейін анықталады.

Үлгілерді жіктің бойлық және көлденең орналасқанында иілуге сынаулар сызбалары 4.3-ші суретте, ал сынауға арналған үлгілері пішіндері – 4.4-ші суретте көрсетілген.

Іс жүзінде көбіне жалпақ үлгілердің орнына түтікше тәріздестерді пайдаланады. Бір жақты дәнекерлеу жіктерін сынау барысында созылған аймақта металдың жоғарғы қабаты, ал көп қабатты дәнекерлеуде – соңғы дәнекерленген жік орналасуы қажет.

Жауапты дәнекерлеу қосылыстары үшін жауапты деп, сызаттың пайда болуынсыз $120... 180^\circ$ иілу бұрышы қанағаттандырарлық деп саналады. Сызаттар болмаған жағдайда сынақ үлгіні оның қапталдарының параллельдігіне жеткенге дейін жеткізілетін болады.



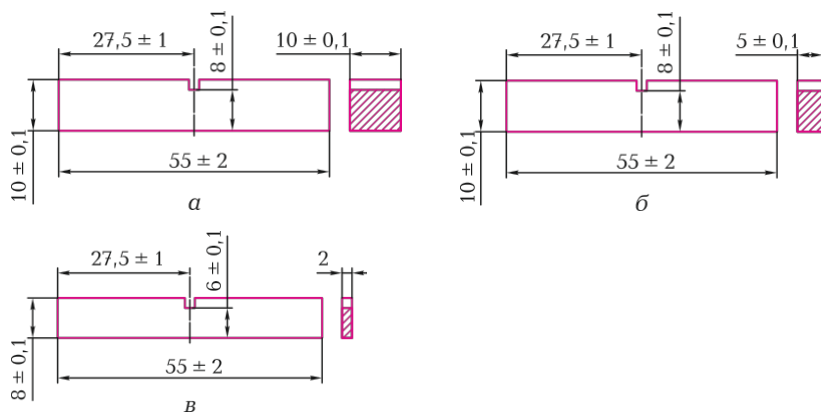
4.4-ші сурет. Бойлық (а) және көлденең (б) жіктермен иілуге сынауға арналған үлгілер пішіндері

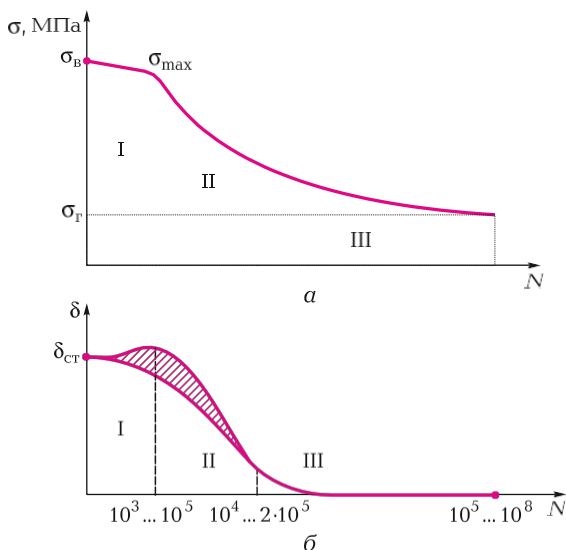
Динамикалық сынақтар. Динамикалық сынақтарға соққылық иілуге және тозуға (төзімділікке) арналған сынақтар жатады.

Соққылық иілуге сынау дәнекерлеу қосылысының, оның жұмыс шарттарымен шартталған қалыпты, төмендетілген және жоғары температуралары жағдайындағы соққы тұтқырлығын анықтауда болып табылады. Мұндай сынақтарға арналған үлгілерді 4(4.5-ші сурет) МемСт 6996 – 66 сәйкес дайындайды. Сынақтар жік өзегі бойында, балқу сызығы немесе жіктің ашылуы тарапынан термиялық ықпал ету аймағында орналасуы мүмкін, тілігі бар арнайы үлгілерде жүргізіледі. Тіліктің орналасу орны сынау мақсатына байланысты. Жік металын немесе негізгі металды сынау барысында тілікті үлгінің кез-келген тарапынан жасауға болады.

Сынақ әртүрлі шекті энергиялы маятник коперлерінде жүргізіледі. құрылыс-монтаждау ұйымдарының зертханаларында қолдану үшін, энергия қорының 15 сатысы бар және 17,5 мың сағ. техникалық ресурсы бар МК-30А маятник копері ұсынылады. Дәнекерлеу жігін сынақтан өткізгеннен кейін, ақауды анықтау үшін сынау құрылымын зерттейді. Соққы тұтқырлық үлгіні сындыруға арналған жұмыстың, оның сынаққа дейінгі тілігі орнындағы көлденең қимасы аумағына қатынасы ретінде анықталады.

Тозуға (төзімділікке) арналған сынақтармен металдың иілу, созылу және бұралу барысындағы ауыспалы жүктемелер ықпалына төзімділігі анықталады. Ауыспалы жүктемелер симметриялық, ассиметриялық және бүлкілдеуші жүктеу циклдерінде жасалынады.





4.6 -шы сурет. Бұзылғанға дейінгі циклдер санына байланысты қолданыстағы кернеулердің (а) және салыстырмалы ұзартылудың (б) үлгілерінің өзгеруі

Өзектік жүктелу жағдайындағы сынақтар арнаулы пішіндегі және дәнекерлеу қосылысына көлденең кесілген, белгілі бір көлемдердегі цилиндрлік немесе жалпақ үлгілеге жасалынатын болады.

Сынақтар барысында үлгінің төзімділік шегі анықталады. Тозу беріктігінің сандық бағалауы, дәнекерленген үлгі бұзылғанға дейінгі шыдаған циклдері болып табылады.

Бүлкілдеуші цикл жағдайындағы сынақтан нәтижелері бойынша салынған, яғни жүктеме нөлден максималды созылушы мәнге дейін өзгертін жағдайдағы металдарға арналған қолданыстағы циклдік кернеулер σ_{max} , бұзылғаннан кейінгі ұзарулар $\delta_{үлгі}$ бұзылғанға дейінгі кернеулердің өзгерулері циклдері саны N деңгейлері, 4.6-шы суретте көрсетілген.

Қолданыстағы кернеулер мен бұзылғанға дейінгі циклдер саны арасындағы (4.6, а сурет) қисық сызықты тәуелділікте, үш учаскені бөліп көрсетуге болады. Квазистатикалық бұзылыстар деп аталатын I учаскесінде, иілгіштік бағытталған деформациялану орын алады және үлгінің бұзылуы бұл жерде жүктемені бір салғандағы бұзылыстарға сәйкес келеді. Бұл ретте үлгінің салыстырмалы ұзаруы (4.6, б суреті) статикалық бұзылыстағы салыстырмалы ұзаруға $\delta_{ст}$ тең, кейбір жағдайларда одан артық және сынудың металдардың статикалық бұзылуындағы сынудан еш айырмашылығы жоқ.

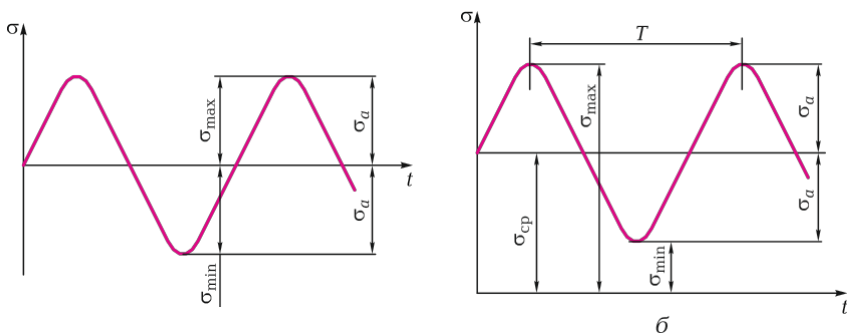
II учаскеде материалдың аз циклдік тозуы орын алған, және үлгінің бұзылуы, байқалатын иілгіштік деформациялармен бірге жүретін, тозу сызатының пайда болуы және жетілуі салдарынан орын алады.

III-ші учаске – бұл үлгінің қалдық ұзаруының тіпті болмауы жағдайындағы, материалдың көп циклді тозу бұзылуы учаскесі. Кейбір жағдайларда, бұл қисық сызығына арналған $\sigma_{\max} = f(N)$ учаске σ_T кернеуіне сәйкес келетін көлденең сызыққа өтеді, бұл тіпті жүктеу циклдері саны айтарлықтай ұлғайғанда да, бұл мәнен төмен кернеулер жағдайындағы бұзылымдардың жоқтығын білдіреді.

$\sigma_{\max} = f(N)$ тәуелділігі бір учаскеден екіншісіне өтетін жүктелулер циклдері саны, әртүрлі материалдар мен жүктелу тәртіптері үшін әртүрлі болып табылады.

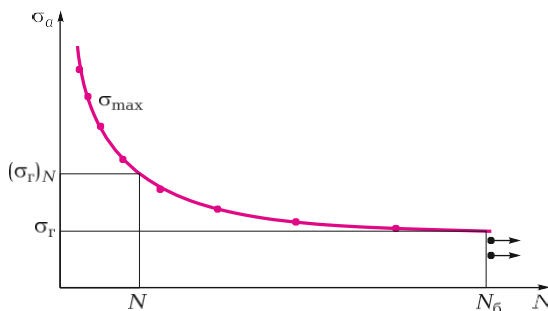
Жүктемелердің көп циклді өзгерістері жағдайларында металдардағы бұзылымдарды зерттеу, әдетте жүктелудің синусоидтық циклінде жүзеге асырылады. Бұл ретте, жүктелудің симметриялық және асимметриялық циклдері ерекшеленеді. Симметриялық жүктелім жағдайында (4.7, а суреті) $\sigma_{\text{срциклінің}}$ орташа кернеуі нөлге тең, ал кернеусығымдалудың минималды мәндерінен $\sigma_{\min}$ максималды созылу кернеулеріне $\sigma_{\max}$ дейін өзгеріп отырады. Жүктелімнің асимметриялық циклдерінде (4.7, б суреті) орташа кернеу нөлге тең емес, және ол созылу аумағында, сонымен бірге сығымдалу аумағында кез- келген мәнге ие болуы мүмкін.

Металдардың тозуларын зерттеу нәтижелері максималды, немесе амплитудалы кернеулер (деформациялар) мен үлгінің жүктелуі циклдері саны арасындағы, бірдей үлгілер партиясын бірдей цикл орташа кернеулерде (деформацияларда) немесе бірдей оның ассиметриясы коэффициентінде сынақтан өткізубарысында алынған, бұзылғанға дейінгі тәуелділікті сипаттайтын тозу қисық сызықтары – графиктер түрінде ұсынылады (4.8-ші сурет).



4.7-ші сурет. Үлгілерді жүктеудің синусоидалық циклдері:

а – симметриялық; б – ассиметриялық



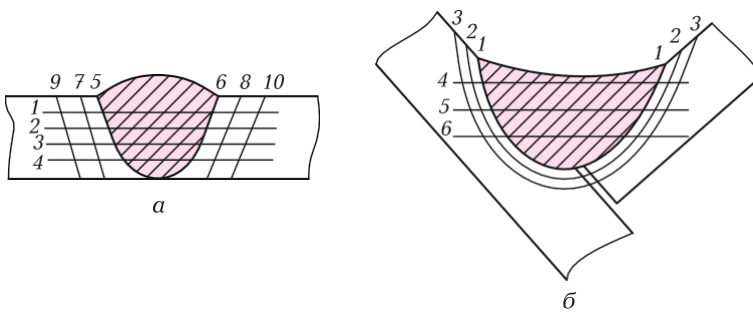
4.8 -ші сурет. Метал үлгілеріне арналған типтік тозу қисық сызығы:

N_6 — циклдердің базалық саны

МемСт 6996 – 66 көзделген, қарастырылған сынақтар түрлерінен бөлек, кейде басқа беріктік сипаттамаларын алу үшін қосымша сынақтарды өткізу қажет. Әдетте, бұл ретте конструкцияның жұмысы есептелінгендерге ұқсас үлгілерге жұмыс және жүктеу шарттарын жасауға ұмтылады. Мысалы, бұл жұмыс қимасында қандай да бір тәсілмен, қысым астында жұмыс әстейтін ыдыстар металдарына тән жазық кернеу өрісі жасалынатын ерекше үлгілерді қосымша сынау болып табылады. Бұл жағдайда, үлгілер жүктеу барысында кернеулердің жазық сызбасын алуды қамтамасыз ететін, орталық бөліктерінде арнайы бунақтары және ұштарында қармауыштары болатын жазық немесе дөңгелек өзектер болып табылады.

Бірақ, қазіргі таңда негізгі металды немесе дәнекерлеу қосылыстарын бұзу арқылы сынау сызбаларын қолданады. Бұл жағдайдағы беріктік критерийлері максималды қысым және үлгінің жіңішкеруі болады.

Қаттылықты өлшеу. Жік және жік маңы аймағы металының құрылымының өзгеруін анықтау, сонымен қатар дәнекерлеу қосылысы аймағының шындалуы деңгейін және оның механикалық қасиеттерінің әртектіліктерін бағалау үшін дәнекерлеу жіктерінің қаттылықтарын өлшейді. Әдетте қаттылықты металлографиялық талдауға арналған тегістегіштерде үш тәсілмен анықтайды:



4.9-шы сурет. Дәнекерлеу жіктерінің қаттылықтарын өлшеу сызбалары(а, б) (өлшеулер1... 10сызықтарының қиылыстары нүктелерінде жасалынады)

1) диаметрі 1,568 мм болатын болат қыздырылған кішкене шарды немесе ұшындағы бұрышы 120° болатын алмас конусты басып кіргізумен (Роквелл тәсілі);

2) шаршы табанды және қарама-қарсы қырлары арасындағы бұрышы 136° болатын төрт қырлы алмас пирамиданы басып кіргізумен (Виккерс тәсілі);

3) белгілі бір диаметрдегі стандартты болаттан жасалынған қыздырылған кішкене шарды басып кіргізумен (Бринелль тәсілі).

