ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті

М.Ә. Әділбеков, Б.Ә. Мырзахметов, Қ.Қ. Нұғыманов

МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІНІҢ ЖАБДЫҚТАРЫ

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесімен
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2013

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университеті

М.Ә. Әділбеков, Б.Ә. Мырзахметов, Қ.Қ. Нұғыманов

МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІНІҢ ЖАБДЫҚТАРЫ

Университеттің Ғылыми-әдістемелік кеңесімен
оқу құралы ретінде ұсынған

Алматы 2013

ЖОК 621.7 (075.8)
ББК 33.21я73
Ә 25

Ә 25 Әділбеков М.Ә., Мырзахметов Б.Ә., Қ.Қ. Нұғыманов. Мұнай кәсіпшілігінің жабдықтары: Оқу құралы. – Алматы: ҚазҰТУ, 2013. – 311 бет.

Сурет – 104. Кесте – 28. Библиогр. – 14 атау.

ISBN 978-601-228-517-8

Оқу құралы жоғары оқу орындарына арналған. Оқу құралында мұнай және газды өндіру кезінде қолданылатын жабдықтардың құрылымдары мен параметрлері келтірілген. Оқу құралында мынадай бөлімдер орын алған: жалпы өндіру жұмыстарына арналған жабдықтар; ашық фонтандау және газлифттен өндіру жабдықтары; штангасыз және штангалы сорап қондырғыларының түсініктемелері; ұңғымаларды жөндеу және мұнай-газ өндіруді қарқындатуға бағытталған қабатқа әсер ету жабдықтары, сонымен бірге өндірілген мұнай-газ өнімдерін жинақтау және тасымалдау жүйелерінің жабдықтарының сипаттамалары келтірілген.

Оқу құралы Қазақстан Республикасындағы мұнай және газ өндіру саласымен шұғылданатын мамандар мен колледж және жоғары оқу орындарының мұнайшы мамандықтарын қалаған студенттерге арналған.

ЖОК 621.7 (075.8)
ББК 33.21я73

Пікір жазғандар:
Әбделі Д.Ж., Қазақ-Британ техникалық университеті
техн.ғыл.докт., профессоры;
Құрмағалиев М.Ж., Каспий қоғамдық университеті
техн.ғыл.канд., доценті.

Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігінің 2013 жылғы басылым жоспары бойынша басылды.

ISBN 978-601-228-517-8

© М.Ә. Әділбеков, 2013
Б.Ә. Мырзахметов,
Қ.Қ. Нұғыманов
© ҚазҰТУ, 2013

Кіріспе

Мұнай мен газ адамзат қоғамының энергия көздерінің ең негізгісіне айналды, әрі ең маңызды химиялық шикізат болып табылады. Мемлекетті мұнай-газ шикізаттарымен қамтамасыз ету елдің экономикалық дамуын айқындайды және технологиялық прогрессті белгілейді.

Мұнай-газ өндіру саласының ерекшелігі айтарлықтай жоғары, ілгері қаркынды, сапа жағынан алдыңғы қатарлы, әрі мұнай өнімдері жыл сайын өндірілуде. Қазіргі мұнай өндіру саласы техниканың ең соңғы үлгілерімен жабдықталған, автоматтандырылған, ондаған күрделі технологиялық процестерді жүзеге асыра алатындай жағдайда екені белгілі.

Оларды жүзеге асыру үшін пайдаланылып жүрген саны, күрделілігі, әртүрлілігі жағынан машиналар мен жабдықтар қазіргі өнеркәсіп салаларында алдыңғы қатарлы орындарды иеленеді. Толассыз даму үстіндегі мұнай-газ өндіруге арналған машиналар мен жабдықтардың саны жаңа мұнаі-газ өндірісінің жаңа саласының қалыптасуына әкеліп соқтырды.

Мұнай-газ саласының дамуымен қатар бір мезгілде машина құрастыру салалары да даму үстінде. Осымен қатар ғылым да даму бағытында.

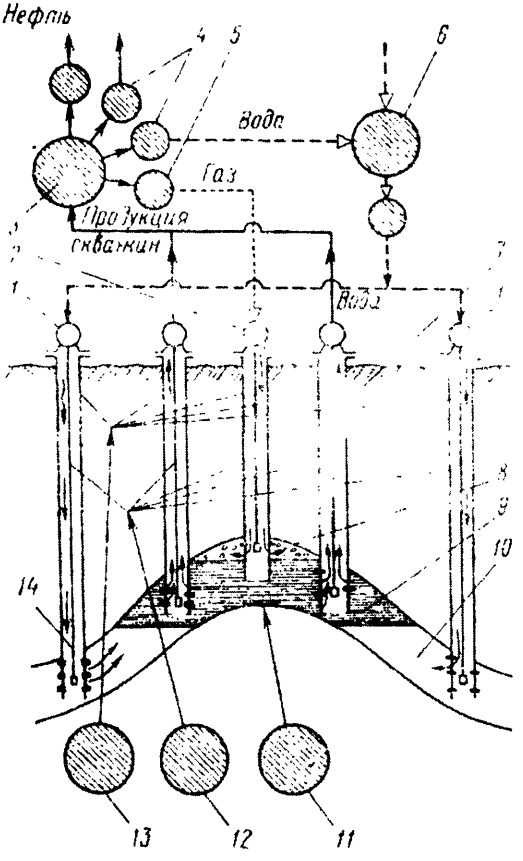
«Мұнай кәсіпшілігінің жабдықтары» курсы мұнай-газ өндірудің әртүрлі тәсілдерін, жөндеу жұмыстарының түрлерін, мұнай мен газды тасымалдау әдістерін, газ бен мұнайға арналған құбырларды, сонымен қатар осы салаларда қолданылатын машиналар мен жабдықтарды зерттейді.

1. МҰНАЙ-ГАЗ ӨНДІРУ ҰҢҒЫМАСЫНЫҢ ЖАБДЫҚТАРЫ

1.1. Негізгі түсініктер мен сипаттамалар

Мұнай, газ немесе газконденсатты кенорындарын игеру бір-бірімен функционалды байланысқан түрлі машиналар, жабдықтар, аппараттар мен құралдардың көмегімен іске асырылады. Сондықтан, мұнай-газ кәсіпшілігін геологиялық түзілім мен инженерлік құралдардың кешені ретінде қарастыру қажет. Сонымен бірге, машиналар мен құралдардан басқа бұл кешенді жүйе өлшеу және реттеу, автоматтандыру мен есептеу техникасынан да тұрады (1.1-сурет) [2].

Кен ішіндегі мұнай қабаты астыңғы жағынан су қабатымен және оның үстіңгі жағында газ шапкасымен шектелген. Қабатты пайдалануға келесі ұңғылар қолданылады: бір бөлігі қабаттан сұйықты шығарып алуға, екіншісі – қабатқа суды немесе газды айдау мақсатында. Қабаттан сұйықты шығарып алу үшін ұңғыларды кешенді пайдалану жабдықтары қолданылады. Олар сұйықтағы мұнай, газ, судан басқа механикалық қоспаларды жинау жабдықтарының (3) көмегімен тазартып, мұнайды сусыздандыру және тұзсыздандыру операцияларынан өткізіп, тұтынушыларға таза күйінде жеткізеді. Кенорындарынан сұйықтарды шығарып алуды қарқындату үшін қабатқа қышқылды өңдеу, оны гидроажырату, сонымен бірге термиялық түрде әсер ету жабдықтарының кешені (11) қолданылады. Қабат энергиясының деңгейін көтеру мақсатында су немесе газ айдайтын жабдықтар кешені (6) пайдаланылады. Сонымен бірге, ұңғыларды ағымды немесе іргелі жөндеу жабдықтары да кеңінен қолданылады.



1.1-сурет. Мұнай-газ кәсіпшілігінің функционалды сұлбасы: *1-қабатқа су айдау ұңғысы; 2-қабатқа газ айдау ұңғысы; 3-қабат сұйығын жинау жүйесі және оларды мұнайға, газға және суға бөліп ажырату; 4-сораптық станциялар; 5-компрессорлық станциялар; 6-қабат қысымын ұстап тұру жүйесі; 7-мұнай ұңғылары; 8-газ шапкасы; 9-мұнаймен қаныққан қабат; 10-су жиналған қабат; 11-коллектордың өткізгіштігін көтеріп, қабат сұйығының тұтқырлығын азайту арқылы қабатқа әсер етіп, кен алуды қарқындатуға арналған жабдықтар кешені; 12-ұңғыны ағымды жөндеуге қажетті жабдықтар кешені; 13-ұңғыны іргелі жөндеуге арналған жабдықтар кешені; 14-ұңғыларды пайдалануға арналған жабдықтар*

1.2. Ұңғыма оқпандық аймағының жабдықтары

Мұнай өндіру саласында тағайындалуы әртүрлі ұңғымалар салынады және олардың түріне қарай құрылымды-ізденісті, барлаушы, өндіруші, айдаушы, сонымен бірге арнайы деп ажыратады.

Өндіруші ұңғыма деп әдетте, соның тікелей көмегімен мұнай, газ немесе газды конденсатты өндіруге арналған ұңғыманы айтады.

Мұнай және газ көздерін өңдеу тек қана жер қыртысының өнімді беткейлерін бұрғылайтын ұңғымалардың көмегімен жүзеге асырылады.

Ұңғыма – тік немесе иіліңкі болады, диаметрі кішігірім (75-350 мм-ге дейін) және мынадай тереңдіктерге кетеді: 100-150-ден 5000-6000 метрге дейін және одан жоғары болады. Ұңғыманың бөлшектері: сыртқа шығу ауыз қуысы (сағасы); ұңғыма-түбі, діңгек жанындағы бөлігі мен жоғарғы жағы. Мұнай-газ өндірісінде қыртыстарды өзара жалғастыратын ұңғылар да орын алады және ол ұңғымалар да тік немесе иіліңкі бағыттарда болуы мүмкін.

Ұңғымалар мынадай санаттарға бөлінеді: өндіруші, барлаушы, бақылау және пьезометрлік. Мұнай және газ өндіруге немесе конденсация жасауға арналған ұңғымаларды өндіруші деп атайды (1.2-сурет) [2].

Өндіруші ұңғы негізгі үш телімнен тұрады: сағалық, оқпандық және сүзгілік. Олардың әрқайсылары қажетті жабдықтармен қамтылған: тізбек басы (1), бағыттаушы (2), кондуктор (3), өндіруші тізбек (4) және сүзгі (6). Кей кезде ұңғы пакермен немесе қабатты ажыратқыш клапанмен (5) жабдықталады.

Өндіруші ұңғының оқпанды бөлігі тау жынысына цементтелген концентрикалық орналасқан шегендеуші тізбектерден тұрады.

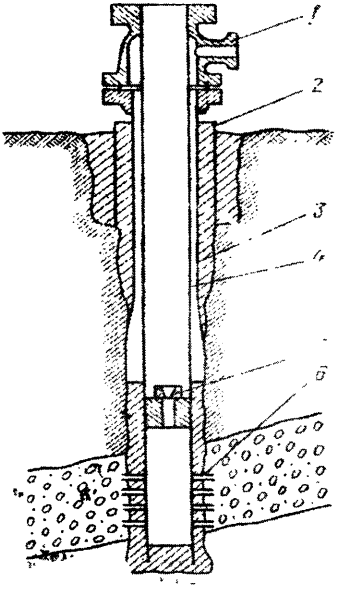
Ішкі шегендеуші тізбек сұйық өндірілетін қабатты ұңғының сағасымен байланыстырады. Оның диаметрі ұңғыны пайдалануға қажетті жабдықтарды орналастырып, барлық технологиялық операцияларды орындай алатындай етіп таңдап алынады.