Түйіспе жік қимасы бойынша қаттылықты өлшеуді екі бағытта жүргізеді: оның бойлық өзегі бойынша және орталығынан негізгі металға қарай. Сынақтарға арналған үлгілер, оларда дәнекерлеу қосылысының барлық учаскелері болатындай етіп кесіледі: негізгі метал, жік металы және термиялық ықпал ету аймағы, және бұл үш учаскеде қаттылық анықталады. Өлшенулер үлгінің көлденең қимасында екі өзара-перпендикулярлы бағыттарда жүзеге асырылады: жік өзегі бойынша және табақтың жоғарғы және төменгі беттер-іне параллельді сызықтардың бойымен (4.9-шы сурет). Қалыңдық-тары 3 мм дейінгі түйіспе қосылыстарда, қаттылық олардың жіктің алынып тасталынған күшеюі жағдайындағы сыртқы бетінде өлшенуі мүмкін.

4.2. МЕХАНИКАЛЫҚ СЫНАҚТАР

Металлографиялық зерттеулер дәнекерлеу қосылыстары құрылымын анықтау үшін қажет. Дәнекерлеу қосылысы металының құрылымын зерттей отырып, дәнекерлеу тәртіптерінің, электродтар, флюстер және қоспа металдардың таңдалуының дұрыстығын анықтауға, сонымен қатар ақау жіктерін айқындауға және олардың түзілулері себептерін белгілеуге болады.

Егер, дәнекерлеуге тән қо сылыстардың әртектіліктері құрылымына қарайтын болса, олардың толық металлографиялық талдауы жік металының, термиялық ықпал ету аймағының және негізгі метал құрылымының макро және микроқұрылымдарын зерттеуден тұруы қажет.

Дәнекерлеу қосылысының макроқұрылымын зерттеу. Макроқұрылымдық талдау қандай да бір тәсілмен алынған дәнекерлеу қосылыстарының сапасын алдын-ала бағалау әдісі болып табылады. Дәнекерлеу қосылыстарының макроқұрылымы жай көзбен немесе бұл қо сылыстардан кесіліп алынған және дайындалған макротегістеулердің 30 еселік ұлғайтылулары барысында зерттеледі. Макроқұрылымды мекханизикалық сынақтардан кейін дәнекерлеу үлгілерінің сынықтарынан да зерттеуге болады.

Макроқұрылымды зерттеу арқылы жіктің пішіні мен көлемін, оның құрылымын, дәнекерлеу қосылыстарындағы және негізгі металдағы әртүрлі ақаулардың болуын: шала пісірілімдер, сызаттар, шлак қосылыстары, қуыстар және т.б. анықтауға болады.

Тексеріліп отырған дәнекерлеу қосылысындағы дәнекерлеу жіктерінің макроқұрылымын зерттеу барысында, жіктің көлденең қимасы жазықтығынан ысымаларды дайындауға арналған темплет кесіліп алынады. Кейде, дәнекерлеу ваннасындағы жіктің кристалдануы сипатын анықтау үшін, ысыманы оның бойлық өзегі бойымен кесіліп алынған темплеттен дайындайды.

Ысыманың беті дәнекерлеу жігінің толық қимасынан тұруы қажет. Дәнекерлеудің орнатылмаған тәртібіне сәйкес келетін учаскені жою үшін, ысылмаған арналған үлгілерді жіктің басынан аяғаны дейінгі 20...30 мм қашықтықта кесіп алады.

Ірі объектінің макроқұрылымын тексеру барысында, алдымен оның сынамасын алады.

Сынама – бұл үлгілерге арналған дайындамаларды әзірлеуге арналған метал өнімі бөлігі.

Сынамадан дайындаманы, немесе темплетті кесіп алады.

Дайындама (темплет) – қажет болған жағдайда термиялық өңдеуден өткізілетін және үлгілерді дайындауға арналған, механикалық өңделген немесе өңделмеген сынама бөлігі.

Үлгі – механикалық өңделген немесе өңделмеген жіне сынақтарға дайындалған белгілі бір көлемдегі дайындама бөлігі.

Сонымен бірге, егер, тексерілетін объект, мысалы, шыбық орташа көлемде болса (диаметрі 30 мм), онда дайындама ретінде сынама қолданылады. Егер, тексерілетін объекті үлгінің көлемімен салыстырмалы көлемде болса, онда үлгі ретінде дайындама пайдаланылуы мүмкін.

Сынамалар, дайындамалар және үлгілер метал өнімінің неғұрлым сипатты аймақтарынан іріктелініп алынады. Құйылған металда құрылымдардың айырмашылықтары жылуды құйманың кимасы және биіктігі бойынша шығаруда, ал деформацияланған металда – металдың ішкі және сыртқы қабаттарының деформация- ларының әртүрлі деңгейлерінде.

Қимасы бойынша әртекті құрылымды дәнекерлеу қосылыста- рын зерттеу үшін тек көлденең ысылмаларды пайдаланады (беттері қосылыстың өзегіне перпендикулярлы), өйткені бойлық ысылмалар бұл жағдайда (беттері өзекке параллельді) қосылыстың құрылымы туралы дұрыс емес көрініс беруі мүмкін.

Сынамалар мен дайындамаларды отты (газбен кесумен) немесе суық (метал кескіш станоктарда немесе гильотина қайшыларда) тәсілмен іріктеп алады.

Сынамалар мен дайындамаларды іріктеу барысында, сонымен қатар үлгілерді дайындау барысында, құрылымның бұзылуына және қасиеттердің өзгеруіне алып келуі мүмкін, қыздыру мен тойтарудан (металдың иілу деформациялары ықпалымен беріктенуі) сақтауға арналған барлық шаралар қабылдануы қажет.

Сынамалар мен дайындамаларды отты тәсілмен кесіп алу барысында кесу сызығынан үлгінің шетіне дейін 15...20 мм әдіп, ал суық тәсілді пайдаланғанда бұл әдіп дайындаманың қалыңдығына тәуелді: 4; 4...20; 20...35 мм дейін және одан артық қалыңдықтағы дайындамалар үшін аталмыш әдіптіісінше 5; 10; 15 және 20 мм құрайды.

Дәнекерлеу қосылысы үлгісінің көлемдері мен пішіні зерттеу міндеттерімен, габариттік көлемдермен және зерттелетін объектінің конфигурациясымен анықталады. Әдетте, биіктігі 15...20 мм зерттелетін (ысылма) бетінің аумағы $2...3\text{ см}^2$ болатын цилиндр немесе тік бұрышты пішіндегі үлгілер кесіліп алынады. Зерттеушілердің қолдарын жаралап алмаулары үшін, үлгіден қылауларды алып тастайды, ал үшкір жиектерін егеумен егейді.

Қатты металдардан жасалынған темплеттің зерттелетін бетін (болаттар) өңдеу алдында теңестіреді және тегістейді, ал жұмсақ материалдардың беттерін егеумен егейді және сосын егеуұққұм қағазбен тегістейді.

Үлгілерді тегістеуге дайындау келесіден тұрады. Көлемдері жалпы- ға ортақтардан айтарлықтай кіші үлгілерден дайындалған ысылма- ларды дайындаудың қолайлылығы үшін, әртүрлі құра л- саймандарды дайындайды. Жұқа табақты материалдан жасалынған үлгілерді арнаулы қысқыштарда бекітеді. Ең қарапайым қысқыш, екі жиегінде бұрандаларға арналған саңылаулары болатын екі металдан жасалынған (коррозияға төзімді болаттан) тік бұрышты пластина- лардан тұрады. Бірнеше үлгілерді пакетке жинайды, пластиналар мен тартылатын бұрандалар арасында орналастырады.

Дөңгелек пішіндегі үлгілерді метал жақтауларға орнатады және жеңіл балқытылатын зат құяды.

Одан әрі зерттеу үшін үлгілерді жақтаулардан алу қажет етілмейтін жағдайларда, оларды пластмассамен (бакелитпен, III стиракрилмен, формвармен және т.б.) құю қажет немесе оған сығым- дау қажет. Бакелит пен формварға сығымдау тиісінше 7...50 МПа ($70...500 \text{ кгс/см}^2$) және 20 МПа (200 кгс/см^2) қысымдарымен 140 және 220 °С температураларында жүзеге асырылады. III стиракрил қатырғышты қосқан жағдайда бөлме температурасында 30...80 мин бойына полимерленеді.

Абразивті материалдар ұсталыған жыныстар болып табылады: табиғи (алмас, корунд, егеуқұм, гранат, кварц, кремнь, крокус – темір оксиді және т.б.) және, бетті дайындауға, тегістеуге және үлгілерді жылтыратуға арналған абразивтік аспаптармен бірге қолданылатын жасанды (синтетикалық алмас, эльбор – бор нитриді, электрокорунд, кремнийжәне бор карбидтері, алюминийоксидіжәне т.б.).

Абразивті материалдарды дайындау барысында жыныстарды жекелеген түйіршіктерге бөледі. Әрбір түйіршік қатты материалдың кристалдық жарықшағы және микрокескіш, ал түйіршіктер қабырға- лары – кескіш жиекболып табылады. Абразивті материалдың үлгінің бетімен қозғалысы барысында, түйіршіктердің кескіш жиектері метал қабатын сыдырады, түйіршік неғұрлым ірі болған сайын, бір өтпеден металдың қалың қабаты алынатын болады.

Дайын абразивтік материалдарәртүрлі көлемдердегі түйіршіктер- ден тұрады және бұл белгілері бойынша келесі фракцияларға бөлін- еді:шектік, ірі, негізгі, кешенді және ұсақ. Абразивтік материал негізгі фракцияларының түйіршіктері көлемдерімен (4.1-ші кесте) және бұл фракциялардың құрамымен (4.2-ші кесте) анықталатын (МемСт 3647 – 80)түйіршіктілігімен сипатталады.

Мысалы, түйіршіктілігі көлемі 50 болғанда, абразивтік материал- дың негізгі фракциясы 630...500 мкм құрайды.

Абразивтік материалдар түйіршіктерінің көлемдеріне байланыс- ты шлифтүйіршікті, шлифұнтақты, микроұнтақ және жұқа микроұ- нтақтарға бөлінеді. Түйіршіктілігі 200...16 болатын абразивтік материалдаршлифтүйіршіктіге, 12...3 – шлифұнтақтарға, М63..М14 – микроұнтақтарға, М10....М5 – жұқа микроұнтақтарға жатады.

Макро- және микрошлифтерді дайындау келесі жүйелі үдерістер- ден тұрады: жалпақ бетті дайындау, тегістеу және жылтырату.

4.2-ші кесте. Абразивтік материалдағы негізгі фракцияның түйіршіктілігі мен құрамының арақатынасы								
Түйіршіктілік индексі	Келесі түйіршіктіліктегі негізгі фракция құрамы, %							
	200...32	25...16	12...8	6...4	3	M63... M28	M20... M14	M10... M5
В	—	—	—	—	—	60	60	55
П	55	55	55	55	—	50	50	45
Н	45	43	45	40	40	45	40	40
А	41	39	41	36	36	42	37	37

Үлгілерді тегістеу мен жылтыратуды абразивтік материалмен (ұнтақпастамен) және абразивтік аспаппен (тегістеу шеңбері, қайрақ, тегістеу қағазы) жүзеге асыруға болады. Тегістеу қағазының барлық түрлерінің таңбалануы Мем Ст 5009 – 82,

6456—82, 10054—82 және 13344 – 82 сәйкес жүргізіледі, мысалы: суға төзімді 230*280 63С М50-ВА ГОСТ 10054 – 82.

4.2-ші кесте. Абразивтік материалдағы негізгі фракцияның түйіршіктілігі мен құрамының арақатынасы								
Түйіршіктілік индексі	Келесі түйіршіктіліктегі негізгі фракция құрамы, %							
	200...32	25...16	12...8	6...4	3	M63... M28	M20... M14	M10... M5
В	—	—	—	—	—	60	60	55
П	55	55	55	55	—	50	50	45
Н	45	43	45	40	40	45	40	40
А	41	39	41	36	36	42	37	37

Металдарды тегістеу және жылтырату үшін абразивтік материал ретінде арнаулы пасталар да пайдаланылады. Неғұрлым кеңінен қолданылатындары МОИ мен хром- алюминийден жасалған пасталар. Пасталар өңделетін металдың бетіне химиялық ықпалдар көрсететін ұнтақтардан, майлардан, байланыстырушы және беттік-белсенді заттардан тұрады. Абразивтік түйіршіктері көлемдеріне байланысты пасталар ірі, орташа және ұсақ болып бөлінеді. Металдарды тегістеуге және жылтырату үшін пайдаланылатын пасталар құрамдары 4.3-ші кестеде келтірілген.

Пасталарды пайдалана отырып тегістеу және жылтырату тек механикалық ғана емес, сонымен қатар химиялық-механикалық өңдеу болып табылады. Пастамен өңдеген жағдайда, беттің ұсақ шығып тұрған орындарында сульфидтер немесе оксидтер пленкасы түзіледі. Үйкелу жағдайында бұл пленкалар металдың шығып тұрған орындарынан жылдам алынып тасталынады және үлгінің беті теңестіріледі.