Сыртқы шегендеуші тізбек бағыттаушы деп аталынып, бірнеше метр тереңдікке дейін түсіріліп, оның биіктігі түгелдей

цементтеледі. Оның ішіне, әдетте, ұзындығы 200 м-ден 600-800 м-ге дейін жететін кондуктор орналасады.

Ал суды немесе басқа да сұйықтық заттарды тартуға арналған және қабатта жатқан қорларға жасанды түрде әсер етуге арналған ұңғымалар айдау ұңғымалары деп аталады. Ал барлау ұңғымалары болса, мұнай-газ кендерінің бар-жоғын, мұнай-газдың таралу аймағын айқындауға арналған.

Бақылаушы және пьезометрлік ұңғымалар жер қыртысы мен қыртыстық сұйықтың жағдайын анықтау бойынша жұмыстарды атқаруға, сонымен қатар қыртыстық қысымдарды қажетті деңгейде ұстап отыруды жүзеге асыру мақсатында пайдаланылады.



1.2-сурет. Өндіруші ұңғының сұлбасы: *1-тізбек басы; 2-бағыттаушы-сыртқы шегендеуші тізбек; 3-кондуктор-ішкі шегендеуші тізбек; 4-өндіруші тізбек; 5-ажырату клапаны; 6-сүзгі*

Өндіруші ұңғымасы ұңғымалардың ішіндегі ең негізгі және маңызды құрылым болып табылады, ал олардың жиынтығы іске асыру қоры болып саналады, оның құны қазіргі кәсіптегі барлық технологиялық жабдықтар құнының 75-80 пайызын құрайды.[2] Бүтіндігі тараған, ақауы табылған ұңғымалар қолданылудан тыс қалады. Оларды күрделі жөндеуден өткізеді болмаса тіпті жарамсыз болып табылады.

Осыған байланысты, ұңғымалардың ұзақ уақытқа жарамдылығы жердің өнімді қабатын өндіру кезеңіне сәйкес болуы қажет. Яғни, бұл бірнеше он жылдық деген сөз. Мұндағы ең басты нәрсе жабдықтың жоғары сапалылығы. Ұңғыма құрылысына қажетті талаптар оның іске

асырылу шарттарымен айқындалады. Бәрінен бұрын оның сапасы жер қыртысының геологиялық ерекшеліктеріне байланысты болады.

Пайдалану ұңғымасы екі негізгі типте болады: тік және иіліңкі. Иіліңкі үлгісі – қыртыстың берілген жерінде ұңғыманың бастауын бағыттау қажеттілігінің нәтижесі. Осы ұңғымалардың профильдері технологиялық талаптарға сәйкес алуан түрлі болып келеді.

Тізбектің ұзақ жұмыс жасауы ұңғыманың жұмыс жасау уақытымен сәйкес келуі тиіс.

Ұңғыманың сыртқы шегендеу құбырлар тізбегі бірнеше метр тереңдікке түсіріледі және олар құбыр бойы толық цементтеледі. Бағыттаушының ішіне тізбек басы орнатылады да, оның ұзындығы 200-ден 600-800 м-ге дейін болады. Бұл кондуктор деп аталып, барлық ұзындығы бойынша цементтеледі. Пайдалану тізбегі мен кондуктордың арасына шегендегіш құбырлар тізбегі түсіріледі. Олар ұңғыманы құру кезінде технологиялық функцияларды жасайды, терендікке түсірілуі геологиялық қабатқа байланысты анықталады.

Тізбек басы кондукторға жалғастырылып, ұңғыманы пайдалану кезінде ұңғымаға жабдықтарды түсіру үшін қолданылады.

Пайдалану ұңғымасының сүзгілі бөлімі газдың немесе сұйықтың және де қабатқа су мен газды айдағанда ағып кетпеуін қамтамасыз етуі тиіс.

Ұңғыма оқпанының шегендеу құбырлары тау жыныстарының қысымында болады және олар пайдалану тізбегі – сұйық және газды айдағандағы немесе қабаттың қысымының әсерінде де болады. Ішкі және сыртқы қысымдардан бөлек шегендеуші тізбек, сонымен бірге құбырдың өз салмағының жүктемесін де көтереді, ал кондуктор болса қалған шегендеуші тізбектің салмағын көтереді. Тізбек басы шегендеуші тізбектің салмағын, ішкі қысымды және оған артылған өндіру жабдықтарының салмақтарының жүктемесін көтеруге мәжбүр.

Ұңғыманы пайдаланғанда оның ішкі және сыртқы қысымдарының мөлшерлері ауысып отырады.

Ұңғыманы пайдалану кезінде одан өндірілетін мұнай, газ және конденсат коррозия туғызады және шегендеуші құбырлар тізбегінің бұзылуына әкеліп соғады. Өндіру кәсіпшілігіндегі

мұнай мен газда көмір қышқыл газы мен күкіртқышқылы көп болуы мүмкін және ұңғыма тереңдеген сайын оның қысымы артып қана қоймай, қабат температурасы да көтеріліп 250^0С шамасына дейін барады.

Ұңғымаға жоғары қысыммен қышқылды жұмыстық сұйықты, газ, жоғары температурадағы жылу тасығыштарын жіберу оның жұмысын қиындата түседі.

Бұндай жағдайлар ұңғыманың апатқа ұшырауына (авария) әкеліп соғуы мүмкін.

Пайдалану құбырлары жоғары дәрежедегі сапалы болаттардан жасалады. Олардың негізгі көрсеткіштері стандарт бойынша реттеледі: уақыттық қарсыласуы, ағу шегі, салыстырмалы ұзартылуы (1.1-кесте) көрсетілген [2]. Сонымен бірге, құбырлардың теориялық массасы және муфтаның өлшемдері де беріледі.

Көбінесе пайдалану ұңғымаларында пайдалану тізбегі белгілі бір құбыр өлшемдерінен жиналады: 114; 127; 146; 168 және 194 мм. Осы өлшемдердің ішінде жиі қолданылатыны мына өлшемдер: 146 және 168 мм.

1.1-кесте

Көрсеткіштер	Болаттардың беріктік тобы						
	С	Д	К	Е	Л	М	Р
Уақыттық қарсыласу τ_y, МПа	550	650	700	750	800	900	110
Ағу шегі σ_T, МПа	320	380	500	550	650	750	950
Салыстырмалы ұзартылу, %	18	16	12	12	12	12	12

Пайдалану тізбегінің ең аз диаметрін қолдана отырып, мұнай кәсіпшілігінде максималды бұрғылау мүмкіншілігі үлкен рөлі атқарады (114 және 127 мм), ал жоғары дебитті ұңғымада диаметрі 146 мм және одан жоғары құбырлар қолданылады. Осыған байланысты мұнай кәсіпшілігінде ұңғыманы пайдаланғанда кіші диаметрлі құбырлар тізбегі жұмсалынатын болат шығынын әлдеқайда қысқартуға мүмкіндік береді.

Сонымен, мұнай кәсіпшілігіндегі бұрғылау жұмыстарында ең кіші диаметрлі тізбекті құбырды пайдалану кеңінен қолданылады.

Ұңғыманы пайдалану кезінде оқпанды тізбекті қолдану маңызды рөл атқарады.

Оқпанды тізбекті есептеу барысында оның негізгі факторы ретінде температурасы ескеріледі. Себебі, оқпанды тізбекті жартылай цементтегенде тізбектің температуралық ұзаруы сағалық бөлімге ауысып, деформацияға тап болады.

Температураға байланысты тізбектің ұзындығының өзгеруі келесі формула бойынша анықталады:

$$l_t - l_0 (1 + \alpha_t \Delta t), \qquad (1.1)$$

мұндағы: α_t – сызықтық ұлғаю коэффициенті; Δt – жоғары беттегі және ұңғыма температураларының айырмашылығы; l_0 – тізбектің бастапқы ұзындығы. (1.1) формуласына байланысты жоғары беттегі тізбектің жалпы ұзаруы 0,5-0,75 м-ге жетуі мүмкін. [2]

Ұңғыма оқпанына арнайы агрессивті орталарды беру кезінде және будың жоғары температурада әсер етуі коррозияның қарқындауын тудырады. Осыған байланысты құбыр материалының маркасы дұрыс таңдалуы тиіс.

Өнім қабатындағы ұңғыманың ашық аймағы **сүзгімен** жабдықталады. Ұңғыманы сүзгімен жабдықтау, өнім қабатының бұзылуы кезінде ұңғымаға механикалық қоспалардың түсіп кетпеуін камтамасыз етеді.

Сүзгінің негізгі сипаттамасы ретінде оның гидродинамикалық ерекшеліктері қарастырылады.

Ұңғыманың сүзгісі тұрақты немесе ауыспалы болуы мүмкін. Ауыспалы сүзгіге гравийлі қызыл-стерженді, гравийлік қиыршықтас, металды керамикалық бөлшектер және т.б. жатады. Ауыспалы қиыршықты сүзгі бір-біріне концентрикалық орналасқан құбырларды құрайды, олардың арасына қиыршық тастар (гравий) төселген. Сүзгі жиналған күйінде пайдалану тізбегіне түсіріліп, өнімді қабат аймағында құрастырылады. Сүзгінің жоғарғы және төменгі бөлімдері герметизацияланады.

Басқа сүзгілерге тоқталар болсақ, мәселен металды керамикалық, ол корпустан және сүзгіөткізгіштік элементтен тұрады да, пісірілген металл шариктерден жасалады. Шариктің өлшемдерін таңдау, сүзгінің өткізгіштігін камтамасыз етеді, ал материалына келер болсақ, сүзгі коррозияға төзімді етіп жасалады. Сүзгінің ұзындығы өнімділік қабатының қалыңдығына сәйкес болуы тиіс және ол ауыстырмалы шиыршықты сүзгіге орнатылады.

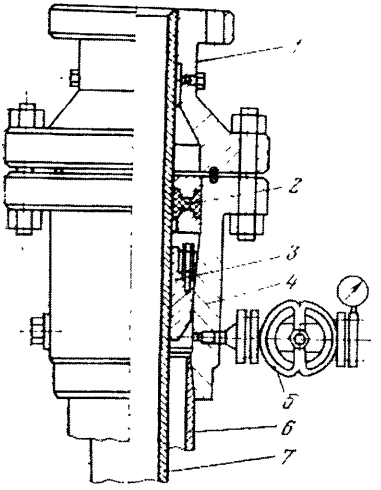
Ұңғыманы пайдалану кезінде сүзгі көбінесе қабат өнімімен шығатын сұйықтардағы заттармен бітеліп қалады, мәселен сұйықта болатын смола тәріздес заттармен. Оның нәтижесінде сүзгінің гидродинамикалық сапасы кемиді. Осыны болдыртпау үшін сүзгіні дүркін-дүркін тазалау қажет. Тазалау кезінде оған сұйықты кері айдау операциялары қажет немесе, мүмкіндік болса, сүзгіні жоғарыға шығарып ауыстыру қажет.

Қиыршық металды керамикалық және басқа сүзгілерді қолдану әдісі, алдымен қабат өніміндегі механикалық жыныстардың түріне байланысты болады. Құмды қабатты цементтеу кезінде сүзгіні міндетті түрде қолданамыз. Өйткені мұндай қабатта өнімді өндіру кезінде құбырлар тізбегін пайдалану, сұйықты жоғарыға шығаруға арналған жабдықтардың тез істен шығуына әкеліп соғады.

1.3. Өндіруші ұңғыма сағасының қондырғылары. Ашық фонтандауды сақтандыратын қондырғылар

Ұңғымадағы шегендеуші құбырлар сағадағы құбырлардың басымен байланады. Тізбек басы (1.3-сурет) ұңғыманың барлық шегендеуші құбырларын бір жүйеге қатар байлайды да, олардың салмағын толығымен қабылдап, кондукторға бұл күштердің барлығын түсіреді.[2] Соның көмегімен ұңғыманың құбыр араларындағы кеңістіктерді герметизациялап, бір-бірінен оқшаулайды. Сонымен бірге, ұңғыманың оқпанын тексеру және әртүрлі қажетті технологиялық операцияларды орындауға, ұңғымаға түсірілетін пайдалану қондырғыларын монтаждау мақсатында да қолданады. Бұрғылау жұмыстары кезінде лақтыруға қарсы жабдықтардың превенторлары орнатылады да, бұрғылау жұмыстары біткеннен кейін превенторлар демонтаждалады.

Құрылымы бойынша қарастыратын болсақ, тізбек басы деп бірнеше біріктірілген бөлшектерді айтуға болады және оның құрамына шегендеуші құбырларды ұстап тұратын катушкалар мен крестовиналар кіреді. Бұл элементтердің саны шегендеуші құбырлардың санына байланысты болады.



1.3-сурет. Тізбек басының құрылымы:
1-катушка; 2-нығыздауыш; 3-сыналар; 4-корпус; 5-ысырма; 6-шегендеуші құбыр, 7-құбырлар тізбегі

Тізбек басының жұмыс істеу жағдайы өте қиын. Себебі тереңдігі жоғары ұңғымалардағы шегендеуші құбырлардың салмағы бірнеше жүздеген килоньютоннан асуы мүмкін. Сонымен қатар, тізбек басы онымен қарым-қатынаста болатын ортаның салмағын да өзіне алады. Өнімнің құрамында H_2S, CO_2 элементтері кездессе немесе судың жоғары минерализациясы орын алса, онда тізбек басы осы факторлардың әсерінен тез тозады. Терең ұңғымаларға қыздыру сұйықтарын айдағанда тізбек басы 150-250 градусқа дейін қызады, ал солтүстік аймақтарда тізбек басы минус 50 градусқа дейін суыйды.

Тізбек басының бұзылуы әртүрлі апаттарға және қоршаған ортаға зиян келтіруіне әкеліп соғады, ал кей жағдайларда ол өртке, ал қауіпті жағдайда жарылысқа себеп бола алады.

Көп бағытты ұңғымаларда тізбек басының салмағы өте ауыр болады және алатын аумағы да аса үлкен. Олардың қажеттілігінің артуына байланысты жасалу кезінде көп мөлшерде металл қолданылады және оны құрастыруда легирленген болат қолданылады. Тізбек басының вертикалды аумағының үлкеюімен қатар ұңғымадағы жұмыстар да күрделенеді.

Жоғарыда айтылған тізбек басының жұмыс істеу кезіндегі ерекшеліктері мен тізбек басының құрылымының ерекшеліктері, оларды құрастырған кезде көптеген талаптарды орындауды қажет етеді. Ең бастысы – тізбек басы және оның бөлшектері ұңғыманың қызмет ету кезінде әртүрлі жағдайларда өзінің беріктігін сақтау керек және құрастыруы кезінде металды аз қолдану үшін оның вертикаль өлшемдері шағын болуы керек.

Тізбек басының элементтерін қарастырайық. Екі құбырды байлау үшін тізбек басының корпусы (4) шегендеуші құбырға (6) отырғызылған (1.3-сурет). Құбыр басының іші конусты болып келеді және оның ішінде шегендеуші құбырларды (7) ұстап тұратын сыналар (3) орналасқан. Тізбек басының қосқыш тетігі (фланец) құбырға кигізілген немесе оған дәнекерленген катушка (1) бекітіледі. Катушка бұрандалар арқылы тізбек басымен байланысқан. Құбыраралық кеңістік нығыздаушылар (2) арқылы бір-бірінен оқшауланған. Құбыр сыртындағы кеңістікке жету үшін тізбек басына ысырма (5) орналастырылған. Мұндай тізбек басының биіктігі 1 метрдей болады. Шегендеуші құбырлардың диаметріне байланысты тізбек басының салмағы 500-550 кг аралығында болады.

Тізбек басының бөлшектері – төртжақ (крестовина) және катушканың қораптары құйылған болаттардан және өте сирек қоспаларынан құралады. Металдың механикалық қасиеттерін жақсарту және кернеуді төмендету үшін дайындалған бөлшектерді дәнекерлегеннен кейін термоөңдеу арқылы сынайды. Қорап үшін болаттың ағу шегі 5-5,5 МПа, салыстырмалы созылуы 14-15%, және соғу тұтқырлығы 40мН*м/м^2 дейінгі мәндерде болады. Ауыр жағдайда жұмыс істейтін тізбек басылары үшін төмен легирленген болаттар 35ХМЛ қолданылады. Штампталған және соғылып жасалынған дәнекерленетін фланецтер

немесе олардың жоғары бас жағы сәйкесінше 358ХМ және 40Х металдарынан жасалады.

Бұрынғы кездерде тізбек басы мен басқадай бөлшектер бір орталыққа бағынбаған әртүрлі зауыттарда жасалынатын. Кейбір кездері ондай зауыттарды үйлестіру жағдайы өте төмен болатын. Сондықтан оларда жасалынған бөлшектердің өлшемдері әртүрлі болып, бір-бірімен байланысуға келмейтін, себебі олар үшін ортақ стандарт жасалынбаған еді. Соған қарай осы уақытқа дейін ондаған мың ұңғымалардың тізбек бастарының құрылымдары мен өлшемдері әртүрлі болып, оған жалғанатын бөлшектердің өлшемдерін бір калыпқа келтіру қиынға соғуда.

Тізбек бастарының бөлшектерді байланыстыратын өлшемдерінің әртүрлі болуы олардың жоғары қысымға беріктігін төмендетіп, соның салдарынан апатты жағдайларға алып келуде.

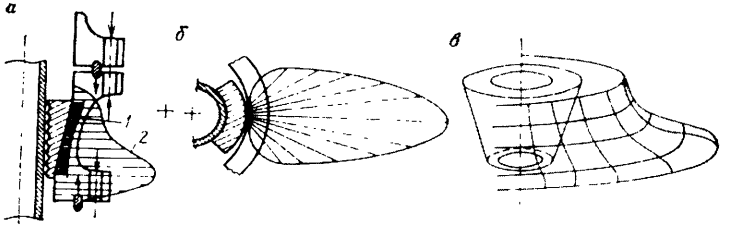
Қазіргі уақытта тізбек бастарын құрастыру және оның бөлшектерін тасымалдау стандарт (сағалары су астында орналаспаған мұнай және газ ұңғымаларына арналған тізбек басылары) бойынша жүргізіледі. Стандарт бойынша шегендеуші құбырмен байланыстыру түрі мен негізгі параметрлері (максималды ішкі диаметр, жұмыс істеу қысымы, шегендеуші құбырдың шартты диаметрі) анықталады. Соған орай стандарт бойынша жұмыс істеу қысымдарының келесі мәндері қарастырылады: 14, 21, 35, 70, 105 МПа. Жұмыс істеу қысымы 35 МПа үшін сынақ қысымы $2 \cdot P_{жұм}$, ал егер 35 МПа-дан жоғары болса, онда сынақ қысымы $1{,}5 \cdot P_{жұм}$-ға тең етіп алынады.

Әдетте, корпустың жуықтау есебі ішкі қысымның әсерінен болатын калың қабырғалы құбырдағы кернеудің формуласы бойынша жүргізіледі.

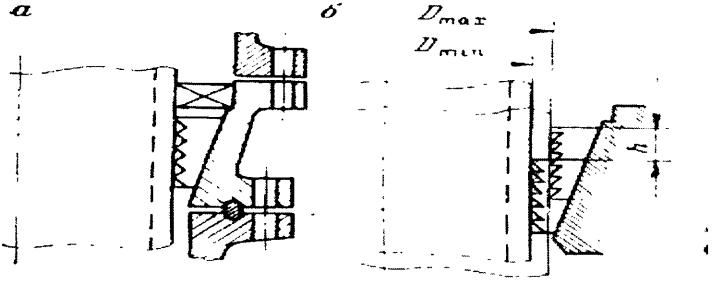
Ішкі қысымның әсерінен құбырға әсер ететін кернеуді анықтау үшін арнайы формулаларды қолданып, есептеу жүргізіледі. Алынған нәтижелер арқылы тізбек басының мөлшеріне және көлденең қимасының түріне әртүрлі түзетулер енгізіліп, эмпирикалық формулалар қолданылады. Жүргізілген есептеудің нәтижесі нақты нәтижеге сәйкес келмеуі мүмкін. Оның себебін анықтау үшін жүргізілген талдаудың нәтижесінде негізгі себеп ретінде шегендеуші құбыр – сыналар – корпус жүйесіндегі әсер ететін күштер сұлбасын есептеудегі қате

әдістің колданылуы мүмкін. Бұл әдіс бойынша ішкі әсер ететін күштер бірдей таралады деп алынған.

Тік күштің әсерінен сыналар корапқа әсер етеді. Қалыпты жағдайда, бұл әсерлесу күші сынаның барлық бетіне (эпюра 1, 1.4-сурет *а*) және корпустың әсерлесу бетінде бірдей таралады деп есептелген (эпюра 2, 1.4-сурет, *б*). Бірақ есепте нақты әсерлесу беттері ескерілуі керек. [2]



1.4-сурет. Тізбек басының тұлғасына әсер етуші күштерді бөлу үлгісі



1.5-сурет. Тізбек басының тұлғасына және сына мен шегендеу құбырына әсер ету үлгісі

Шегендеуші құбырлардың сыртқы диаметрінің номиналды диаметр мәнінен ауытқуы, құбырлардың диаметралды деформацияның әртүрлілігіне және сыналардың құбырға сну терендігінің әртүрлі болуы үшін ұсталынатын құбыр корапта әртүрлі биіктікте отырғызылады (1.5-сурет, *а*) және оның интервалы келесі формуламен есептеледі (1.5-сурет, *б*):

$$h = \frac{1}{2}(D_{max} - D_{min})\cos\alpha, \qquad (1.2)$$

мұндағы: D_{max} және D_{min} – шегендеуші құбырлардың максималды және минималды диаметрлері, әдетте α = 7-9^0, [2].

Шегендеуші құбырлардың шақтамасы мен мөлшеріне сәйкес h-тың мәні 20-40 мм аралығында болуы мүмкін. Нәтижесінде сына мен корпус арасындағы қатынас $D_{қ.б}$ шақтамасының оң мәнінде бет бойымен емес, бір құраушының бойымен орналасады, ал оның теріс мәнінде – сыналардың шет жақтарымен болады. Сонда сұлбада (1.4 *б* – суретін қарастырамыз) байқалған корпуска әсер етуші күштің нақты эпюрасы өзге болады, ал корпустың өзі – ішінде қысымы бар қалың ыдыс ретінде жұмыс істемейді.