Егер, тегістеуді қолмен істесе, паста алдын-ала керосиннің бірнеше тамшысымен ылғалдандырылған әйнек плитаға біркелкі қабатпен жағылады. Пастамен өңдеу сызықіздер толық кеткенге дейін жалғасатын болады. Үлгіні өңдеу үдерісінде паста бұзылады, яғни қараяды. Жұмыс істеп біткен пастаны плитаны керосинмен сүрте отырып матамен алып тастайды. Пастаның әр түрі үшін (ірі, орташа және жұқа) жеке плита қарастырылған.

Станокта тегістеу жағдайында паста керосинмен жеңіл сүртілген, металдан жасалынған шеңбердің жақсылап тегістелген бетіне біркелкі етіп жағылады.

4.3-ші кесте. Металдарды тегістеуге және жылтыратуға арналған әртүрлі пасталардың құрамдары, %,

Компонент	МОИ пасталары			Хром-алюминий пасталар		
	Жұқа	Орташа	Ірі	Жұқа	Орташа	Ірі
Хром оксиді	72	76	86	32	35	37
Алюминий оксиді	—	—	—	32	35	37
Стеарин	24	20	12	30	24	20
Олеин қышқылы	1,8	1,8	—	3	3	3
Керосин	2	2	2	2	2	2
Сода	0,2	0,2	—	1	1	1

Жылтырату барысында паста керосинмен жеңіл-желпі сүртілген матаға (шұға, фетр) жағылады. Жылтырату үдерісі 3..5 минутқа созыла- ды.

Үлгінің бүйіржақ бетін тегістеу айналмалы тегістеу шеңберімен немесе егеумен жүзеге асырылады. Шеңбердің айналымының үлкен жиілігі жағдайында, бетті өңдеу сәл басып отырып және суытуды қолдана отырып жүзеге асырылады. Үлгінің қатты қызуы және күшті механикалық ықпал, оның микроқұрылымының өзгеруіне алып келуі мүмкін, бұл зерттеудің қате нәтижелеріне алып келеді. Өңделген бет жазық, үйіндісіз болуы қажет.

Металлографиялық үлгілерді тегістеудің екі тәсілі бар қолмен және механикалық.

Тегістеудің қолмен істелінетін тәсілінде көлденең орналасқан жалпақ төсемеге (қалың әйнек немесе метал табағы), тегістеу қағазын орналастырады, ал оған бүйіржақ бетімен үлгіні қояды және оның жеңіл баса отырып тегістейді. Ысылмада тек қағаздың сызық іздері ғана қалғанда тегістейді тоқтатады.

Тегістеу қағазын төсемеден алады және ондағы үгітілген абразивтік түйіршіктер мен метал бөлшектерін қағады. Төсеме мен ысылмадан абразивтік түйіршіктерді таза жұмсақ матамен немесе мақта тығынмен кетіреді. Бұдан кейін тегістеу бойынша операцияны неғұрлым ұсақ түйіршікте тегістеу қағазымен қайталайды, бұл ретте үлгінің қозғалысы бағыты, алдыңғы өтпеден кейін қалған сызықіздерге перпендикулярлы болулары қажет.

Тегістеу бойынша операцияны, сонымен бірге кішіреймелі түйіршікті қағазды жүйелі түрде пайдалана отырып және қалған сызық іздерді толықтай жою үшін ысылма қозғалысы бағытын 90° әрбір рет өзгерте отырып бінеше рет қайталайды. Ең ұсақ түйіршікті қағазбен тегістеуді аяқтап, үлгіні ағынды сумен жуады және жылтыратады.

Металлографиялық үлгілерді механикалық тәсілмен тегістеу, электр қозғалтқышымен қозғалысқа келтірілетін бір немесе бірнеше металдан жасалынған шеңберлермен жабдықталған арнайы тегістеу станокта- рында орындалады.

Механикалық тәсілмен тегістеу барысында үлгілер жиі қызып кетеді және оларды әлсін-әлсін суда салқындатады.

Тегістеу қағазын сақтағанда, ірі абразивті түйіршіктердің ұсақ түйіршікті қағаздарға түспегенін қадағалау қажет, өйткені бұл ысылма- ның бетінде терең сызық іздердің пайда болуына алып келуі мүмкін.

Ысымаларды жылтыратуды олардың беттерін қорытынды теңестіру мақсатында және оған айналық жылтырлықты беру үшін жүзеге асырылады. Ысымаларды жылтырату үшін екі тәсіл қолданылады: механикалық және электролиттік.

Механикалық тәсілмен жылтыратуда жұмыс істеу принципі тегістеуіштікіндей жылтыратушы станокта пайдаланады. Кейде тегістеу және жылтырату үшін бірдей станок пайдаланылады.

Жылтыратушы станоктың үстіне, сұйықтықты бұруға арналған келте құбырлы қаптамада орналастырылған, жылтырату шеңберіне берілетін жіңішке түтікше арқылы жылтыратушы сұйықтыққа арналған бак орнатылады. Жылтыратушы шеңбер жұмсақ матамен жабады (шұғамен, фетрмен, драппен, жібекпен және т.б.), өңделетін метал жұмсақ болған сайын, пайдаланылатын матаның құрылымы да жұқа болуы қажет. Егер, ысымалдан сынғыш фазалар үгітілетін болса, оны түксіз матаның көмегімен жылтырату қажет.

Жылтыратушы шеңбердің айналу

жылдамдықтары тегістеуіш шеңбердікіндей ($200... 1\ 300\ \text{мин}^{-1}$), коспалар неғұрлым жұмсақ болған сайын, шеңберлердің айналу жиіліктері де соншалықты төмен болуы қажет. Жылтырату барысында ысыманы, бүкіл бетті неғұрлым біркелкі өңдеу мақсатында әлсін-әлсін бұрып отырады.

Электролиттік жылтырату барысында тегіс жылтыраған металдың беріне қол жеткізу, оның микрорельефі дөңес орындарының анодық еруі нәтижесі болады. Ысымаларды электролиттік жылтырату үшін арнаулы қондырғыны пайдаланады. Жылтыратуға дайындалған ысылма – анодты – тұрақты тоқ тізбегіне қосады және электролитке толтырылған электролиз ваннасына орналастырады. Катод ретінде метал пластина қолданылады. Жылтырату үдерісінің біркелкі жасалуы үшін, электролит электрлік немесе механикалық араластырғышпен араластырылады.

Электролиз ванналары қышқылға төзімді материалдардан жасалынады: қыздырылмайтын ванналар – әйнектен, фарфордан немесе фторопластан, ал қыздырылатындар – коррозияға-төзімді болаттан жасалынады. Катодтар табақ металдан кесіліп алынады – мыстан, қорғасыннан, коррозияға-төзімді болаттан және т.б..

Металдарды электролиттік жылтырату үшін электролиттің әртүрлі құрамдары пайдаланылады. Бірдей құрамды электролитте көбіне, үдеріс тәртібін өзгерте отырып әртүрлі металдарды жылтыратуға болады.

Әрбір метал – электролит жұбы үшін жылтыратудың оңтайлы параметрлері таңдалып алынады: температура, кернеу, тоқ тығыздығы, үдерістің ұзақтығы және катод материалы.

Электролиттік үдерістер тәртіптері параметрлері, компоненттер және біркаатар электролиттердің міндеттері 4.4-ші кестеде келтірілген.

Әртүрлі металдардан жасалынған микрошлифтерді дайындау ерекшеліктерін қарастырайық. Кеуекті материалдардан (сұр шойын) немесе жеңіл үгітілетін қосылыстары бар материалдардан дайындалған ысылмаларды дайындаған жағдайда, қорытынды жылтырату алдында үлігі 70... 80°C дейін қыздырады және балқытылған парафинге салады. Үлгіні суытқаннан кейін парафиннің артықтарын ысылманың бетінен мақталы тығынмен кетіреді және ысылманы шұғада жылтыратады.

Жұмсақ металдардан (алюминий, мыс және т.б.) жасалынған үлгілерді жылтырату барысында, жылтырату қағазына парафин немесе оның керосиндегі ерітіндісі қабатын жағады.

Бетті дайындауды, жылдам тотықтанатын металдарды тегістеу және жылтыратуды МОИ пасталарын және скипидарды пайдалана отырып жүзеге асырады. Жылтыратудың соңғы кезеңінде шеңберді скипидармен сүртеді және операция аяқтала салып ысылманың бетіне 0,1...0,2 г кедр майынан немесе 10 мл күкірт эфирінде ерітілген канада бальзамынан тұратын құрамды жағады. Эфир ұшып кеткеннен кейін ысылмада, беттің қышқылдануына кедергі келтіретін жұқа түссіз пленка қалады. Өңдеу алдында бұл пленканы эфирге салынған мақта тығынымен сүртеді.

Қатты металдардан және болаттардан жасалынған ысылманы механикалық тәсілмен дайындайды: үлгілерді олардың шамамен 800 мин⁻¹ болатын айналымдары жиілігінде шойын дискілерде тегістейді. Абразивтік материал ретінде түйіршіктерінің көлемі 2.5 мкм (МемСт 9206 – 80) болатын алмас ұнтақты спирт қоспасын пайдаланады. Жылтыратуды түйіршіктерінің көлемі 1...2 мкм болатын алмас ұнтақты май суспензиясына шylanған ағаш дискіде орындайды.

Қатты қоспаларды көлемі 2 мкм дейінгі оған батырылған алмас ұнтақты жұқа шұғада жылтыратуға болады. Бұл ретте шұғаның бетін парафиннің жұқа қабатымен майлайды.

Ысылмаларды химиялық өңдеу үшін қышқылдар, тұздар немесе сілтілер ерітінділері пайдаланылады. Макрошлифті өңдеу нәтижесінде негізгі метал мен жік металының, термиялық ықпал ету аймағы мен жылу ықпалына түспеген аймақ, сонымен қатар көп қабатты дәнекерлеу барысында жіктің жекелеген қабаттары арасындағы шекаралары айқын анықталады. Ірі макрошлифтерді өңдеу, реактивтерді оларға жаға отырып сорғыш шкафтарда, ал ұсақтарын өңдеу

— ерітіндіге сала отырып жасалынады. Макроқұрылымды анықтау бойынша жақсы нәтижелерді үлгілерді қышқылдарда, қышқылдар қоспаларында немесе хлоридті қышқылдар қоспаларында терең өңдеу қамтамасыз ететін болады. Бейорганикалық қышқылдардың неғұрлым әмбебабы азоттық болып табылады.

4.4ші кесте. Электродиттік жылтырату тәртіптері параметрлері, компоненттер және бірқатар электродиттердің міндеттері

Электродит компоненттері	Жылтырату тәртібі параметрлері				Электродит міндеті
	Тоқ тығыздығы, мА/см ²	Кернеу, В	Үдеріс ұзақтығы, с	Катодматериалы	
Хлорлы және мұздай сірке қышқылы	400... 800	25...30	15...30	Коррозияғатөзімді болат	Таза темір мен аустениттік болаттарды 20... 30 °С температурасындажылтырату
Күкірт қышқылы	300... 1 000	25...30	180...600	Қорғасын	Коррозияғатөзімді болатты 80... 90 °С температурасында жылтырату
Күкірт қышқылы	300...400	—	180...300	»	Никельді 40 °С температурада жылтырату
Ортофосфорлық және күкірт қышқылы, су	100	2,2	600...900	Мыс	6 % дейінгі қалайыдан тұратын мысты температурада жылтырату
Ортофосфорлық қышқыл, хром триоксиді, су	50...80	—	30	Коррозияғатөзімді болат	Алюминийді 60 °С температурада жылтырату
Хром ангидридi, су	30... 100	6	30... 90	Сондай	Болатты өндеу

25... 50 Қымыздың қышқыл, су	30... 120 100	3 ...6	15	»	Коспаланған болаттарды емеу
Пикрин қышқыл, Калий немесе натрийгидроксиді, су	2... 5	30... 120	»	Сондай	
Аммиак (шоғырландырылған)	20	4... 6	0 то 0	»	Никельді емеу
Темір сульфаты, күкірт қышқыл, су	5	8 ... 10	15	Медь	Мысты емеу
Калий немесе натрийгидроксиді, су	5	4	120 ... 240	»	Магний қоспаларын емеу

Көміртекті болаттардан, сонымен қатар құрамында никелі бар болаттардан жасалған дәнекерлеу жіктерін терең өңдеу үшін 50%-дық азот қышқылының су ерітіндісін қолданады. Құрамында хромы бар болаттардан жасалған дәнекерлеу жіктерін терең өңдеу үшін 50%-дық тұзы қышқылының су ерітіндісін қолданады. Болаттарды өңдеуге арналған таңдаулы эмбебап реактивтердің бірі азот қышқылының хлоридтермен қоспасы болып табылады.

Төмен көміртекті төмен және орташа қоспаланған болаттардан жасалған дәнекерлеу жіктеріндегі кристалданған қабаттарды анықтау үшін, үлгілерді өңдеуді ондағы феррит құрамдас бөлігінің таңдамалы ерітіндісіне негізделетін, күкірт, хром немесе пикрин қышқылы ерітіндісінде жүргізеді. 20%-дық күкірт қышқылының су ерітіндісін де өңдеуді 10...12 сағат бойына 80...100 °C температурасында орындайды.