Сыналы байланыс кезінде құрастырылған нақты күштер сұлбесінің (фланецтың әсер етуін ескеріп түзетілген) нәтижесінде тізбек басының корпусын ЭЕМ арқылы есептеуге болады. Сонымен қатар, жүргізілген нақты есептеулер арқылы сынаны да есептей аламыз. Төсеме, фланец, бұранда және тізбек басының шпилькаларын фонтанды арматураны есептеуге ұқсас жолмен есептеуге болады.

Ұңғыларды фонтанды режимде пайдалану кезінде жүргізілетін кейбір жөндеу түрлері мен қызмет көрсетулер және жоғары тегеурінді қабаттарды газлифттік немесе сораптық әдіспен өндіру кездерінде ұңғыларды ауырлатылған ертінділермен тұйықтауға тура келеді. Мұндай жағдайларда өте күрделі, әрі қымбатқа түсетін жұмыстар орындалады. Сонымен бірге, ұңғымаларды тұйықтау оларды қайта іске қосу кезінде қабаттардың сұйық өткізгіштігі кемиді. Ұңғыманы тұйықтау әдісі оның апатты (ашық) фонтандауынан сақтандыру үшін де қолданылады.

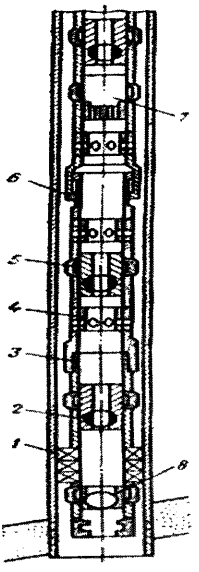
Сағалық қондырғының апат нәтижесінде бұзылуы немесе жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде ашық фонтандаудан сақтану үшін фонтандаушы ұңғымаларда оқпанның төменгі жағына **айырғыш клапандар** қойылады. Бұл айырғыш клапандардың арқасында оқпанның жоғары және төменгі жақтары бір-бірімен байланыспайды.

Қабатты айырғыш клапандар, сонымен қатар ұңғымада технологиялық процестерді жүргізуге мүмкіндік береді. Сондықтан айырғыш клапан басқа қондырғымен толықтырылады да, олар арнайы жүйені құрайды. Бұл жүйе бірнеше бөлшектерден тұрады: негізгі бөлігі айырғыш клапанның өзі, нығыздауыш-герметизатор (пакер), якорь, берілген деңгейді ұстаушы пакер, клапанды басқару үшін қажетті қатынас каналы, өзіндік басқару құрылымы, клапанды, якорь мен пакерді орнату және демонтаждау жұмыстарына арналған қондырғы, технологиялық операцияларды жүргізуге арналған қондырғылар.

Жоғарыда аталған қондырғылар (сұзгінің жоғары жағында орналасады) қабаттың әртүрлі ерекшеліктеріне (сұйық немесе газдың қасиеті, дебиті, ортаның агрессивтігі, температура, қысым) байланысты пайдаланылады. Бұл жұмыс жағдайларында әрбір қондырғы ұзақ уақыт бойы бас тартпай жұмыс істеуі қажет және ол инженерлік тұрғыда күрделі мәселе болып саналады.

Қабаттың айырғыш клапаны (1.6-сурет) пакерден (1), айырғыш клапаннан (2), ажыратқыштан (3), ұңғыманы апат кезінде сөндіруге арналған циркуляциялаушы клапаннан 4, ингибиторды сңгізуге арналған клапан (5), сызықтың деформацияларды азайтуға арналған телескопиялық байланыс (6), қабат сұйығының шығым мөлшерін басқаруға қажетті дроссель (7), қабылдағыш клапаннан (8) тұрады. [2]. Пакер түрлерінің бір-бірінен айырмашылығы мынада: түсірілетін күшті қабылдау және пайдалану тізбегінс бағыттауы бойынша, фиксация әдісі бойынша, отырғызу және алынуы бойынша, әртүрлі орта үшін қолдануы және өлшемі мен конструкциясы бойынша бөлінеді.

Қабаттың айырғыш клапандарының бір-бірінен айырмашылығы мынада: басқару әдістері, құбырлармен байланысы, құбырда орналасуы және жүру каналдары бойынша ажыратылады. Клапандар автоматтық және басқарылу клапандары болып бөлінеді. Өз кезегінде автоматтық клапандар келесі түрге бөлінеді: оларды орналастырған аралықта қысымның төмендеуі кезінде іске қосылатын және сұйық мөлшерінің белгілі мәнінен асып кету себебінен іске қосылатын



1.6-сурет. Қабаттағы ашық фонтандаудан сақтайтын айырғыш клапаны бар ұңғыма-қондырғысының сұлбасы

клапандар. Клапандардың құбырмен байланысы бойынша келесі түрлерге бөлінеді: алынатын клапандар – олар канат арқылы құбыр бойымен түсіріліп, құбырдың ниппельдерінде орналастырылады; стационарлы клапандар – құбырмен бірге ұңғымаға түсіріледі және онымен бірге жер бетіне шығарылады.

Ұңғымаларда айырғыш клапан орналастырылған кезде және орналастырылмаған кезде де ұңғыма ішінде бірнеше операцияларды орындау қажет болады және олар жоғары қысым аумағында орындалады.

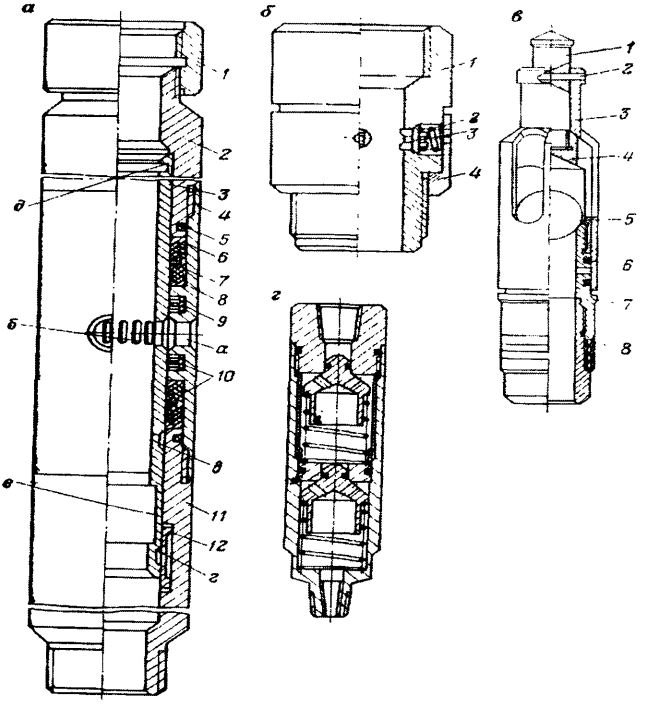
Қысымы бар ұңғымада жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде айырғыш клапанға қосымша арнайы клапандар қосылады (1.7-сурет): циркуляциялы, теңгеруші, қабылдаушы және кері клапанды.

Циркуляционды клапан арқылы ұңғыма түбін, құбыр сыртын және ішін жуу жұмыстарын жүргізу, ұңғыманың түбін әртүрлі химиялық реагенттермен жуу кезінде және басқа да ұңғыма ішіндегі операциялар кезінде құбырдың ішкі кеңістігі мен құбыр сыртындағы кеңістіктерді байланыстырады.

Циркуляциялы клапан (1.7-сурет, а) СКҚ (НКТ) құбырына орнатылып, онымен бірге жер бетіне шығарылады, [2]. Ол тесіктері бар қораптан (4) тұрады және әрбір тесікте жылжымалы төлке (3) (оның да тесіктері бар) орналасқан. Соңғысы нығыздаушы элементтермен герметизацияланған: (6), (7), (8), (9), (10).

Резьбалық байланыстар сақиналармен (5) нығыздалады. Клапанды СКҚ-мен байланыстыру үшін корпуста аудармалар (2

және 11) орналастырылады. Жоғарғы аудармаға (2) муфта (1) отырғызылған. Ашық және жабық жағдайларында төлке (3) фиксатормен (12) қатаяды және ол төменгі аударманың (11) сақиналы кеңістігінде орналасқан.



1.7-сурет. Арнайы клапандардың құрылымы:
а-циркуляциялы; б-теңгеруші ; в-қабылдаушы; г-кері екі клапанды

Клапанды басқару кезінде төлкені төмен түсіреді немесе жоғары көтереді, сонда корпус пен төлкенің тесіктері сәйкес келсді немесе бір бірін жабады.

Теңестіруші клапан (1.7 б-сурет) ұңғы қондырғысының жабу элементінің жақтарының қысымын теңестіру үшін немесс құбырдан айырғыш клапандарды, тығындар мен қабылдаушы клапандарды қосып шығару үшін қолданылады.

Клапан корпустан (1) және корпустың қабырғаларына пісіріліп орнатылған клапандардан (3) тұрады. Клапанның пружиналары (2) чехолдың көмегімен ұсталынып отырады. Клапан ұңғыға штанга немесе канат арқылы түсірілетін жүктің көмегімен ашылады.

Қабылдаушы клапан (1.7 в-сурет) пакерді отырғызу және де құбыр ішіндегі қысымды көтеру үшін, сонымен бірге құбырдағы кеңістіктерді жабу мақсатында қолданылады. Пакерді отырғызғаннан кейін ныгыздайды, бірақ кейбір жағдайларда престейтін шардың үзіліп кету салдарынан пайдалану құбырының пакермен герметизациялануы үшін қысым жеткіліксіз болады. Бұл үшін қабылдаушы клапандарды қолданады. Оларды пакердің астында орналасқан өткізбейтін ниппельге орнатады. Қабылдаушы клапан корпустан (7) тұрады және оның жоғарғы ұшын жабатын шардың ершігі ретінде жасайды. Корпустың жоғарғы жағына шары (5) бар тор (4) орнатылады. Корпустың сыртына кожух (3) кигізіледі және ол кожухтың басы ұстағыш ретінде жасалады. Тордың ішкі кеңістігімен байланысты ұстау үшін кожухтың шет жақтарында арнайы терезелер бар.

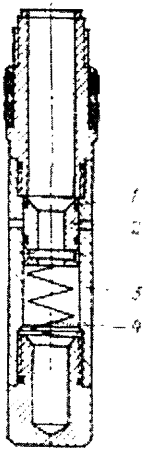
Корпустың жақтарындағы тесіктерді сақиналармен (6) ныгыздалған кожухтың юбкасы жабады. Стерженьде (1) орналасқан штифт (2) үшін кожух көлденең қозғала алмайды. Қабылдаушы клапан өткізбейтін ниппельде ныгыздауштармен (8) герметизацияланады. Клапанды алу үшін штифт (2) алынып, кожух (3) стерженнің (1) басына тірелгенше жоғары көтеріледі де, теңестіруші тесіктер ашылады, ал шардың (5) астындағы және оның үстіндегі қысымдар теңестіріліп, осыдан кейін клапан ниппельден жеңіл алынады.

Кері клапан (1.7 г-сурет) қысымы бар аймақта құбырларды көтеру-түсіру жұмыстары барысында құбырдағы кеңістікті жабады. Ол әрқашан да аралықты жауып тұру керек және апат болған жағдайда мүмкіншілігінше ұңғыны тұйық сөндіреді. Кері клапандар сонымен қатар, ұңғыларды газлифт әдістерімен пайдалану кезінде қолданылады, мұнда олар сұйықтың кері ағынының құбыраралық аймақтан өтуіне кедергі жасайды. Кейбір жағдайларда оларды пружинасыз құрастырады және

реверсивті етіп қолданады, яғни ұңғыма өнімінің ағын қысымының есебінен өздігінен жабылады.