Дәнекерлеу жіктері химиялық құрамының әртектіліліктерін анықтау үшін, сонымен бірге мыс иондарынан тұратын беткі өңдеу реактивтерін жиі пайдаланады. Мұндай реактивтер күкірт пен фосформен қанықтырылған учаскелерді айқын анықтайды (олар әдетте басқа учаскелерге қарағанда жарығырақ).

Металдағы күкірт пен фосфор анықтау үшін, келесілерден тұратын ізтаңбалар әдісін қолданады. Макрошлифтерді дайындау үшін алдын-ала 8...10 минут бойына 5%-дық күкірт қышқылының су ерітіндісінде ұсталынған бром-күмісті фотоқағазды жабады және оны қысады. 3...5 минуттан кейін бұл қағазды мұқият алады және күкірт қосылысымен жанасатын және сондықтан қоңыр түске боялған учаскелерді тіркейді. Фотоқағаздың орнына фотопленканы қолдануға болады, бұл алынған ізтаңбаларды көбейтуге мүмкіндік береді.

Фотоқағаздағы ізтаңбалар әдісімен жік металындағы тек күкірттің, фосфордың және темір оксидтерінің қосылыстарын ғана емес, сонымен қатар оның ірі ақаулары – сызаттар мен шала пісірілімдерді де анықтауға болдады. Терең өңделген ысылмадағы байқалатын көріністі, типографиялық тәсілмен қағазға жылдам шығаруға болады. Бұл үшін ысылмаға резеңке шпательдің көмегімен типографиялық бояудың жұқа қабатын жағады және оның дөңес учаскелерінен бояуды кетіру үшін құрғақ тығынмен сүртеді. Сосын, ақ қағаздың ылғал парағын резеңке төсемеге бекітеді, дайындалған ысылманы осы қағазға салады және сығымдауышта қысады.

Металдың макроқұрылымын үлгілерді механикалық және технологиялық сынағаннан, сонымен қатар дәнекерлеу бөлшектері бұзылғаннан кейін зерттелетін тікелей дәнекерлеу жігі сынықтарында зерттеуге болады.

Сынық бойынша бұзылудың сипатын (иілгіштіік немесе сынғыш- тық), сонымен қатар жік ақауларын анықтауға болады: қуыстар, қалқандар, металдық емес қосылыстар, шала пісірілімдер және сызат- тар.

Жылтырлаусыз талшықты сұр сынық жоғары иілгіштікке және соққы тұтқырлыққа ие материалдарға, ал ірі түйіршікті жылтыраулы – төменгі соққы тұтқырлыққа ие сынғыш металға тән. Жіктің сынығын- дағы ақшыл дақтар (оксид пленкалар), тексерудің белгілі бірде-бір физикалық әдістерімен анықталмайтын, ақаулардың бар екендігі туралы куәлік береді.

Дәнекерлеу қосылысының микроқұрылымын зерттеу. Аталмыш келісім макроқұрылымды зерттеуге қарағанда, дәнекерлеу қосылысы құрылымын неғұрлым терең зерттеуге мүмкіндік береді.

Дәнекерлеу қосылысы микроқұрылымы бойынша келесіні белгіле- уге болады:

- жік металы және термиялық ықпал ету аймағы;
- негізгі металдағы және қосылыстың әртүрлі учаскелеріндегі металда көміртектің шамалас құрамы;
- дәнекерлеудің шамалас тәртібі және жік металы мен термиялық ықпал аймағының салқындау жылдамдығы;
- дәнекерлеу жігі қабаттарының саны, жіктер ақаулары және құрылымы.

Дәнекерлеу жіктерінің микроқұрылымдарын зерттеуге арналған үлгілерді, макроталдауға арналғандай етіп дайындайды. Микрош- лифтің бетінің көлемдері 20 x 20 мм аспауы қажет.

Микроқұрылымды анықтау 10 мкм артық емес қалыңдықтағы қабатты кетіруге мүмкіндік беретін, терең емес өңдеумен жасалынады. Микроқұрылымды химиялық өңдеумен анықтау принциптері, макроқұрылымды зерттегендегідей болып табылады. Бірақ, микроқ- ұрылым 50 – 2 000 есеге ұлғайтылғанда металлографиялық микрос- коптарда және электрондық микроскоптарда 100 000 есе ұлғайтылған- да зерттелетіндіктен, микроөңдеуде алынатын рельефтің болмашы ғана тереңдікте болуы қажет. Тиісінше, бұл жағдайда жұқа қабаттарды біртіндеп кетіретін аз белсенді өңдеуіштерді қолдану қажет.

Көміртекті, сонымен қатар төмен және орташа қоспаланған болат- тарды микроөңдеу үшін, өңдеуіштер ретінде көбіне спирттегі қышқыл- дардың әлсіз ерітінділері пайдаланылады. Неғұрлым кеңінен 2..5%- дық этил спиртіндегі азот қышқылының ерітіндісі.

Өңдеу келесі түрде жүргізіледі. Үлгінің мұқият жылтыратылған және спиртпен майы алынған бетін реагентке салады және қажетті уақыт бойына ұстайды. Өңдеудің ұзақтығы, бірінші кезекте металдың химиялық құрамына тәуелді: металда қоспаланған қоспалардың құрамы жоғары болғанда, өңдеу ұзақтығы әдетте ұлғайтылады. Соны- мен қатар, металдың құрылымдық қалпы да маңызды мәнге ие: троос- тит және троостосорбит қарқындырақ өңдейді, ал феррит пен мартен- сит баяуырақ өңдейді.

Үлкен ұлғайтылу жағдайында, дәнекерлеу жіктерінің ұсақ құрамдас бөліктерін зерттеу үшін өңдеуді неғұрлым мұқият өткізу қажет болған- да, пикрин қышқылы ерітінділері пайдаланылады.

Алюминий қоспаларының дәнекерлеу жіктерінің микроқұрылымда- рын зерттеу үшін, реактив ретінде 0,5%-дық плавиктік қышқылдың су ерітіндісі пайдаланылады.

Дәнекерленетін коррозияға төзімді болаттар микрошлифтерін дайындау үшін, әдеттегі өңдеуге қарағанда, микроқұрылымның неғұрлым біркелкі анықталуын қамтамасыз ететін электролиттік өңдеуді қолдану қажет. Электролиттік өңдеу сонымен бірге төмен орташа қоспаланған болаттар үшін де қалыпты. Оны неғұрлым тиімді пайдалану, ысымалар беттері сапасы өте жоғары болуы қажет (элек- тронды-микроскоптық зерттеулер үшін) жағдайларда пайдаланған өте тиімді және бұл ретте беткі қабаттағы тойтармалар іздерін жою қажет.

Микрошлифті зерттеу әдетте келесіден тұрады. оны жалтыратқан- нан кейін (өңдеуге дейін) қуыстардың, оксид пленкалардың және жіктегі микросызаттардың болуын анықтау үшін, 100 – 500 есеге ұлғайта отырып микроскоппен зерттейтін болады. Микрошлифтің ақ фонында металдық емес қосылыстарда қара дақтар болады. Микросы- заттар жұқа қара иірімелі қисық сызықтар түрінде көрінеді. Өңдегеннен кейін микрошлифті микроскоппен зерттейді және бүкіл қима бойынша дәнекерлеу жігінің құрылымын анықтайды (құрылымдық құрамдастар- дың түрлері мен арақатынасы, карбидтердің, нитридтердің, сульфидтік және оксидтік қосылыстардың болуы және бөлінуі).

Зерттеулер микрошлифтер дайындалғаннан кейін дереу зерттеулер жүргізілмеген немесеузілістермен көп реттік орындалуы орындалған жағдайда, олардың сақталуын қамтамасыз етуі қажет. Сақтау барысын- да ысыманың беті қышқылданудан қорғалуы қажет болатындықтан, ысыманы жылтырату және жуу барысында пассивтелуші ерітінді пайдаланылады, сонымен қатар оларды әсіресе спиртпен мұқият жуады және құрғатады.

Егер, шлифті ұзақ уақыт сақтау меңзелсе, онда оның бетін күкірттік эфирдегі (100 см^3) кедрлық май ерітіндісінің ($0,1...0,2\text{ см}^3$) жұқа қабаты- мен жабылады. Бұл кезде түзілетін айқын пленка ысыманы зерттеуге кедергі келтірмейді және бензиннің көмегімен жеңіл кетіріледі.

Сақтау үшін ысылмаларды, ол арқылы ауа өтетін, төменгі конустық бөлігінен және саңылаулы жұқа метал немесе фарфор қоршаумен бөлінген жоғарғы цилиндрлік бөліктен тұратын айқын ыдыс – эксикаторға орналастырады.

Мұндай ыдыстың үстінен фланеці бар қиюластырылған қақпақпен тығыздалып жабылады (эксикаторды ашқан жағдайда қақпақ жылжытылады, көтерілмейді). Ысылмалар тотықпауы үшін, эксикатордың төменгі бөлігіне ылғалды жақсы жұтатын гидроскопиялық заттар – кальций хлориді қабаты орналастырылады (эксикаторға төгу алдында одан ылғалды толық шығару үшін қыздырылады).

Ысылмаларды дайындау үдерісінде белгілі бір қауіпсіздік ережелерін сақтау талап етіледі.

Барлық операцияларды арнайы желдетілетін ғимаратта орындау қажет. Тегістеу және жылтыратылған станоктарда жергілікті сорғыштар орнатылуы қажет.

Арнаулы киімде жұмыс істеу қажет – жеңдері шеңбер айналған езде станокқа түсуіне жол бермеу үшін түймеленуі қажет халатта, ал көздері абразив түсіп кетпеуі үшін көзілдірікпен қорғалуы қажет.

Механикалық тегістеу және жылтырату барысында ысылманы, ол шығып кетпеуі және жарақаттамауы үшін қолда мықтап ұстау қажет.

Ысылмаларды дайындау және өндеуге арналған реактивтер мен электролиттерді жасағанда айрықша сақтықты көрсету талап етіледі. Көптеген жағдайларда, бұл адам организміне зиянды ықпалдар жасайтын ерітінділер және қышқылдардың, тұздардың және сілтілердің қоспалары болып табылады. Тері қабаттарына түсе отырып (тамшылар, шашырандылар немесе ағыстары түрінде) және шырышты қабық (булар түрінде) түсе отырып, зиянды заттар әртүрлі дәрежедегі күйіктерге алып келеді, сонымен қатар жергілікті немесе жалпы улы әрекеттер көрсетеді.

Неғұрлым қатты күйлерге азот және тұз қышқылдары алып келеді («патша арағы»). Бұдан әрқашан қышқылдар зиянды ықпалдарының қарқындылықтары бойынша келесі тәртіпте орналасады: күкірттік және хром қышқылдары (хром қоспасы), азот, күкірт, плавиктік, хром, тұз, сірке, сүт, ортофосфорлық, қымыздыққышқылы және басқалар. Ыстық қышқылдар және қоспалар зақымданған учаскелердің күйіне алып келуі мүмкін.

Қатты күйіп қалулар сілтілердің шоғырланған ерітінділерінің ықпалдарында да мүмкін болады (мысалы, күйдіргіш натрды).

Электрмен жылтырату және ысылмамен өндеу барысында бөлінетін үлкен көлемде жұтылатын газдар, шырышты қабық күйіп қалуларына және организмнің улануына алып келуі мүмкін, сондықтан зиянды заттармен жұмыс істеу барысында, сақтықтың арнаулы шараларына қатынасу қажет.

Қышқылдар мен басқа да күйдіргіш сұйықтықтарды төккенде, сонымен қатар қатты күйдіргіш заттарды бөлшектегенде, арнайы киімді кию қажет: резеңкеленген алжапқыш, етіктер, резеңке қолғап- тар және қорғаныс көзілдіріктер.

Зиянды сұйықтықтар төгілген жағдайда, еңкіш штативтер немесе грушасы бар әйнек түтікшелер қолданылуы қажет. Бөтелкеден төгуді асқан сақтықпен жүзеге асыру қажет.

Бөлшектеу барысында едкий заттарды, олардың ұсақ бөлшектері көзге, қолға және киімге түспеуі үшін матаға орау қажет. Күйдіргіш заттарды өлшеу, еріту және электрлі жылтыратуды тек арнаулы ғимаратта және сорғыш шкафта, қорғаныс көзілдіріктері мен резеңке қолғаптарды кие отырып жасау қажет. Ғимаратта сонымен қатар бейтараптандырушы ерітінділер және алғашқы көмек көрсетуге арналған құралдары бар дәрі қобдишасы болуы қажет.

Электродиттерді және өңдеуіштерді жасау барысында, едкий сұйықтықтарды үлкен бөтелкеден тек кеңіткіштен арнаулы пипеткалармен іріктеп алады.

Улы және күйдіргіш сұйықтықтарды әйнектен жасалған жұқа қабырғалы ыдыстарда сақтауға болмайды. Қсопаларды дайындаған- да зиянды сұйықтықтары бар сауыттарды мойнынан ұстамайды, астынан немесе түбінен ұстайды, ал оларды ашқанда аузын беттен бөлек бағытқа бұрады.

Үлкен жылу мөлшерін бөлетін заттарды (қышқылдарды, сілтілерді және т.б.) еріту және араластыруды, қалың қабырғалы ыдыстарда жүзеге асыруға болмайды, өйткені әркелкі қыздыруға байланысты, олар жарылулары мүмкін. Күкірт қышқылын араластыру үшін, оны біркелкі араластыра отырыпжіңішке ағынмен суық суға құю қажет. Суды күкірт қышқылына құйғанда, жылудың үлкен мөлшерінің бөлінуі салдарынан, оның қатты шашырауы немесе ыдыстың ақау алуы мүмкін. Күкірт қышқылын тек құрғақ ыдысқа құюға рұқсатетіледі.

Хром қышқылынан тұратын су электродиттерін, онда алдымен фосфорлық, ал сосын күкірт қышқылын еріте отырып, жүйелі түрде араластыра отырып жасайды.

Құрамына хлор қышқылының үлкен мөлшері кіретін электролит- тер жарылуы мүмкін. Мұндай электродиттерді жасағанда, оған соңында шамамен 15 °C дейін суытылған, ерітіндіге баяу құяды.

Зиянды және улы заттарды тек сорғыш шкафқа орналастырылған моншада (ауалы, сулы, құмды) ғана қыздыру қажет.

Жұмыс аяқталғаннан кейін, арнайы киімге тиген зиянды заттарды бейтараптандыру, ал қатты ластанған киімді жуу қажет

Химиялық талдау материалдарды құрамы бойынша брақтауға жән дәнекерлеу қосылысындағы ақаулардың пайда болулары себептерін анықтау қызметін атқарады. Қосылысты зерттеу бары- сында әдетте жіктің негізгі, қоспа (электродтар мен сымдар) жіне балқытылған металдарына химиялық талдау жасайды.

Жік металына талдау жасау барысында, ондағы көміртектің, кремнийдің, маргенецтің және қоспаланған элементтердің мәндерінің, дәнекерлеудің әртүрлі тәсілдері үшін ұсынылатын мәндерге, электродтар маркаларына, негізгі метал құрамдарына және т.б. сәйкес келуін анықтау қажет. Бұдан бөлек, болаттағы зиянды элементтердің (күкірттің, фосфордың және т.б.) рұқсат етілетін шектерден аспауын білу маңызды. Бірқатар жағдайларда, әсіресе жабындының жаңа құрамын немесе дәнекерлеу технология- сын әзірлеу барысында, сонымен бірге жік металына азот, оттегі және сутегі құрамын анықтауға арналған талдау жүргізіледі.

Жаңқалар түріндегі химиялық талдауға арналған сынамаларды, оларда негізгі металдың шағын мөлшері болатындай етіп, МемСТ 7122 – 81 сәйкес іріктеп алады. Кейде жаңқаларды механикалық сынақтарға арналған үлгілерден алады.

Талдау үшін қажетті жаңқаның салмағы тексерілетін химиялық элементтер санына тәуелді: көміртекті анықтау үшін 3..5 г жаңқа жеткілікті, азот пен оттегіні анықтау үшін – 50...60 г, ал құрамға толық талдау жүргізу үшін – 50 г жеткілікті.

Жаңқаның майы спиртпен немесе эфирмен кетірілуі қажет. Оттегі мен азоттың құрамын ыстық экстракция әдісімен немесе жаңқаны вакуумда арнайы муфель пештерде балқыту арқылы анықтайды. Егер, алынған нәтижелер күдікті болса, онда кем дегенде екі сынаманы қайталап алады.

Сынаманы алу қиынға түскен жағдайда, дәнекерлеу жіктерінің химиялық құрамын, жоғары дәлдікпен жік металына кіретін эле- менттер санын анықтауға мүмкіндік беретін, арнаулы аспаптар – спектрометрлерде орындалатын спектралды талдаудың көмегімен анықтайды. Спектралды талдауда үлгінің бетінде микродоғаны жағады. Бұл доғаға келіп түсетін металдар булары, аналитикалық сызықтарға бөлінетін өздеріне тән спектрді құрайды. Бұл сызықтар- ды эталондық сызықтармен салыстыра отырып, қоспадағы элемент- тердің сандық және сапалық құрамын анықтайды.

Метал құрылымын зерттеудің тәсілдерінің бірі радиоактивті изотоп- тарды қолдануға негізделген. Металдың құрамын зерттеу үшін көбіне, жікке сым немесе негізгі метал арқылы енгізілетін күкірт пен фосфордың радиоактивті изотоптары пайдаланылады. Құрамында радиоактивті изотоптары бар жіктерден, олардың фотопенкадағы немесе фотоқағазда- ғы ізтаңбаларын бұл изотоптардың таралу сипаттары көрсететін ысылма- лар дайындалады: неғұрлым күңгірттену олардың максималды шоғырла- нуы үшін жауап береді. Изотоптардың таралулары сипаты бойынша, жік металындағы химиялық элементтердің тиісті бөлінуін және олардың дәнекерлеу үдерісіндегі жанып кетулері жылдамдықтары анықталады.

Дәнекерлеу қосылысының коррозиялық қасиеттерін бағалаған жағдайда коррозия жылдамдығы, механикалық, физикалық электрхимия- лық және басқа да қасиеттерін, ал бұзылуға кедергісін бағалау барысында – шытынағанға дейінгі уақыт немесе циклдер саны, шектік кернеулер, кернеулердің қарқындылықтары коэффициенттері және т.б. тәрізді көрсеткіштерді пайдаланады.

Пайдаланушылық-коррозиялық беріктігін бағалау үшін дәнекерлеу қосылыстары мен негізгі металға ширықпаған және ширыққан қалыптар- да салыстырмалы сынақтар жүргізіледі.

Дәнекерлеу қосылыстарының коррозиялық төзімділіктерін бағалауға арналған сынақтар әдістері келесілерге бөлінеді:

- мақсатты міндеті бойынша;
- сыналатын нысан типі;
- ширыққан қалпы түрі;
- пайдаланылатын орталар типтері;
- коррозиялық бұзылулар түріне байланысты төзімділік көрсеткіштері бойынша.

Мақсатты міндеті бойынша келесілерге арналған сынақтар топтары болып бөлінеді:

- бұйымның бұзылымының себептерін, сипатын, кинетикасын және жалпы механизмін анықтау үшін;
- бұйымды дайындау материалын, конструкциясын және технология- сын негізделген таңдау үшін;
- конструкциялардың бас тартулары себептерін анықтау барысында сарапшылық типтегі міндеттерді шешу үшін.

Сонымен бірге, пайдалану жағдайларына, бұзылулар себептерін анықтауға, бұзылудың қарсыласуын арттыру бойынша шараларды әзірлеуге талдау жүргізу қарастырылады.

Зерттелетін нысан типі бойынша үш түрлі сынақтар болып бөлінеді: үлгілерді салыстырмалы сынау;

- конструкция элементтерін, тораптарын және макеттерін модельдік сынау;
- конструкцияларды заттай сынаулар.

Агрессивті орталарда пайдаланылатын конструкциялардың төзімділіктерін, беріктіктерін және сенімділіктерін ғылыми негізделген бағалау үшін, барлық үш түрлі сынақтарды жүргізу қажет.

Зертханалық және заттай жағдайларда өткізілетін үлгілерді сынау, салыстырмалы түрде қарапайым және бірқатар принципіал- ды сұрақтарды шешуге мүмкіндік береді: бұзылыстар механизмін анықтау, бірқатар факторлардың ықпалына салыстырмалы баға беру

және т.б.

Мұндай сынақтар қажет, бірақ олар сенімділік пен беріктікті негізделген бағалау үшін жеткіліксіз, өйткені үлгілерде жүктеу мен пайдаланудың шынайы шарттарын тудыраудың қиындығымен байланысты бұл сынақтардың нәтижелерін тікелей конструкцияға са л у ғ а б о л м а й д ы . З а т т а й с ы н а қ т а р к о н с т р у к ц и я л а р д ы ң сенімділіктері мен беріктіктерін тікелей бағалауға мүмкіндік береді, бірақ олар ұзақ мерзімді, қымбат және толықтай дәрежеде әртүрлі конструктивтік және технологиялық факторлардың ықпалын дифференциалды бағалауды қамтамасыз етпейді.

Өнімдердің конструктивті және технологиялық ерекшеліктерін және оларды пайдалану шарттарын есепке алатын конструкциялар элементтерін, тораптарын және макеттерін модельдік сынаулар, үлгілердің зертханалық сынаулары (қарапайымдылық, үнемділік, салыстырмалы аз ұзақтық) және конструкциялардың конструктивтік және технологиялық ерекшеліктерінің ықпалдарын бағалаудың әртүрлі үйлесімдеріндегі және дифференциалдық бағалнулары мүмкіндіктері артықшылықтарының үйлесімінен тұрады.

Үлгілердің барлық сынақтары екі кезеңде өткізіледі:

1) жүктемесіз жалпы және жергілікті коррозияға төзімділік сынақтары (бұл сынақтардың нәтижелері қажет, бірақ олар матери- алдың ширыққан конструкциясындағы беріктігін бағалау үшін жеткіліксіз);

2) ширыққан қалыптағы коррозиялық бұзылымдарға беріктігін сынау (бірінші кезең сынақтарының жағымды нәтижелеріне қол жеткізілген жағдайларда өткізіледі).

Барлық сынақтар шартты түрде негізгі – төзімділікті, беріктікті және сенімділікті (салмақтық, профилографиялық, механикалық, ширыққан қалыптағы шытынауға төзімділік және т.б.) бағалау және есептеу барысында айқындаушы болып табылатын – негізгі, корро- зиялық бұзылымдардың механизмі мен себептерін зерттеуге мүмкіндік беретін (электрохимиялық, металлографиялық, электро- ндыскопиялық және т.б.) - арнаулы болып бөлінеді. Сонымен бірге дәнекерлеу қосылыстарының қасиеттері негізгі металдың қасиеттер- імен салыстырылады.

Сынақтардың қарастырылған түрлерін заттай сынақтар нәтижелері бойынша конструкциялардың қорытынды бағалануымен үйлестіре пайдалану тиімді.

Уақытты үнемдеу мақсатында ширыққан және ширықпаған қалыптардағы сынақтарды параллельді өткізу тиімді.

Өндірістік орталардағы салыстырмалы талдау мен сынақтарды орындау үшін арнаулы орталарда өткізілетін жылдамдатылған сынақтар ерекшеленеді. Соңғылары коррозиялық төзімділік туралы деректерді тікелей алуды қамтамасыз етеді, бірақ үдерістің ұзақтығымен байланысты қандай да бір конструктивтік және технологиялық факторлардың ықпалын шұғыл бағалауға мүмкіндік бермейді, сондықтан іс жүзінде коррозиялық сынақтардың жылдамдатылған әдістері кеңінен пайдаланылады.

Сынақтардың жылдамдатылған әдістерін таңдағанда, коррозиялық ортаның құрамы мен қасиеттерін, сонымен қатар конструкцияны пайдалану шарттарын ескеру қажет. Металдың жылдамдатылған сынақтарға арналған ортадағы коррозиялық бұзылымдары механизмі мен сипаты, пайдалану ортасындағы конструкцияның бұзылуы механизміне ұқсас болуы қажет. Үдерісті жылдамдату агрессивтік компоненттермен және деполаризаторлармен электрохимиялық реакцияларды жылдамдату, сынақтар температураларын, кернеулерін арттыру, сонымен қатар металдың ортамен жанасуы шарттарының өзгеруі арқылы мүмкін болады. Коррозиялық үдерісті жылдамдату әдісін таңдағанда басқарушы факторды ескеру қажет.

Сынақтар әдісі және тәртіптері үдерістің жоғары жылдамдықта өтуін қамтамасыз етуі қажет, бірақ бұл ретте коррозия үдерісін аса жылдамдатуға болмайды, өйткені бұл салыстырмалы нәтижелерді алуды қиындатады.

Коррозияға қарсы қорғаныс қоспалары мен құралдарының коррозиялық төзімділіктерін бағалау барысында, қоспаның пайдаланушылық-коррозиялық төзімділігін көрсететін, коррозия көрсеткіштерін дұрыс таңдау маңызды. Сынақтар әдістерін қоспалардың әрбір топтары үшін жеке әзірлеу және таңдау қажет.

Жылдамдатылған зертханалық сынақтарды мүмкіндігінше салыстырмалы деректерді алу үшін пайдалану қажет. Жылдамдатылған сынақтардың нәтижелерінің ұзақ пайдалану шарттарына қайта есептеудің сенімді коэффициенттерінің жоқтығын ескере отырып, жаңа материалдыр мен технологияларды таңдау барысында, олар үшін пайдаланушылық төзімділігі бойынша деректер бар, жақын материалдардың параллельді сынақтарын өткізу тиімді.

Дәнекерлеу қосылыстарының салыстырмалы коррозиялық төзімділіктерін бағалау барысында, дәнекерлеудің термиялық циклінің ықпалын анықтаудың шынайылығы мақсатында, зерттелетін материалдың белсендіден пассивті қалыпқа өтуі шекарасында болуын қамтамасыз ететін, ортада сынақтарды өткізу тиімді болып табылады.

Дәнекерлеу қосылыстарының агрессивті орталардағы жоғары сезімталдықтарына байланысты, олардың бұл шарттарда жұмыс істеулерінің сенімділігін бағалау айрықша мәнге ие болады.

Дәнекерлеу қосылыстарының және конструктивтік элементтердің сенімділіктерін көлемдік бағалау, олардың ерекшеліктерін ескере отырып екі тәсілмен жүргізіледі:

- әмбебап болып табылатын, классикалық сызба бойынша, яғни заттай және стандартты сынақтар нәтижелері және пайдаланушылық бақылауларын статистикалық өңдеу негізінде;
- сенімділігі шартты түрде бірлік болып алынатын негізгі металдан және материалдардың шекті қалыптарын бағалау үшін пайдаланылатын дәнекерлеу қосылыстарының (беріктігі, шытынауға қарсы тұруы, коррозияның рұқсат етілетін тереңдігі және т.б.) үлгілерін салыстырмалы сынау нәтижелері бойынша.