Кері клапандар пайдалану құбырларының тізбегінде және отырғызу ниппельдерінде сым немесе канат арқылы түсіріліп орнатылады.

Тұйықтау тығыны (1.8-сурет) отырғызу ниппелінде тізбектің өтуін герметизациялау үшін цилиндрлі бөгет орнатылады [2].

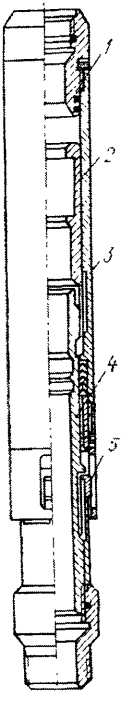


1.8-сурет. Тұйықтау тығынының құрылымы

Оның корпусының (3) ішінде пружинаның астына орналасқан поршені (2) бар. Поршеннің ныгыздаушы сақиналары (1) пружинаның (4) сығылған кезінде құбырдың ішкі және сыртқы аймақтарын біріктіретін корпустың шет жақтарындағы каналдарды жабады. Тығынды орнату үшін түсіру құралы ұңғыға түсіріледі. Ол кезде ашық канал арқылы сұйықтық қозғалады. Тығынды түсіруші құралды шығарып алғаннан кейін поршень каналды жауып тастайды да, тізбектің орталық өту аймағын герметизациялайды. Тығынды алу керек болған жағдайда поршень (2) стержень арқылы төмен итеріліп, каналдар ашылып, оның үстіңгі және астыңғы аймақтарындағы қысым теңеседі.

Отырғызу ниппелі – ұңғыма жұмыстарын жүргізу кезіндегі құбырдың құрастыру элементі болып табылады. Ол радиалды каналдары бар қысқа құбыр түрінде болады. Ол құбыр ішінде тізбек бойымен әртүрлі аппараттарды, құрылғыларды орнатып, бекітуге арналған.

Құбырлы тізбекті айырғыш (1.9-сурет) басшықтан (1), жоғарғы (2) және төменгі (5) цангалардан, цилиндрден (3) және штоктан (4) тұрады [2].



1.9-сурет. Құбырлы тізбекті айырғыш

СКҚ тізбегін ұңғының ішкі қоңдырғыларынан ажырату үшін ұңғы бойымен сыммен түсірілетін құрылғыны қолданады. Құрылғының итергіші цанганы (2) жоғары көтеріп, пайдалану құбырларын ұңғы қоңдырғыларынан ажыратады, ал цанганы төмен түсіргенде оларды қосады.

Басқару станциялары жаңа кешендерді басқаруға арналған. Қалыпты жағдайда олар бір ұңғыманы немесе бір топ ұңғыманы (1 кустта – 8 ұңғымадан артық емес) басқарады.

Электрлік немесе пневмогидравликалық байланыс түрлеріне қарай ҰАБК (ұңғыма айырғыштарын басқару кешені) және ҰАБК – Э байланыс кешендері қолданылады.

Олар ортаның температурасына, ондағы H_2S және CO_2 мөлшеріне, жөндеу жұмыстарының жиілігіне байланысты әртүрлі етіп жасалынады.

1.4. Лифт құбырлары. Сорапты-компрессорлы құбырлар (СКҚ). Мұнай өндірісінің коммуникациялық құбырлары

Мұнай өндірісінде құбырларды келесі жағдайлар үшін қолданады: ұңғы ішінде мұнай қозғалысы орын алатын окпанды жасау үшін, ұңғы ішіндегі қондырғыларды орналастыру үшін, өндіріс территориясында құбырларды жүргізу үшін. Қолданылатын құбырлар әртүрлі болып келеді, сонымен бірге олардың негізгі 4 түрін атауға болады: бұрғылау, шегендеу, сорапты-компрессорлы және мұнай кәсіпшілігінің коммуникация құбырлары.

Құбырдың алғашқы үш түріндегі әрбір құбырда муфтасы жоқ шетінен 0.4-0.6 метр қашықтық аралығында мынадай белгілер болады: шартты диамстрі (мм) және құбырдың нөмірі, болаттың төзімділігі, қабырғасының қалыңдығы, шығарылған айы мен жылы, өндіруші зауыттың тауарлық белгісі. Бұл белгілердің жанына ашық түсті шайылмайтын бояумен белгілерді қайталап жазады.

Сорапты компрессорлы құбырлардан тізбек құрылып, ұңғыма бойымен түсіріледі. СКҚ-ды қолдану мақсаттары мынадай:

- қабаттан алынған сұйықты, сұйық пен газ қоспасын немесе газды жер бетіне көтеру;
- ұңғы түбіне сұйық немесе газды айдау үшін (технологиялық процестерді орындау үшін, өнімділікті арттыру немесе жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін);
- ұңғы ішіндегі қондырғыларды ілу үшін;
- ұңғы ішінде жөндеу және бұрғылау жұмыстарын жүргізу.

СКҚ-ң шартты белгілену үлгілері:

Төзімділік дәрежесі Е, шартты диаметрі 60мм, қабырға қалыңдығы 5мм құбырлар үшін:

- 60х5-Е МЕмСТ 633-80 – тегіс құбырлар үшін;
- В-60х5 МЕмСТ 633-80 – шеттері сыртқа шығарылған құбырлар үшін;
- МСК (муфталы сорапты компрессорлы)-60х5 МЕмСТ 633-80 – жоғары герметизацияланған құбырлар;
- МзСК (* муфтасыз сорапты компрессорлы)-60х5 МЕмСТ 633-80 – жоғары герметизацияланған муфтасыз құбырлар.

СКҚ-лар МЕмСТ 633 бойынша жасалады [1]. Ол бойынша тегіс құбырлар және оларға арналған муфталар, шеттері сыртқа шығарылған құбырлар және оларға қажетті муфталар, тегіс жоғары герметизацияланған құбырлар мен оларға арналған муфталар және муфтасы жоқ шеттері сыртқа шығарылған құбырлар жасалынады. Тегіс құбырларды жасау жеңіл, бірақ олардың шет жақтарына жасалған бұранданың есебінен шет жақтарының төзімділігі әлсірейді. Ал бұрандасы сыртында орналасқан құбырлардың бойы мен шет жақтарының төзімділігі жоғары болады. Оны төзімділігі біркелкі құбырлар деп атайды. Оларға жасалған муфтаның диаметрі құбырдың диаметрінен үлкен болады (1.2-кесте) [1]. Тегіс құбырлардың резьбасы конустық кейіппен жасалынып, профильдік бұрышы 60^0-қа тең болады.

1.2-кесте

СКҚ-лардың стандартты диаметрлері (МЕмСТ 633-80)

Құбырдың шартты диаметрі	Сыртқы диаметр, мм			Құбыр қабырғасының калыңдығы, мм	Құбырдың ішкі диаметрі, мм	Құбыр мен муфтаның массасы (теориялық) кг/м	
	Құбырдың тегіс бөлімі	Муфталар				Тегіс құбыр	*В* типті құбыр
		Тегіс құбыр	*В* типті құбыр				
27	26,7	-	42,2	3,0	20,7	-	1,85
33	33,4	42,2	48,3	3,5	26,4	2,65	2,66
42	42,2	52,2	55,9	3,5	35,2	3,38	3,46
48	48,3	55,9	63,5	4,0	40,3	4,46	4,54
60	60,3	73,0	77,8	5,0	50,3	7,01	7,12
73	73,0	88,9	93,2	5,5	62,0	9,50	9,55
73	73,0	88,9	93,2	7,0	59,0	11,70	11,87
89	88,9	108,0	114,3	6,5	75,9	13,68	13,72
89	88,9	-	114,3	8,0	79,0	-	16,69
102	101,6	120,6	127,0	6,5	88,6	15,80	16,05
114	114,3	132,1	141,3	7,0	100,3	19,13	19,49

Тегіс және шеттері сыртқа шығарылған СКҚ-лардың бұрандасының конустығы 1:16, дөңгеленген профиль бұрышы 60 градуска тең. МСҚ және МзСҚ құбырлардың бұрандалы бөлігінің соңы конусты тегіс, ол ұшы муфталы-конусты бұрандаға кигізіліп, қосымша нығыздалады.

Құбырлардың шамасы бойынша *А* құбырлары (өте дәл жасалынған) үшін ауытқуы +6.5 тен –3.5% аралығында, ал *Б* құбырлары (аса дәл емес) үшін ауытқу +8 ден –6%-ға дейінгі аралықта болады [1].

СКҚ-лардың ішкі диамстрін ұзындығы 1250 мм СКҚ ішкі диаметрінен 2-2.9мм-ге кем арнайы жасалынған үлгі арқылы тексерсді. Қабырғаның қалыңдығына минусты 12,5%-ға тең шақтама орнатылған.

Муфтасыз СКҚ-ларды ұңғыларға түсіру үшін құрылымы күрделі, қымбатқа түсстін элеваторлар қолданылады. Олар құбырлар тізбегін тегіс немссе кеңейтілген бөлігінен ұстап тұра алады. Ол үшін элеватордың сыналы ұстаушы органы мен конустық отырғызу беті болуы керек. Осыған байланысты оның құрылымының күрделілігі күрт артады.

Құбырлар төзімділік тобы мынадай болаттардан жасалады: Д, К, Е, Л, М, Р. Сонымсн қатар, СКҚ Д16Т маркалы алюминді қорытпасынан жасалынуы мүмкін. Бұл қорытпаның ағу шегінің мөлшері 300 МПа, ал төзімділік шегі 110 МПА-ға дейін болады. Қорытпаның салыстырмалы тығыздығы 2,72-ге тең. Алюмин қорытпасынан жасалған құбырлардың салмағы болаттан жасалған құбырлардың салмағынан кіші, бірақ төзімділігі де төмендейді (Д-болаттан 1.25 есс кіші, К үшін –1.67, Е үшін –1.85 есе). Сонымен қатар, алюминнен жасалған құбырларды терең түсіруге болады.

Д16Т құбырларының сонымен қатар, күкіртсутегілік (H_2S) ортада коррозияға төзімділігі жоғары болады, сгер оны қалың қабатты анодпен қаптаса, оның коррозияға төзімділігі одан да артады.

Газдың қысымы 50 МПа (500 кгс/см^2) дейінгі ортада МСҚ тегіс құбырлары муфталы байланысының көмегімен герметизацияланады. Байланысу аймағының төзімділігі құбыр бойының төзімділігінің 85-90%-ын құрайды, ал ол МЕмСТ 633 тегіс құбырларының мәнімсн салыстырғанда 25-35%-ға үлкен болады.

Конусты нығыздаушы беттерінің құрылымы және бұранданың профилі МзСҚ1 байланысындағы қолданатын құбырларға ұқсас. Байланысты одан әрі бекіткснде құбырлардың ішіндегі қапталдары түйісуге түседі.