Тұтас және жергілікті коррозияның біртіндеп өрбуі мүлтіксіздік (Гаусса) қалыпты заңының математикалық тәуелділіктерімен қанағаттандырылғыш сипатталады, бірақ агрессивті орталарды шырқап қалыптарда жұмыс істейтін дәнекерлеу қосылыстары үшін мүлтіксіздіктен басқа да заңдары пайдаланылуы мүмкін.

4.4.

МЕТАЛДЫҢ ДӘНЕКЕРЛЕУГЕ БЕЙІМДІЛІГІ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ ӘДІСТЕРІ

Дәнекерлеуге бейімділік — металдың немесе метал үйлесімінің дәнекерлеудің орнатылған технология жағдайында бұйымның конструкциясымен және пайдаланылуымен шартталған талаптарға сәйкес келетін қосылысты түзе алу қасиеті. Тиісінше, дәнекерлеуге бейімділік бір жағынан дәнекерлеу материалына, технологиясына және қосылыстардың конструктивтік рәсімделуіне тәуелді болса, басқа жағынан - дәнекерлеу конструкциясының қажетті пайдаланушылық қасиеттеріне тәуелді. Соңғылары мұндай конструкцияларға қойылатын техникалық талаптармен анықталады.

Материалдардың дәнекерлеуге бейімділігі, егер дәнекерлеу қосылыстарының пайдаланушылық қасиеттеріне қойылатын талаптар қабылданған жорамалдар қанағаттандырылса *жеткілікті* деп, және егер, дәнекерлеу қосылыстарының тіпті бір пайдалану қасиетінің минималды деңгейі қамтамасыз етілмесе *жеткіліксіз* деп саналады. Дәнекерлеуге бейімділік физикалық және технологиялық болады.

Физикалық дәнекерлеуге бейімділік монолиттік дәнекерлеу қосылыстарын алуды айқындайды, бұл әртүрлі материалдарды дәнекерлеу барысында айрықша маңызды.

Технологиялық дәнекерлеуге бейімділік материалдың дәнекерлеу термодеформациялық циклге реакциясын және мысалы, дәнекерлеу қосылысы металының механикалық қасиеттерін негізгі металдың осындай қасиеттерімен салыстыру арқылы бағаланатын дәнекерлеудің металлургиялық ықпалы болып табылады.

Дәнекерлеуге бейімділікті бағалау барысында сонымен қатар, металдың сызаттардың және оның арнайы қасиеттерінің (коррозиялық төзімділік, жоғары немесе төменгі температуралардағы беріктік, сынғыштық бұзылуға қарсылық) түзілуіне металдың төзімділігін ескереді.

Көміртекті болаттардың дәнекерлеуге бейімділігі, бірінші кезекте олардағы көміртектің құрамымен анықталады. Статикалық жүктемелермен жұмыс жасайтын конструкцияларды дайындауға арналған төмен көміртекті болаттың жақсы дәнекерлеуге бейімділігі деп, әдеттегі технологияны пайдалана отырып негізгі металға тең беріктіктегі, жік металындағы сызаттарсыз және жік маңы аймақтарындағы иілгіштіктерінің төмендеуінсіз дәнекерлеу қосылысын алу мүмкіндігі түсініледі. Сонымен бірге, жік және жік маңы металдары дәнекерлеу торабы пішінімен шартталған кернеулер концентраторлары болғанда және конструкцияны пайдалану температурасында сынғыш қалыпқа өтуге төзімді болулары қажет.

Материалдың дәнекерлеуге бейімділігі, оның қасиеттерін бұған дейінгі пайдаланылған материалдардың немесе негізгі металдың қасиеттерімен салыстыру арқылы бағаланады. Егер, дәнекерлеу қосылысының әртүрлі қасиеттерін сынаулар нәтижелері, аталмыш бұйымға арналған техникалық шарттармен белгіленген нормативтерге сәйкес келгенде қанағаттандырылғы деп танылады.

Дәнекерлеу қосылысы металының ыстық сызаттардың пайда болуына төзімділігі – бұл дәнекерлеуге бейімділіктің неғұрлым маңызды көрсеткіші, өйткені кристалданудың ауқымды температуралық аралықтары бар қоспаларды дәнекерлеу барысында, қатқан кезде пайда болатын созғыш кернеулердің әрекетімен айтарлықтай маңызды ақау болып табылатын ыстық сызаттардың пайда болулары мүмкін.

Дәнекерлеу қосылысы металының суық сызаттардың пайда болуына төзімділігі – бұл да дәнекерлеуге бейімділіктің аса маңызды көрсеткіші, өйткені дәнекерлеу қыздыруы әрекетімен негізгі металдың құрылымы өзгереді. Бұл ретте, фазалық құбылулар нәтижесінде шындалатын қоспалардың жік маңы аймақтарында, мартенситтік тәрізді сынғыш құрылымдар пайда болады, бұл суық сызаттардың пайда болуына алып келуі мүмкін.

Дәнекерлеу қосылысы металындағы орын алатын үдерістер дәнекерлеу конструкциясының сынғыштық бұзылуларына алып келулері мүмкін. Мұндай бұзылымдардың себептері конструктивтік кемшіліктер, макроскопиялық кернеулер концентраторларының, дәнекерлеу қосылыстары ақауларының (қалқандар, қуыстар, шлак қосылыстары, жік жиектері бойынша тіліктер), микросызаттардың және жолақтардың болуы болып табылады.

Дәнекерлеу қосылысы металының сынғыш бұзылымға бейімділігі – бұл да салыстырмалықтың жеткілікті маңызды көрсеткіші. Оны негізгі металдың, термиялық ықпал ету аймағының және дәнекерлеу жігі металының сынғыш бұзылуға бейімділігімен салыстыру бойынша арнайы сынақтар арқылы бағалайды. Дәнекерлеу қосылыстары сынғыш бұзылуы бейімділігі бойынша негізгі металдан ерекшеленбейтін металдар ең таңдаулы дәнекерлеу бейімділігіне ие деп саналады.

Материалдардың дәнекерлеугі бейімділігі көрсеткіштерін анықтау әдістері екіге бөлінеді: тікелей – оларды пайдаланғанда таңдап алынған технология бойынша ұсынылған пішінді үлгілер дәнекерлеуі орындалады, және жанама - дәнекерлеу үдерісін оны имитациялайтын үдеріске ауыстыруға негізделген.

Металдың ыстық сызаттардың түзілуіне төзімділігін анықтау. Металдың дәнекерлеу қосылысының ыстық сызаттардың пайда болуына төзімділігі келесі сынақтар нәтижелері бойынша анықталады:

- ы с т ы қ с ы з а т т а р д ы ң п а й д а б о л у ы н ы ң т е м п е р а т у р а л ы қ аралықтарында, дәнекерлеу қыздыруына түскен үлгілерді мәжбүрлі деформациялауға негізделген машиналық сынақтар;
- о л а р д ы ө т к і з г е н д е ы с т ы қ с ы з а т т а р д ы ң п а й д а б о л у ы температуралық аралықта деформациялануы шарттарын үлгілердің қалыптары мен пішіндерін таңдаумен, сонымен қатар дәнекерлеу жіктерін және дәнекерлеу тәртіптерін орындау жүйеліктерімен реттелетін технологиялық сынақтар немесе дәнекерлеу сынақтары.

Машиналық сынақтар дәнекерлеу доғасымен балқытылатын үлгілерді созуға және иілуге, ал дәнекерлеу циклі бойынша қыздырылатын үлгілерді – созуға сынаудан тұрады. Машиналық сынақтар үшін арнаулы қондырғыларды пайдаланады.

Машиналық сынақтар рәсімі үлгілер сериясын белсенді қысудың қозғалуының әртүрлі жылдамдықтарында, жікті бір мезетте деформацияланудан және бірнеше үлгілердегі ыстықсызаттардың п а й д а б о л у ы н а а л ы п к е л е т і н д е ф о р м а ц и я л а н у д ы ң с ы н и жылдамдығынанықтаудан тұрады.

Технологиялық сынақтар жасанды жасалған қатаң жағдайларда сызаттар пайда болмаған метал (оған арнаулы технологиялық сынақтар пішіндері мен көлемдерін таңдау және олардың типтерін бекіту арқылы қол жеткізіледі), шынайы жағдайларды бұзылмауы

қажетдегенрежегенегізделеді.

Кристалданатын метал дәнекерлеу барысында жіктің отыру және технологиялық сынамалардың пішіндерінің өзгеруі салдарынан деформацияға ұшырайды. Сынамалардың арнайы конструкциясы және дәнекерлеу технологиясы жоғарғы температуралы деформация- лардың жоғары қарқындарын шарттайды.

Технологиялық сынамаларды шартты түрде екі сыныпқа бөлуге болады: сандық және сапалық.

Сандықтарға олардағы ыстық сызаттардың пайда болуын қандай да бір конструктивтік параметрмен (сынамалар көлемдерімен, тереңдігімен немесе тіліктердің орналасуымен және т.б.) немесе дәнекерлеу тәртібі параметрімен (қыздырудың жылдамдығы, темпе- ратурасы) байланыстыруға болатын технологиялық сынамалар жатады.

Сапалық технологиялық сынамалар дәнекерлеудің белгілі бір тәртіптері сақталған жағдайда және қатаң ұсынылған жүйелілікте тұрақты пішін үлгілерінде дәнекерлеу жіктерін орындауды қарасты- рады. Жік металының ыстық сызаттардың пайда болуына кеде- регісін, бұл жағдайда олардың сынамалар мен ысымалардың беттерінде немесе дәнекерлеу жіктері сынықтарында болулары немесе болмаулары бойынша бағалайды. Сапалық сынамалар қоспалардың ыстық сызаттарға қатысты төзімділіктерін сандық бағалауға мүмкіндік бермейді және тек нашар дәнекерленетін қоспа- ларды брактауға ғана арналған.

Металдың ыстық сызаттардың пайда болуына төзімділігін анықтау үшін сынамалардың әртүрлі түрлері пайдаланылады.

Құрамдас жұқа табақты сынама бір жақтарынан ұстауыштар- мен жалғастырылған, әртүрлі ендегі бірнеше пластинадан тұрады. Дәнекерлеуді пластиналардың кеңеюі бағытында жүзеге асырады. Бұл ретте пластиналардың дәнекерлеу жіктерімен түйісулері орында- рында ыстық сызаттар түзіледі. Жік металының ыстық сызаттардың түзілуіне төзімділігінің көрсеткіші, оларды дәнекерлеу барысында ыстық сызаттар пайда болмайтын пластинаның минималды (сыни) ені болып табылады: пластинаның сыни ені қаншалықты кіші болса, жік металының төзімділігі соншалықты үлкен болады.

Жұқа табақты металдан алынған ИМЕТ сынамасы оның қысқа жағына параллельді тұрақты көлемдерлі және тілікті пластина болып табылады. Пластинаны аргон ағынында вольфрам электро- дпен немесе жіктің өзегі тіліктің ұшы бойынша өтетіндей етіп электронды сәулемен балқытады. Тіліктен сызаттың пайда болуы мүмкіндігі, оның пластинадағы қалпына тәуелді: жіктің тілікке дейінгі ұзындығы қаншалықты үлкен болса, жік металының ыстық сызаттардың пайда болуына қарсы төзімділігі де соншалықты жоғары болады.

*Хоулдрокф*т сынамасы («балық сүйегі») жік металының қоспаланған болаттарды, алюминий және магний қоспаларының жұқа табақтарын дәнекерлеу барысындағы ыстық сызаттардың пайда болуына кедергісін бағалау үшін пайдаланылады. Аталмыш сынама ұлғаятын ұзындықтағы қаптал тіліктері бар пластина болып табылады. Сынау барысында пластинаны қорғаныс газында вольфрам электродымен балқытуды орындайды немесе балқыма қаптайды. Металдың төзімділігін бағалау критерийі ыстық сызаттың ұзындығы болып табылады.

Крест тәрізді жұқа табақты сынама негізінен алюминий мен магний қоспаларында ыстық сызаттардың түзілуіне бейімділікті анықтау үшін қолданылады. Екі тік бұрышты пластиналарды бір-бірлеріне белгілі бір бағыттағы және жүйеліктегі орналасқан төрт білікше жіктермен дәнекерлейді. Ыстық сызаттардың пайда болуына бейімділіктің болуының критерийі ретінде, жіктердің жалпы ұзындығына қатысты сызатты жіктер ұзындығы қатынасы алынады.

Үлкен қалыңдықтағы табақтарды сынауға арналған *сақиналық сегменттік сынама*, бір-бірлеріне екі жақтарынан дәнекерленетін, тегістелген бүйіржақ беттері бар төрт дайындамадан тұрады. Мұндай сынаманың жинақталғаннан кейінгі көлемдері 90*90* 25 мм құрайды. Оның жоғарғы жағынан сақиналық жырашықты қайрайды. Сынау барысында сынаманы жырашық бойынша сағат тілі бойынша дәнекерлейді. Оны 50°C төмен температураға дейін суытқаннан кейін соңғы жікті орындайды. Ыстық сызаттар дайындамалардың түйісу орындарында пайда болады және дәнекерлеу жігі бойымен таралады. Жік металының ыстық сызаттардың пайда болуына төзімділігі критерийі, пайда болған сызаттардың сомалық ұзындығының жік ұзындығына пайыздық қатынасы болып табылады.