МСҚ типті құбырларға қажетті ажырату күшін $P_{стр}$ анықтау үзілуге қауіпті көлдснең қима үшін жүргізеді. Аталған қима бұранданың біткен жерінен 12 мм ара қашықтықта болады және күш келесі формуламен анықталады:

$$P_{стр} = \frac{\pi D_{ср} b \sigma_T}{1 + \eta \dfrac{D_{ср}}{2l} ctg(\alpha + \varphi)} \quad . \qquad (1.3)$$

мұндағы: $D_{ср}$ – қауіпті қимадағы құбырдың орташа диаметрі; b – профильдің жұмыс істеу биіктігі; σ_T – құбыр материалының ағу шегі; η – болаттың пластикалық бөлігі үшін Пуассон коэффициенті (0,5-кс тең), φ – үйкелісі бұрышы (9^0), α – созу жүгін қабылдайтын профильдің иілу бұрышы; l – ұсталып тұрған бұранданың ұзындығы (l = L – 0.014 м), L – бұранданың жалпы ұзындығы [2].

СКҚ-лардың әрбір 8-10 метр аралығында бұрандалы байлыныстарының орын алуынан оларды ұңғыларға түсіріп-көтеру жұмыстары күрт артады.

Қазіргі уақытта, шетел елдерінің СКҚ-ры жиі қолданыс табады. Бұл құбырлар API, SPEC стандарттары бойынша жасалған.

Бұл СКҚ-ларының сыртқы диаметрі 26,7 және 114,3 мм аралығында және олардың шет жақтары сыртқа шығарылмаған немесе құбырлардың муфтасының кеңейтілген құбыршығы бар.

СКҚ-ларды біріктіру үшін қалыпты бұрандадан (конустылығы 1:16, профиль бұрышы 60^0, қадамы 3,175 немесе 2,54 мм) басқа арнайы трапециялы және тіректі бұрандалар қолданылады.

Герметизацияны жоғарылату үшін қосымша нығыздаушы беттерді және тефлоннан жасалған нығыздаушы сақиналарды қолданады. Коррозиядан сақтау үшін кейбір фирмалар құбыр ішін пластмассамен қаптайды.

СКҚ келесі төзімділікті болаттардан да жасалынады: H-40, J-55 (МЕмСТ 633 бойынша Д-ға сәйкес келеді) және N-80 API бойынша (5B спецификациясы), 5BH API спецификациясы бойынша төзімділігі P-105 болаттардан, 5BC API спецификациясы бойынша H_2S ортасы үшін C-75 төзімділікті (K, E беріктік тобы) болаттан жасалады.

Төзімділік тобы H-40, J-55, N-80(E) және P-105 (M) болаттардың химиялық құрамы стандарттарда көрсетілмейді.

Болаттардың қалыпты химиялық құрамдары 1.3-кестеде, ал материалдардың механикалық сипаттамасы 1.4-кестеде келтірілген.

Кестеде СКҚ материалдарының механикалық қасиеттері API, SPEC 5B, SPEC 5BX, SPEC 5BY үшін берілген.

1.3-кесте

Болаттың химиялық құрамы

Болаттың беріктік тобы	Термиялық өңдеу түрі	Көміртектің құрамы, %	Марганец құрамы, %	Басқа компоненттер, %
H-40	-	0,27... 0,37	0,70... 1,00	-
J-55	-	0,37... 0,47	0,80... 1,00	-
N-80	орташа	0,38... 0,48	1,40... 1,70	Mo-0,15
P-105	жіберу және орташа	0,37...0,45	0,60... 0,80	Cr-0,80 Ni-1,30 Mo-0,25 Mo-0,15 V-0,08 Mo-0,15 Cr-0,9

1.4-кесте

Материалдың механикалық сипаттамасы
(СКҚ үшін API Spec 5 B, 5 BC, 5BXAPI Spec 5B, 5BC, 5BX бойынша)

Болаттың беріктік тобы	Созылудағы шекті беріктік, МПа аспау керек	Созылудағы шекті беріктік, МПа аспау керек	Үзіліс кезіндегі шамалы созылу
H-40	420	280	29,5
J-55	520	380	24,0
C-75	660	520	19,5
P-80	700	560	18,5
P-105	840	730	16,0

Соңғы жылдары үзіліссіз орамды, иілгіш және муфтасыз тегіс құбырлар (ұзындығы 2500 м, кей жағдайларда 5500 м) жиі

қолданыс тауып жүр. Бұл құбырлар толық ұзындығымен өндіріліп шығарылады (немесе бөлек бухтамен 600-650 м-ден, бір-бірімен дәнекерленіп байланысқан), олардың бұрандасы болмайды және бухтаға оралынып, үлкен автомашинаға орнатылған арнайы агрегат арқылы ұңғының оқпаны бойымен түсіріледі.

Агрегаттың тарту қондырғысында СКҚ үйкеліс күшінің әсерінен ілініп тұрады.

Мұндай құбырлар тізбегімен құм тығындарын жою үшін сұйық айдауға, жөндеу және пайдалану жұмыстары үшін қондырғыларды ұңғыға түсіру жұмыстарын жүргізуге болады. Үзіліссіз тегіс құбырларды қолдану арқылы түсіру-көтеру жұмыстарының уақыты азаяды, бұрандаларды бұрау-ажырату жұмыстары жойылады.

Аталған құбырлардың кемшілігі ретінде түсіріп-көтеру жұмыстарын жүргізу үшін қолданатын қондырғылардың үлкен болуын атап өтуге болады, себебі барабандағы құбырлардың бүгілу радиусының үлкен болғаны жөн, сонда құбырлардың қалдық дифформациясы мейлінше азаяды. Бірақ В.Н. Ивановскийдің жүргізген жұмыстарына негізделетін болсақ, құбырлардың пластикалық дифформациясы оның жұмысына сшқандай әсер етпейді. Сондықтан да агрегат барабанының радиусын 2-1,8 м етіп жасауға болады. Қалған технологиялық кемшіліктер құбырларды қолдану барысында жойылады.

Мұнай кәсіпшілігінде, сонымен қатар ішкі жағы шынымен қапталған, эпоксидті смола жағылған СКҚ жиі қолданады. Бұлардың ішінде ең аз қолданылатыны – эмальмен қапталған құбырлар, себебі олар қымбатқа түседі. Мұндай әдіс құбыр беттерін парафиннен және коррозиядан қорғау үшін қолданылады. Сонымен қатар, олар ағынның гидравликалық кедергісін 20-30%-ға азайтады.

Шынымен қапталған бет жоғары температурада қолдануға тиімді болады және құбырлардың дефформациясы төзімді болып келеді. Әдетте, шыны бетке парафин жұқпайды. Бірақ шынымен қапталған беттің де кемшіліктері болады. Олардың негізгісі – құбырдың бетін шынымен қаптаған кезде микрожарылымдарының пайда болуы. Сондықтан бұл жарылымдарда коррозия басталып, парафин жинала бастайды. Қазіргі уақытта бұл жарықшақтарды жою үшін жаңа технология қолданылады.

Екінші кемшілік – құбырдың дефформациясы кезінде шынының жарылып кетуі. Бұған металл ($0{,}21\cdot10^6$ МПа) және шынының ($0{,}057\cdot10^6$ МПа) серпімділік модульдарының айырмашылығы себеп болады. Сонда құбырлардың металының деформациясы кезінде шынының жұқа қабатына өте үлкен күштер түсіп, оның бүтінділігі бұзылады. Мұндай жағдай құбырларды терең ұңғыларға түсіру және оны тасымалдау кезінде болады.

Шыныдағы кернеу оның шекті мәнінен аспас үшін келесі шартты сақтау керек:

$$P < (\sigma_ш/n)(F_ш+F_{құб}\cdot E_{құб}/E_ш).$$

мұндағы, P – шынының беріктігін сақтауға негізделген шарттан анықталатын құбырларға әсер ететін мүмкіндік күштің мөлшері, $\sigma_ш$ – шынының беріктілігінің шегі, n – беріктік қоры (1.3... 1.5-ке тең), $F_ш$, $F_{құб}$ – шыны және құбырдың көлденең қималарының аудандары, $E_ш$, $E_{құб}$ – шыны және құбырдың материалының серпімділік модульдері, [1].

Есептеулер бойынша диаметрі 73х5,5 мм құбырларда қолданатын ең берік шынылар үшін шекті әсер ету күші 200 кН. Демек, іші шынымен қапталған құбырлардың беріктігі шынының беріктілігіне байланысты болады. Ұңғыға ортадан тепкіш сорапты СКҚ арқылы түсіргенде, ол тереңдік 1500-1700 м-ден аспауы керек.

Беттері эпоксидті смоламен қапталған құбырлардың ішінде парафиннің жиналып қалуы күрт азаяды. Шынымен салыстырғанда эпоксидті смола иілімді болып келеді, яғни құбарлардың деформациялануы кезінде ол жарылмайды. Бірақ оның да кемшіліктері бар. Смолаларды тек 60-80^{0}С температураларда ғана қолдануға болады.

Соңғы жылдары эмальданған құбырлар жиі қолданыс табуда. Олардың ішкі беті механикалық тұрғыда өте төзімді (шыныға қарағанда сәуір), температураға да төзімділігі жоғары, суыққа шыдамды және беті тегіс, сонымен қатар бетке парафин жиналмайды.

СКҚ-ны қорғау үшін құбырларға бірнеше қабат эмаль жағылады. Эмальмен қаптау технологиясы шыны және эпоксидті смоламен өңдеуге қарағанда күрделірек болады.

Жоғарыда аталған үш әдіс те парафинмен күрес кезіндегі тиімді шаралар болып табылады. Пайдалану жағдайына байланысты белгілі бір әдістердің тиімді түрі қолданылады.

Құбырлардың бетін өңдеудегі жалпы кемшілікке құбыр ішіндегі муфталы байланыстардың коррозиядан қорғаныссыз қалуын атауға болады. Бұл жерлерде қорғалмаған орынды жабатын иілгіш қойылымдар немесе протекторлы сақиналар қолданылады. Бірақ бұндай шараларға байланысты қосымша қиыншылықтар пайда болады.

1.5. Сорап-компрессорлы құбырларды есептеу

СКҚ-дың есептеулерін технологиялық және беріктілікке деп екіге бөлуге болады. Технологиялық есептерге келесілер жатады: құбыр арқылы сұйық қозғалысы кезіндегі орын алатын гидравликалық кедергі, құбыр тізбегінде мұнайды көтеру үшін жұмыс істейтін газдың мөлшері және құбырлардың ұзаруын тексеру.

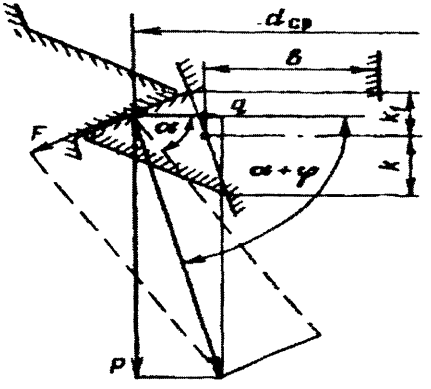
Беріктілікке есептеулер құбырдың келесі беріктік шектерінде қолданудың мүмкіншілігін тексереді: бұрандалық байланысқа әсер ету күші және құбырдың қауіпті қимасындағы эквивалентті кернеуі. Циклді айнымалы әсер ету күші, құбырдың ұзындығы бойымен майысуына әсер ететін күш. Келтірілген барлық параматрлер СКҚ жұмыс істеу жағдайына байланысты анықталады. СКҚ-лар құбыр тізбегінің салмағы, оған қосылған қондырғылардың салмағы және сорылып жатқан сұйықтың қысымының есебінен ұзаруы мүмкін. Ұңғы түбіне сұйықты айдағанда құбыр тізбегінің жоғары жағында артық қысымның себебінен кернеу пайда болуы мүмкін. Егер якорьге бұл қысым әсер етсе ұңғыма бойымен құбыр майысып, иілуі мүмкін.