Жырашықты сынаманы 40 мм артық қалыңдықтағы пластинадан дайындайды. Пластинаның қалыңдығы 60 мм кем болған жағдайда, оны қатты платаға 20 мм қатетпен жіктер қапталдары бойынша пісіреді, ал жырашықтар 100 мм қадам бойынша орналасады. Пластинаның қалыңдығы 60 мм артық болған жағдайда, жырашықтарды үлгінің екі жағынан орындайды, ал пластиналарды жырашықтар бойынша минималды жылдамдықпен дәнекерлейді. Бұл жағдайда ыстық сызаттардың пайда болуына бейімділікті, пайда болған сызаттардың сомалық ұзындығына немесе жіктің көлденең қимасы ауағыне, сонымен қатар кезеңділік коэффициенті – жік ұзындығы бірлігіндегі сызаттар саны бойынша анықтайды. Дәнекерлеудің талдау үшін ұсынылған тәртіптеріндегі орындалған жіктерде ыстық сызаттар болмаған жағдайда, неғұрлым тар үлгілерді дәнекерлеуге немесе жоғары жылдамдықпен дәнекерлеуге өтеді.

Металдың суық сызаттардың пайда болуына бейімділігін бағалау тәсілдері. Дәнекерлеу қосылысы металының суық сызаттардың пайда болуына бейімділігін бағалаудың барлық тәсілдері келесідей бөлінеді (кедергі төзімділіктері).

Бағалау операциялары бойынша жанама және тік тәсілдерге, көрсеткіштерді ұсыну пішіндері бойынша— сандық, жартылай сандық және сапалық, бағалау нәтижелерін пайдалану нұсқалары бойынша – салыстырмалы және қолданбалы болып бөлінеді.

Жанама тәсілдер дәнекерлеу қосылысының материалдарды тікелей сынаусыз есептеу арқылы суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалаудың *суық* тәсілдері технологиялық сынамаларды дәнекерлеуді және дәнекерленулері тиіс дәнекерлеу қосылыстарына немесе негізгі материалға мамандандырылған сынақтарды, дәнекерлеуді имитациялайтын жағдайларды жүргізуді қарастырады.

Суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалаудың *сандық* тәсілдері, бұл үдерісті бақылауды қамтамасыз ететін факторлардың бірінің өзгеруімен байланысты, көрсеткіштің сандық мәнін алуды қамтамасыз етеді.

Сапалық тәсілдер суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалаудың сандық тәсілдерін қамтамасыз етпейді және іс жүзінде материалдарды брақтау қызметін атқарады.

Олардың ішіндегі ең жақсысын таңдау мақсатында материалдарды салыстыру және дәнекерлеудің технологиялық нұсқалары үшін ғана пайдаланылуы мүмкін бағалау тәсілдері *салыстырмалыға* жатады.

Суық сызаттардың түзілуіне шынайы дәнекерлеу конструкцияларының төзімділіктерін бағалауға мүмкіндік беретін тәсілдер *қолданбалыға* жатады.

Технологиялық сынамалар осы белгілері бойынша бөлінеді.

Салалық міндеттегі немесе *қолданбалы сынамалар* материалдардың, шынайы дәнекерлеу конструкцияларын дайындаудың технологиялық және климаттық шарттарына максималды жақындатылған жағдайларда материалдардың суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

«Геккен» *сынамасы* қалыңдығы 12... 40 мм болатын, ортасында V-тәрізді бөлгіші бар бойлық тілігі болатын жалпақ тік бұрышты үлгі болып табылады. Бұл үлгі еркін қалыпта пісіріледі және сосын 20 сағат бойына ұсталынады. Дәнекерлеуді қолмен жабындылары бар электродтармен, флюспен немесе қорғаныс газдарымен орындайды. Бұл ретте сызаттар дәнекерлеу қосылысының түбір бөлігінде түзіледі. Сынаманың міндетті шарты – жік түбірінде кернеулердің концентраторы болатын шала пісірілімнің болуы. Бұл жағдайда суық сызаттардың түзілуіне төзімділіктің сандық көрсеткіші, сызаттардың сомалық ұзындығының жік ұзындығына пайыздық қатынасы; сызаттар аумағының жік қимасы аумағына пайыздық қатынасы, сызаттар түзілмейтін қыздыру температурасы болып табылады.

Крестті сынама крест тәрізді қосылысқа жинақталған үш пластинадан тұрады. Бұл пластиналардың барлық жанасу беттері алдын-ала жақсы жанасуды қамтамасыз ету үшін тегістеледі. Сынамада белгілі бір жүйелікті ұзындығы 160 мм болатын төрт бұрыштық жік орындалады. Кезекті жікті дәнекерлеу алдындағы сынаманың температурасы (28 ± 3)°C аспауы қажет. Дәнекерлеуден кейін 48 сағаттан соң, кернеуді шығару үшін 595 ...650 °C температу-расында екі сағаттық сынаманы күйдіру жүргізіледі. сынаманы микрошлифтерді дайындау және жік маңы аймағындағы сызаттарды анықтау үшін көлденең темплеттерге кеседі.Сынақтар нәтижелері, егер алғашқы екі темплеттерде бірді-бір сызат болмаған жағдайда қанағаттандыратын деп саналады.

Лихай түрлендірілген сынамасы алдын-ала қыздырудың әртүрлі температураларында әртүрлі тәртіптерде пісірілетін ойықтары бар үлгілерден тұрады. Сонымен бірге, үлгілердің ойықтарының баста-рын және соңдарын (2...3 мм) балқытылмаған қалыпта қалдырады. Дәнекерлеу қосылысы бетінде, жік түбірінде және көлденең қимада сызаттардың болуын, дәнекерлеу аяқталғаннан кейін 24 сағаттан соң анықтайды. Материалдың суық сызаттардың түзілуіне бейімділігін бағалау үшін, дәнекерлеу қосылыстарының металдың 300°C темпе-ратурада суып қалуы жылдамдығына немесе 800...300°C. Темпера-туралық аралықтағы оның суып қалуының ұзақтығына байланысты бұзылымдарының пайыздық үлесін анықтайды.Одан асқан кезде жіктердің бұзылуы айтарлықтай күшейетін суыту жылдамдығы, материалдың суық сызаттардың түзілуіне кедергісін бағалау крите-рийі ретінде қабылданады. Сонымен қатар, бағалауды материалдың сыни салқындау уақыты бойынша немесе суық сызаттарды кетіру үшін қажетті алдын-ала қыздырудыңминималды температурасы бойынша да жасуға болады.

Дәнекерлеудің термиялық циклінің дәнекерленетін металдардың құрылымдарының және қасиеттерінің өзгеруіне ықпалын бағалау. Бұл жағдайда бастапқы бағалауды үлгілерді қыздыруды және суытуды қарастыратын, термиялық өндеудің кез-келген кезеңіне берілген жылдамдықтары және механикалық сынақтары бар бағдар-лама бойынша әдістемелер бойынша орындайды. Мұндай сынақтар дәнекерлеу қосылысының кез-келген учаскесінің дәнекерлеу термиялық циклдерін имитациялауға және олардың металдың құрылымына және қасиетіне ықпалын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл мақсаттар үшін арнайы технологиялық сынамалар, мысалы білікшелік пайдаланылады.

Мұндай сынама үшін, қалыңдығы 14...30 мм болатын метал пластина- сына, әртүрлі погондық энергиялы тәртіптердегі білікшелерді балқыта- ды. Пластиналардан құрылымы мен қаттылығын анықтауға арналған, сонымен қатар соққылық және статикалық иілуді сынауға арналған көлденең үлгілер кесіліп алынады.

Конструкциялық болаттардың дәнекерлеуге бейімділіктерінің химиялық құрамы бойынша есептік бағалануы келесідей орындалады. Металдардың және олардың қоспаларының технологиялық дәнекерле- уге бейімділіктері бірқатар факторларға тәуелді: олардың химиялық белсенділіктеріне, қоспалау деңгейлеріне, қоспалар құрамына және құрылымдарының ерекшеліктеріне. Металдың химиялық белсенділігі қаншалықты жоғары болса, оның қоршаған ортамен өзара әрекеттесуге және бірінші кезекте тотығуға бейімділігі үлкен болады, тиісінше оны дәнекерлеу барысында неғұрлым тиімді қорғау және металлургиялық өңдеу талап етіледі. Темір негізіндегі балқытылған қоспалар мен болаттарды ауамен өзара әрекеттен қорғау электродтық жабындылар- дың, флюстердің және инерттік газдардың көмегімен жүзеге асырыла- ды.

Болаттардың дәнекерленуіне ең үлкен ықпалды көміртегі көрсетеді: көміртегінің және бірқатар басқа да қоспаланған элементтердің құрамы ұлғайғанда олардың дәнекерленуге бейімділіктері нашарлайды.

Дәнекерленуге бейімділіктің бағдарлық сандық көрсеткіші, келесі формула бойынша есептелінетін көміртек баламасы болып табылады:

$$C_{\text{бал}} = C + Mn/6 + Si/24 \quad (4.1)$$

мұнда көміртектің және қоспаланған элементтердің көлемі пайыздар- мен көрсетілген.

Көміртегі баламасына (және бұл шамамен байланысты материал- дың шыңдалуға және сызаттардың түзілуіне бейімділігі) байланысты барлық болаттар тиісінше жақсы, қанағаттандырылдық, шектеулі және нашар дәнекерлеуге бейімділікті төрт топқа бөлінеді.

$C_{\text{бал}} < 0,25$ % бар болаттар шыңдалу құрылымдарын түзусіз және тәртіптердің, қалыңдықтардың және конструктивтік пішіндердің ауқымды диапазонындағы сызаттарсыз жақсы дәнекерленеді.

$C_{\text{бал}} = 0,25, 0,35$ % бар болаттар қанағаттандырылдық дәнекерленеді. Олар дәнекерлеудің дұрыс тәртібін таңдаған жағдайда суық сызаттар- дың түзілуіне бейім емес, бірақ бірқатар жағдайларда оларды қыздыру қажет.

$C_{\text{бал}} = 0,36, 0,45$ % бар болаттар сызаттар түзіле отырып шектеулі дәнекерленеді. Бұл болаттардың сызаттардың түзілуіне, дәнекерлеу тәртіптерін өзгерте отырып кедергілерін реттеу шектеулі, ал тиісінше оларды қыздыру талап етіледі.

Сбал > 0,45 % бар болаттар нашар дәнекерленеді. Олар шыңдауға және суық сызаттардың пайда болуына өте бейім. Дәнекерлеу барысында оларды қыздыру және арнайы технологиялық тәсілдерді қолдану қажет, алдәнекерлегеннен кейінтермиялық өңдеу талап етіледі.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дәнекерлеу қосылыстарының механикалық сынақтарының түрлерін атаңыз.
2. Макро- және микроталдаудың ерекше айрықшалықтары қандай?
3. Химиялық талдау не үшін орындалады?
4. Металлографиялық зерттеулерге арналған үлгілер қалай таңдалып алынады?
5. Үлгілерді тегістеуге дайындық неден тұрады?
6. Үлгілерді тегістеу және жылтырату үшін қандай абразивтік материалдар қолданылады?
7. Абразивтік материалдарды қандай көрсеткіштер сипаттайды?
8. Үлгілерді механикалық тәсілмен тегістеу қалай орындалады?
9. Үлгілерді электролиттік тәсілмен жылтырату үдерісін сипаттап беріңіз?
10. Ысылмаларды сақтау ережелері қандай?
11. 11. Ысылмаларды дайындау барысында қандай қауіпсіздік ережелерін сақтау қажет?
12. 12. Металдардың дәнекерлеуге бейімділіктерін қандай негізгі көрсеткіштер сипаттайды?

ДӘНЕКЕРЛЕУ ҚОСЫЛЫСЫН БҰЗА ОТЫРЫП САПАНЫ ТЕКСЕРУ

5.1. СЫРТҚЫ ЖӘНЕ ІШКІ АҚАУЛАРДЫ ТҮЗЕТУ

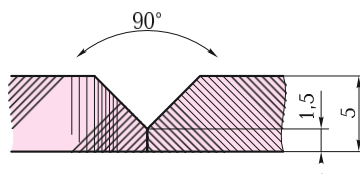
Дәнекерлеу қосылыстары рұқсат етілмейтін сыртқы немесе ішкі ақауларды тапқан жағдайда, оларды міндетті түрде түзетеді. Сыртқы ақауларды іріктемелер учаскелеріндегі біркелкі өтпелерді қамтамасыз ету үшін тегістейді. Егер, оның максималды тереңдігі аймағында бөлшектің минималды рұқсат етілетін қалыңдығы сақталған жағдайда іріктемені пісірмеуге болады. Жіктің кері бетіндегі ақауларды кетіру, негізгі металға бетпе-бет оның бүкіл ұзындығы бойынша жүргізіледі.

Егер, механикалық өңдеу (әбден тегістеу) үдерісінде сыртқы ақаулар толықтай түзетілмеген жағдайларда, онда оларды рұқсат етілмейтін ішкі ақаулар ретінде толықтай жою қажет.

Алюминий, титан және олардың қосылыстарындағы бет асты және ішкі ақауларды (ақаулы учаскелерді) тек механикалық тәсілмен ғана түзетеді – абразивтік аспаппен әбден тегістеу, кесумен өңдеу немесе одан әрі тегістелетін кесумен. Бірқатар жағдайларда болаттан жасалынған конструкцияларда ақаулы учаскелерді, іріктеме бетін одан арғы абразивтік аспаптармен өңдеу арқылы ауа-доғалық немесе плазмалық-доғалық тегістеуішпен жоюға рұқсат етіледі. Көміртекті және кремнийлі-марганецті болаттардан жасалынған бөлшектерді, алдыңғы өңдеудіңіздері толық жойылғанға дейін тегістеу қажет.

Қоспаланған және хромды болаттардан жасалынған және міндетті термиялық өңделуге тиісті дәнекерлеу қосылыстарындағы іріктеме аймағындағы (5.1-ші сурет) ақауларды пісірумен түзетуді, технологиялық құжаттамада қарастырылған, жекелеген жағдайлардан басқаларында, оларды жоғары (450...650°C температураларында) жұмсартқаннан кейін (аралық немесе қорытынды) жасау қажет.

5.1-ші сурет. Ішкі ақау іріктемесі жағдайындағы жікті бөлу пішіні



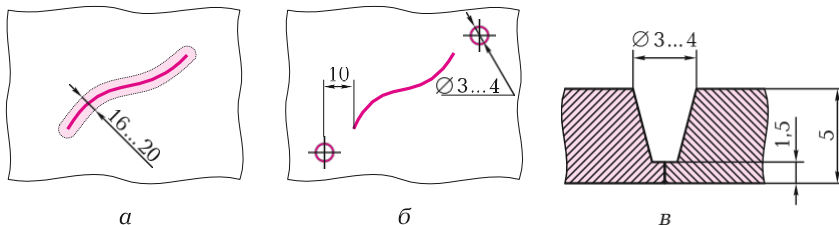
Ақаулы учаскелерді түзету барысында белгілі бір шарттарды сақтау қажет. Түзетілетін учаске ұзындығы, ақаудың әрбір қапталындағы ұзындығынан 10...20 мм артық болуы қажет.

Іріктеменің ені, пісіргеннен кейін алынатын жіктің ені оны қосарланған бастапқы енін аспайтынындай болуы қажет. Пісіруге дайындалған ірікменің пішіні мен көлемі сенімді пісіруді қамтамасыз етуі қажет. Әрбір іріктеменің беті үшкір шығыссыз, өткір тереңдіктерсіз және қылауларсыз біркелкі сызықтарға ие болулары қажет. Ақаулы учаскені пісіргенде негізгі металдың жақын орналасқан учаскелерін жауып қоюқажет.

Өтпелі сызаттары бар дәнекерлеу жіктерін пісірер алдында сызаттың бойымен бөлшектің бойымен тазалау (5.2, а суреті) және оның одан әрі таралуының алдын-алу үшін, бұл сызаттың ұштарынан 10 мм қашықтықта тесіктерді бұрғылау қажет (5.2, б суреті). Сосын, 5.2, в суретіне сәйкес сызатты бөлу қажет, одан кейін ақаулы учаскені толық тереңдікте пісіруқажет.

Ақаулы учаскені пісіруді балку арқылы дәнекерлеудің тәсілдерінің бірімен жүзеге асырады (қолмен доғалап, қорғаныс газында доғалап және т.б.).

Дәнекерлеу қосылыстарының түзетілген жіктерін конструкцияның сапасына қойылатын талаптарға сәйкес, қайтадан тексеру қажет. Егер, бұл ретте ақаулар қайтадан табылатын болса, онда оларды белгілі бір талаптарды сақтай отырып қайтадан түзету қажет.



5.2-ші сурет. Өтпелі сызатты пісіруге дайындау сызбалары: а – сызат бойымен бөлшектің бетін тазарту; б – сызаттардың шеттерінен бірқатар қашықтықта тесіктерді бұрғылау; в – өтпелі сызатты бөлу

Конструкцияның жауапкершілігі санатына тәуелді ақаулы учаскені түзетулер саны, әдетте үшеуден аспайды.

5.2. АҚАУЛЫ ОРЫНДАРДЫ ПІСІРІП БІТЕУ

Дән екерлеу қо сылыст ары ақауларын аргон ды- доғ а лы дәнекерлеумен түзетуге арналған технология келесідей:

- дәнекерлеудің тиісті тәртібін таңдап алу;
- дәнекерлеу доғасын технологиялық пластинада қоздыру және қыздырғаннан кейін электродты пісіріп бітеу орнына апару;
- пісіріп бітеу үдерсінде және дәнекерлеу доғасын қоздыру барысында, вольфрам шыбығының ұшының дәнекерлеу ваннасымен немесе қоспа сыммен жанасуына жол бермеу;
- қоспа сымды тек бөлікше жиектері балқығаннан және дәнекерлеу ваннасы түзілгеннен кейін ғана беру;
- ақауларды пісіріп бітеуді төменгі қалыпта және 30° артық емес бұрышта жүзеге асыру;
- көп қабатты пісіріп бітеуде әрбір қабатты салғаннан кейін, жіктің балқытылған металын болат щеткамен тазартып отыру;
- вольфрам электродтың газ шүмегінің төменгі жиегіне қатысты ұшы 3...8 мм құрауы қажет;
- оттықты ақаудың пісіріп бітеу орнында, бөлшек бетіне 60.80° бұрышымен ұстау қажет;
- қоспа сымды оттық электродына бұрышпен ұстау және дәнекерлеу ваннасына жиі және шағын порциялармен кері- алға қарай қозғалыстармен біркелкі енгізу;
- барлық жағдайларда ақауларды пісіріп бітеуді биіктігі 3...5 мм жікті күшейтудің түзілуімен аяқтау қажет;
- оттықтың ұшын және вольфрам электродты әлсін-әлсін метал шашырандыларынан тазартып отыру;
- доға кездейсоқ үзілген кезде, оның қайталама қосылуын үзілген орыннан 30 мм қашықтықта орындау қажет;
- доғаның ұзындығын 2,5...3,0 мм шегінде ұстау, доғаның үзілуін оны біртіндеп ұлғайта отырып жүзеге асыру;
- пісіріп бітеу үдерісін ақаулы орынды алдын-ала жергілікті қыздырудан бастап жиектерді балқытуға дейін жалғастыру.

Егер, бөлшек материалының қалыңдығы 15 мм артық болса, ақаулы учаскені пісіріп бітеуді көп қабатты жікпен жасау қажет. Бұл жағдайда бөлшек беті үстіндегі балқыған металдың биіктігі 3 мм кем болмауы қажет.

Жауапты конструкциялар үшін бір ақаулы учаскені екі рет пісіруге рұқсат беріледі, өйткені пісірілімдердің үлкен сандарында бұл аймақтардағы металдың механикалық қасиеттерінің айтарлықтай төмендеуі байқалады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Дәнекерлеу жіктерінің сыртқы ақаулары қандай әдіспен жойылады?
2. Сыртқы ақаудың іріктемесін қандай жағдайда пісіріп бітемеуге рұқсат етіледі?
3. Дәнекерлеу жігінің кері бетіндегі ақаулар қалай жойылады?
4. Балқытумен дәнекерлеудің қандай тәсілдері ақауларды пісіру үшін қолданылады?
5. Ақауды пісіріп бітеу үдерісінде, ол үзіліп қалған жағдайда дәнекерлеу доғасы қалай қайтадан қоздырылады?

Әдебиеттер тізімі

1. *Алешин Н. П.* Дәнекерлеу жұмыстары сапасын бақылау: оқу құралы / Н.П. Алешин, В.Г.Щербинский. – М. : Жоғары мектеп, 1986. – 206 б.
2. *Волченко В. Н.* Дәнекерлеу сапасын бақылау: оқу құралы / В.Н.Волченко. – М. : Машина құрастыру, 1975. – 325 б.
3. *Григорьянц А. Г.* Лазерлік өңдеудің технологиялық үдерістері : оқу құралы/ А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров. – М. : Н. Э. Бауман атындағы ММТУ баспасы, 2006. – 604б.
4. *Деев Г. Ф.* Дәнекерлеу жіктері ақаулары/ Г. Ф. Деев, И. Р. Пацкевич. – Киев : Науковадумка, 1984. – 208 б.
5. *Лихачев В. Л.* Электр доғалық дәнекерлеу: дәнекерлеушілерге және дәнекерлеу өндірісі мамандарына арналған құрал / В. Л. Лихачев. – М. : СОЛОН- Пресс, 2006. – 640 б.
6. Бұзбайтын бақылау және диагностика : анықтамалық / [В. В. Клюев, Ф.Р. Соснин, А.В. Ковалев және т.б..] ; В.В.Клюева редакциясымен. – М. : Машина құрастыру, 2005. – 656 б.
7. *Овчинников В. В.* Дәнекерлеу қосылыстары сапасын бақылау : оқулық / В. В. Овчинников. – М. : «Академия» баспа орталығы, 2017. – 208 б.
8. Электронды-сәулелік және диффузиялық дәнекерлеу технологиялары негіздері/ [С.И. Глазов, А.В.Люшинский, В. С. Магнитов және т.б..] ; О. С.Сироткинаның редакциясымен, С.В.Чуклинова. – Рыбинск : РМТА баспасы, 2001. – 287 б.
9. *Рязанцев В. И.* Жеңіл қоспаларды контактілікдәнекерлеудің технологиялары негіздері: оқу құралы/ В. И.Рязанцев, В. В. Овчинников. – М. : ММИУ баспасы, 2006. – 164 б.
10. *Троицкий В. А.* Дәнекерлеу қосылыстары қаулары және оларды табу құралдары/ В. А. Троицкий, В. П. Радько, В.К.Демидко. – Киев : Вища шк., 1983. – 144 б.
11. *Чернышов Г. Г.* Дәнекерлеу ісі: Металдарды дәнекерлеу және кесу : оқулық / Г. Г. Чернышов. – М. : «Академия» баспа орталығы, 2015. – 496 б.

Мазмұны

Алғысөз	4
1-ші бөлім. Дәнекерлеу қосылыстары ақаулары	6
1.1. Дәнекерлеу жігі құрылымы	6
1.2. Дәнекерлеу барысындағы кернеулер және деформациялану	17
1.3. Балқытумен дәнекерлеу барысындағы қосылыстар ақаулары..	29
1.4. Дәнекерлеу ақауларының конструкциялардың жұмысқа қабілеттіліктеріне ықпалы	53
2-ші бөлім. Дәнекерлеу жіктері сапасын бақылау жүйесі және ұйымдастыру	62
2.1. Техникалық бақылау түрлерін жіктеу	62
2.2. Алдын-алу бақылау міндеттері	63
2.3. Негізгі және дәнекерлеу материалдарын бақылау	64
2.4. Дәнекерлеушілердің біліктіліктерін бақылау	72
2.5. Өнімдерді дәнекерлеуге дайындауды, дәнекерлеу жабдықтарын және дәнекерлеу технологияларын бақылау.....	75
2.7. Бақылаудың статикалық әдісі	80
3-ші бөлім. Дәнекерлеу қосылыстарын бұзусыз сапаны бақылау	83
3.1. Визуалды және өлшеу бақылауы	83
3.2. Радиографиялық дефектоскопия	99
3.3. Радиографиялық дефектоскопияның физикалық негіздері	99
Радиографиялық тексеру технологиясы	105
Рентгендік тексеруге арналған аппаратура	115
1.3. Ультрадыбыстық дефектоскопия.....	119
1.3.1 .Ультрадыбыстық дефектоскопияның физикалық негіздері	119
1.3.2 .Ультрадыбыстық тексеру технологиясы.....	124
1.3.3 .Ультрадыбыстық тексеруге арналған аппаратура.....	143
1.4. Магниттік дефектоскопия.....	147
1.4.1 .Магниттік дефектоскопияның физикалық негіздері	147
1.4.2 .Магниттік ұнтақты әдіс	149
1.4.3 .Магнитографиялық әдіс	155
1.5. Құйын тоқты дефектоскопия.....	159
1.6. Капиллярлық дефектоскопия	164
1.6.1 .Капиллярлық дефектоскопияның физикалық негіздері.....	164
1.6.2 .Капиллярлық дефектоскопия әдістемесі.....	167
1.7. Ағуды іздеу арқылы тексеру	171
4-ші бөлім. Дәнекерлеу қосылысын бұза отырып сапаны тексеру...	182
4.1. Механикалық сынақтар	182
4.2. Металлографиялық талдау	189

4.3. Химиялық талдау және коррозиялық сынақтар	205
4.4. Металлдың дәнекерлеуге бейімділігі және бағалау әдістері.....	209
5-ші тарау. Дәнекерлеу қосылыстарындағы ақауларды кетірудің негізгі әдістері	218
5.1. Сыртқы және ішкі ақауларды түзету	218
5.2. Ақаулы орындарды пісіріп бітеу.....	220
Әдебиеттер тізімі.....	222

Оқу басылымы

Овчинников Виктор Васильевич

**Дәнекерлеу ақауларын жіктеу және
дәнекерлеу
қосылыстарының сапасын бақылау
Оқулық**

3-ші басылым, стереотиптік

Редакторлары: *В. Н. Махова, Ә.Қ. Шапауов*
Техникалық редакторы: *О.Н.Крайнова,*
Компьютерлік беттеу: *С. Ф. Фёдорова*
Корректорлары *С. Ю. Свиридова, С.А.
Передкова*

№ 103116325 басылым. 24.03.2017баспаға қол қойылды. Пішіні 60*90/16.
«Балтика» гарнитурасы. № 1 офсеттік қағаз. Офсеттік баспа. Шартты баспа табағы 14,0.
Таралымы 1 000 дана. Тапсырыс №
«Академия» баспа орталығы» ЖШҚ. www.academia-moscow.ru129085, Мәскеу қ., Мир
даңғ, 101В, 1 кұр..
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-0029.
№ РОСС ки.ПШЦ01.И00695 31.05.2016 жылғы санитарлық-эпидемиологиялық
қорытындысы Ульянов Баспа үйінде басылды.