СКҚ-ларды беріктікке есептеуді қарастырайық. Біріншіден, бұрандалы байланыстың ажырауына әкелетін күш әсерін есептейік.

Бұрандалы байланыстың ажырауы (страгивание) деп құбыр бұрандасының түсетін күшке байланысты муфтадан ажырауының басталуын айтады. Оған себеп – құбырға әсер ететін күштердің шамасы ағу шектен артқан кезде, құбыр

жұмырланып, муфта кеңейіп, құбырлар бұрандасының жоғарғы шеттері майысып, кесіліп ажырайды.

Ф.И. Яковлев құбыр бұрандасының ажырауына қажетті күшті есептеп шығарған [1]. Ол бұрандадағы бұранда шеттерінің бүгілуі және үйкеліс күшінің әсерінен туындайтын бұрандалы байланыска әсер ететін осьтік күш P пен радиалы күштерді q бірге қарастырған.



1.10-сурет. Бұрандағы әсер ететін күштердің сұлбасы

Бұл жерде құбырлардың қабырғасы жұқа деп қарастырылады. СКҚ-ларда құбырлардың ішкі диаметрінің оның негізгі денесіндегі қалыңдығының қатынасы 10 ... 14, ал бұрандалы бөлігінде – 15 ... 20-ға тең болады. Сондықтан, құбырлардың бұрандалы бөлігін жұқа қабырғалы деп қарастырады. Жұқа және қалың қабырғалар үшін шекаралық қатынас 18-20 шамасында болады.

Осьтік күштерінің ажыратқыш мәні ағу шегіне жеткенде пайда болатынын Ф.И. Яковлев ескеріп, келесі теңдеуді ұсынады [1]:

$$P_{аж} = \frac{\pi l D_{ор} b \sigma_T}{1 + (D_{ор} / 2l) ctg(\alpha + \varphi)}, \qquad (1.4)$$

мұндағы: $D_{ор}$ – құбырдың негізгі жазықтығының бұрандасының астына орналасқан денесінің орташа диаметрі; $D_{ор} = D_{ш} + b$; $D_{ш}$, b – бұранда астындағы құбырдың ішкі диаметрі және қалыңдығы; σ_T – құбырдың жасалған материалының ағу шегі, l – бұранданың ұзындығы, α – бұранданың профилінің бұрышы, φ – үйкеліс бұрышы. П.П. Шумилов Яковлевтің формуласына түзету енгізді. Ол бұл формулаға құбырдың негізгі бөлігінің беріктігін есепке алатын коэффициентті – η енгізді. Бұл коэффициент бұрандалы бөлігімен салыстырғанда құбырдың негізгі бөлігін ескереді.

$$\eta = b/(S + b), \tag{1.5}$$

мұндағы: S – құбырдың номиналды қалыңдығы [1].

Сонымен,

$$P = \frac{\pi D_{ор} b \sigma_T}{1 + \eta (D_{ор} / 2l) ctg(\alpha + \varphi)}. \tag{1.6}$$

СКҚ үшін $\alpha = 60^0$. Болаттан жасалған құбырлар үшін үйкеліс бұрышын $\varphi = 9^0$ етіп алған жөн.

СКҚ-ларды ішкі ортаның қысымының әсерінен болатын беріктікке есептеу (осьтік күшті есепке алмаған жағдайда) беріктіктің төртінші теориясына сәйкес эквивалентті кернеуді анықтау арқылы жүргізіледі. Әдетте, практикада артық қысым құбырдың тек қана ішіне түсіріледі деп есептелінеді. Мұндай кездері беріктік қорының коэффициенті анықталады.

Кейбір жағдайларда, құбырдың қауіпті көлденең қимасының бөлігіне құбыр бойымен қозғалатын сұйықтың ішкі қысымы мен осьтік жүктемелер әсер етеді. Мұндай жағдайда құбырларды ажырату күшіне жүргізілетін тексеру жеткіліксіз болып табылады. Құбырларды сонымен қатар қысымдардың әсері мен осьтік жүктеменің әсеріне де тексеру керек.

Мұндай кезде беріктіктің төртінші теориясына сәйкес эквивалентті кернеуді анықтап, соған байланысты аққыштық кернеуі мен беріктік қорының коэффициенті табылады.

Біртекті төзімділікті СКҚ үшін сырткы күштерінің әсерінен құбырдың тегіс бөлігінде пайда болатын кернеулерді есептейді.

СКҚ-ларды ортаның (өндірілетін өнім, газ немесе қоспа) қысымы бар кезде, ал осьтік жүктемелердің болмаған кезінде оларды беріктікке есептеу төртінші беріктік теориясының формуласымен эквивлентті кернеуді анықтауға негізделген. Тәжірибеде қалыпты жағдайда артық қысым мөлшері құбырдың ішкі кеңістігінде болады. Бұл жағдайда қор коэффициентін n = 1,3-ке тең етіп алады.

Кейбір жағдайда СКҚ-ға циклді жүктемелер әсер етуі мүмкін. Бұл кезде құбырларды ажырату жүктемесіне және шаршау шегіне тексереді. Ол үшін құбырға әсер ететін үлкен және кіші жүктеменің мөлшерін анықтайды. Бұл жүктемелер арқылы ең үлкен, ең кіші және орташа кернеулер анықталады, ал бұл кернеулер арқылы симметриялы цикл үшін кернеулер циклін анықтауға болады ($\sigma_{ор}$ – орташа кереу; σ_a – амплитудалық кернеу).

Симметриялы цикл (σ_{-1}) үшін құбырдың материалының шыдау шегін біле отырып, беріктік қорын анықтауға болады.

Ол келесі формула бойынша анықталады:

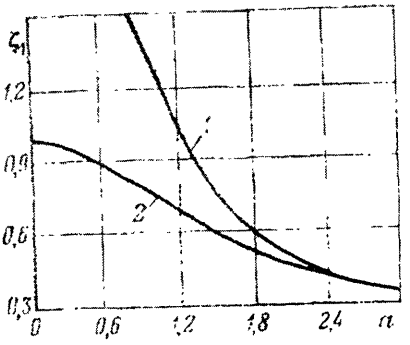
$$n = \sigma_{-1} / [(k_\sigma)_Д * \sigma_a + \psi\sigma \ \sigma_a], \qquad (1.7)$$

мұндағы: σ_{-1} – ұзару-сығылудың симметриялы циклі кезіндегі құбыр материалының шыдау шегі; $(k_\sigma)_д$ – кернеулердің концентрациясын, масштабты факторын және бөлшектің бетінің жағдайын ескеретін коэффициент; ψ_σ – материалдың қасиетін және бөлшекке әсер ететін жүктемелерді ескеретін коэффициент [1].

Д топтағы болаттың атмосферадағы шыдау шегі 31 МПа, ал судағы мөлшері – 16 МПа. Бұл үшін коэффициент ψ_σ= 0.07...0.09 (шыдау шегі 370-550 МПа материал үшін) және ψ_σ=0.11 ... 0.14 ($\sigma_в$= 65-750 МПа материалдар үшін) мәндеріне тең болады.

Барлық СКҚ есептерінде беріктік қоры 1,3...1,5 аралығында алынады. Құбырдың тігінен бүгілуі құбырдың ұңғыма түбіне тірелгенде немесе якорьлердің әсерінен болуы мүмкін.

Құбырларды тігінен бүгілуіне тексерген кезде келесі параметрлерді қарастырады: критикалық сығу жүктемесі, құбырлардың ұңғымада ілініп тұру мүмкіншілігі және бүгілетін аймақтың беріктілігі.



1.11-сурет

Құбырға механикалық пакерді орналастырған кезде тізбек тігінен бүгіледі, осы жағдай үшін критикалық сығылу жүктемесі келесі формула бойынша анықталады [1]:

$$P_{кр}=3,5\sqrt[3]{EJ\lambda^2 q^2}\ . \qquad (1.8)$$

мұндағы: 3,5 – пакердің құбыр тізбегін ұстап қалуын ескеретін коэффициент; J – құбырдың көлденең қимасының инерция моменті.

$$J=(\pi/64)(D^4_{сыр}-D^4_{ш}). \qquad (1.9)$$

λ – құбырлардың сұйықтағы салмағының кішіреюін ескеретін коэффициент;

$$\lambda=1-(\rho_с/\rho_{құб}). \qquad (1.10)$$

q – құбырлардың 1 м ұзындығының салмағы; E = 2,1*10^{5}МПа – серпімділік модулі.

СКҚ тізбегінің диаметрлерінің әртүрлі секциялары болуы мүмкін, сонда біздің есептеу кезінде ескеретініміз тек төменгі секциясындағы диаметрлер. Бүгілуден сақтайтын беріктік қоры 3...4-кс тең етіп алынады.

Құбырлардың ұзын бөлігінің бүгілуі кезінде СКҚ шегендеуші құбырмен үйкеліс күшінің әсерінен ұсталынып қалуы мүмкін. Сонда пакерге құбырдың бүгілуі есебінен бүкіл

тізбектің салмағы түспейді. Бұл жағдайда тізбектің жоғары жағында сығу күшін шектеусіз арттырған кезде, ұңғыманың түбіндегі жүктемелер келесі мәнінен артпайды:

$$P_{1.ж}= \lambda g/\zeta_{1.ж}, \qquad (1.11)$$

мұндағы: $\zeta_{1.ж} =(1/a)[(e^{2a}+1)/(e^{2a}-1)]$;

$$a=0{,}5\sqrt{fr\lambda q / EJ}\,,$$

мұндағы: a – ұсталынып қалу (зависание) параметрі; f – СКҚ-ң шегендеуші құбырлармен үйкелесу коэффициенті (парафині жоқ тізбектегі есептеулер үшін f = 0,2 деп алуға болады); r – СКҚ мен шегендеуші тізбегінің арасындағы радиалды кеңістік; l – тізбектің жалпы ұзындығы (ең үлкен шегінде l = Н).

Егер құбырлар тізбегін арттырса, онда $a \to \infty$, $\zeta_{1.ж} \to 1/a$ (1.11-сурет) және ұңғыманың түбіне әсер ететін шекті жүктемені табамыз [1].

$$P_{1max}=2\sqrt{\frac{\lambda qEJ}{fr}}\,. \qquad (1.12)$$

Тізбектің жоғары жағы бос болған кездегі (l = Н) түпке әсер ететін жүктеменің мәні:

$$P_{1.0}=\lambda qH\,\zeta_{1.0}\,, \qquad (1.13)$$

мұндағы: $\zeta_{1.0} =(1/a)[(e^{2a}-1)/(e^{2a}+1)]$.

СКҚ тізбегінің бүгілу аймағының беріктік шарты келесі формуламен беріледі:

$$P_{1сж}(1/F_0+r/2W_0) \le \sigma_a/n_1, \qquad (1.14)$$

мұндағы: F_o – құбырлардың қауіпті көлденең кимасының ауданы, м^2; W_o – құбырлардың қауіпті көлденең кимасы аумағындағы осьтік қарсыласу моменті, м^3; $P_{1сж}$ – құбырлардың бүгілген аумағына әсер ететін осьтік күш, МН; σ_a – құбыр материалының ағу шегі, МПа; n – беріктік қоры (1,35-ке тең деп алынады).

1.6. Мұнай кәсіпшілігінің коммуникациялық құбырлары

Кәсіпшіліктің коммуникациялық құбырлары қалыпты жағдайда жалпы сортты құбырлардан құралады. Бұл құбырлар – МЕмСТ 3262 (газ құбырлары) және МЕмСТ 8732 (ыстықпен созылмалы). Олардың бұрандасы болмайды, ұзындығы 12 метрге дейін жетеді. Құбырлардың диаметрлері әртүрлі болады. МЕмСТ 3262 үшін жасалған құбырлардың диаметрі 6 мм-ден 150 мм-ге дейін болады. Олар жеңіл, орта және күшейтілген болып, сыналатын қысымға байланысты түрлерге бөлінеді (сынау қысымы қалыпты жағдайда 3,2 МПа-дан аспайды). Ал МЕмСТ 8732 үшін диаметрлері 25 мм-ден 450 мм-ге дейін және құбыр қабырғасының қалыңдығы: ең шағындары үшін 2,5 – 8 мм аралығында, ал үлкен құбырлардікі 16-20мм аралығында болады. Бұл құбырларда қолданатын болаттардың түрі төменгі 1.5-кестеде берілген [1].

Кәсіпшілік құбырлары беріктікке және гидравликалық кедергіге тексеріледі. Беріктікті тексеру кезіндегі есептеулер шекті қысымды есептеуге жүргізіледі. Гидравликалық кедергілерді есептеген кезде келесі жағдайды білу қажет: көптеген анықтамалық кестелерде мәліметтер суды тасымалдау үшін берілген, ал кәсіпшіліктегі құбырлар арқылы тұтқырлығы әртүрлі сұйықтар және қоспалар қозғалады.

1.5-кесте

Кәсіптік құбырларды дайындауға арналған материалдар

Болаттың маркасы	Ағу шегі, МПа (ең аз дегенде)
Сталь 10	207
Сталь 20	246
Сталь 35	295
10Г2	265
15ХМ	226
30ХМА	393
12ХН2А	393

Құбырлар МЕМТАУТЕХТЕКСЕРІС (Госгортехнадзор) ережелері бойынша жобаланады және жасалынады (ал буды тасымалдайтын құбырлар бұл ережелерге бағынбайды). Олардың жұмыс істеу қысымы 0,2 МПА-ға дейін, судың температурасы 120 ^{0}С және оның пайдалану уақыты 1 жылға дейін. Мұндай құбырлар сынау қысымына шыдау керек, ал соңғысы мына формула бойынша анықталады [1]:

$$p = 2S[\sigma_т]/D_{ішк} \qquad (1.15)$$

мұндағы: S – құбырдың қабырғасының қалыңдығы; $[\sigma]$ – рұқсат етілген кернсу (ағу шегінің 40%-ы); $D_{ішк}$ – құбырдың ішкі диаметрі.

Құбырларды құрастырудың жобалау жұмыстары МЕМТАУТЕХТЕКСЕРІС-тің соңғы ережесіне бағынады және ол құбырлардың қандай категориясына жататынын анықтау қажет.

1.7. Ұңғылардың нығыздауыштары – пакерлер

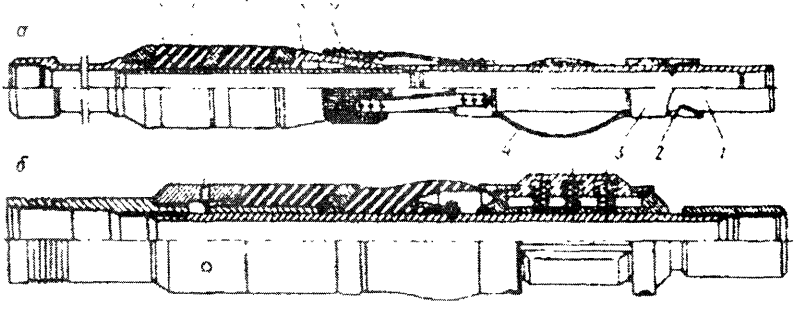
Пакерлер оқпан бойындағы аумақтарды тікелей ажырату және тізбектің бұзылған аймақтарын герметизациялау үшін қолданылады. Олар ұңғыма ішінде профилактикалық тексерусіз және жөндеу жұмыстарынсыз бірнеше сағат (мысалы, қабатты сұйықпен жару кезінде), бірнеше ай (мысалы, жылутасығыштарды енгізген кезде), немесе бірнеше жыл (мысалы, әртүрлі өндіру технологиялары үшін) жұмыс істеуге арналған. Ұңғымалық нығыздауыштар – пакерлер пайдалану кезінде шегенделген бөлікте ұсталынып, ал бұрғылау жұмыстары кезінде оның шегенделмеген бөлігіне орналастырылады.

Пакерлердің қабылдайтын қысымдары 7 МПа -дан 70 МПА -ға дейінгі аралықта болады. Ортаның температурасы оны пайдалану кезеңінде 40-100^{0}С аралығында, ал қабатқа жылулық әсер ету кезінде 300...400^{0}С -қа дейін жетеді. Қалыпты жағдайда пакердің жұмыс істейтін ортасы мұнай мен газдың орын алу себебінен коррозияға ұшырайды, сондықтан пакердің элементтерін мұқият таңдау қажет. Сонымен қатар, тұз, гидрат, смолалардың шөгуі және өнімдердегі механикалық қоспалардың орын алуы пакердің жұмысын одан әрі қиындатады.

Пакердің және оның элементтерінің функционалды қызметі мынадай: ұңғыма оқпанын бөлу және герметизациялау; қысымның өзгеру себебінен пайда болатын осьтік жүктемелерді қабылдау. Бұл функцияларды орындау үшін пакердің конструкциясы оның элементтерін ұңғымаға түсіру, орнату және демонтаждау кезінде басқару жұмыстарын жүргізуге мүмкіндік беруі қажет; кейбір технологиялық операцияларды (мысалы, ажыратқыш пакерде сұйықтың өту мүмкіндігін жою) орындау. Осының бәрін ескеріп оның структуралық сұлбасын келесі элементтерден құрастырады: нығыздаушы элементтер, пакердің тірегі, пакерді басқару жүйесі, технологиялық қондырғылар.

Қолдану шартына байланысты элементтердің конструкциялық орындалуы өзгеруі мүмкін. Пакердің негізгі элементтерін карастырайық. Оның түрлі элементтері 1.13-суретінде көрсетілген.

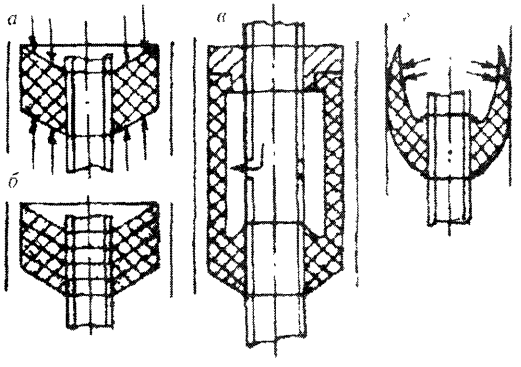
Нығыздаушы элементтер. Бұл элементтердің әртүрлі орындалуы 1.12 *а* және *б* суреттерінде көрсетілген [1]. Пакердің конструкциясында бір немесе бірнеше нығыздаушы элементтер болуы мүмкін.



1.12-сурет. Конструкциялары әртүрлі пакерлердің сұлбасы:
а - осьтік жүктемелер әсер еткенде тығыздаушы элементті ашатын және шегендеуші тізбектегі шлипсті тірегі бар пакер;
б - өздігінен нығыздалатын пакер; 1 - төлкедегі жарықшақ;
2 штифт; 3 төлке; 4 - пружина; 5 - пакер тогы;
6,7 - нығыздаушы элементтер; 8 - конус; 9 шлипсті ұстағыш

Конструкциялық орындалуына байланысты пакерлер келесі түрлерге бөлінеді:

1. Осьтік жүктеменің әсер етуінен деформацияланатын элементтер. (1.13, *а*-сурет) [1]. Мұндай нығыздауыштар үшін материал ретінде резина, графитпен қанықкан асбест мата (1.13, *б*-сурет) және жоғары температуралар үшін – қорғасын қолданады. Осьтік жүктемелерді құбыр тізбегінің салмағы немесе поршень арқылы пайда болатын қысым айырмасы тудыруы мүмкін.



1.13-сурет. Нығыздаушы элементтердің үлгісі

2. Ішінде артық қысым пайда болған кезде ашылатын элементтер (1.13, *в*-сурет). Мұндай нығыздаушы элементтер үшін материал ретінде негізінен резина қолданады.

3. Өздігінен тығыздалатын элементтер (1.13, *г*-сурет). Мұндай нығыздауыштар үшін де қолданатын негізгі материал – резина.

Нығыздаушы элементтердің алғашқы екі түрі СКҚ-ң жеткілікті салмағы кезінде шегендеуші құбырларға мұқият жабысады. Бұл жағдайда құбырлар тізбегінің төменгі жағының бөлігі тігінен бүгіледі.

Соңғы екі түрінің артықшылығы ретінде олардың ашылуы үшін СКҚ тізбегінің салмағының шегендеуші құбырлар тізбегіне әсер етуінің қажеті жоқ. Мұндай нығыздаушы элементтердің жұмыс істеуі үшін СКҚ-ң ішінде немесе шегендеуші құбыр ішінде артық қысым жасау керек. Құбыр

бойымен сұйықты жібергенде нығыздаушы элементте қысымның өзгеруі есебінен пакер ашылады. Кейбір пакерлерде нығыздаушы элементтер сол күйінде калып қалады. Мұндай пакердің конструкциясы басқалармен салыстырғанда күрделілеу болып келеді.

Өздігінен нығыздалатын элемент – манжета (1.13, *г*-сурет) шегендеуші құбырлар бойымен оларға тартыла жабысып төмен түсіріледі. Сол себептен резина мұндай жағдайға төзімді болуы қажет және манжетаны бірнеше рет қолдануға болмайды. Барлық басқа нығыздаушы элементтерде шегендеуші құбыр мен элементтің тірегінің арасында саңылау болады. Пакердің нығыздауыштары мен шегендеуші құбырлардың арасындағы саңылаудың диаметралды мөлшері 10...20 мм. Қысымның өзгеруі салдарынан нығыздаушы элемент шегендеуші құбырға жабысады. Бірақ пакерді көтеру кезінде осы себептен ол тығырыққа тіреледі. Соған байланысты арадағы саңылауды шағын стіп жасайды, ал бірінші нығыздауыштың астында қалыпты жағдайда екінші элемент (6) орналасқан. Ол сұйықпен толтырылған саңылауды жауып тұрады (1.12-сурет).

Көрсетілген жағдай бірінші нығыздаушы материалдың саңылауға ағып келуінен сақтайды. Кейбір жағдайда, бірінші нығыздауыштың тірегі қисық орналасқан шайбалардың қатарынан жасалады. Оған нығыздаушы элемент әсер еткенде, шайбалар тігінен тұруға тырысады да, саңылауды жауып тастайды.

Өздігінен нығыздалатын элемент ұңғымаға тартумен түсіріледі және оның материалы кортпен күшейтілген резинадан жасалған.

Пакерлердің нығыздаушы элементтері келесі жағдайлар үшін қолданылады:

1. Мұнай және газды өндіру кезінде, егер:

а) ұңғымада екі немесе одан да көп бір-бірінен ажыратылған каналдарды жасау қажеттілігі туғанда (мысалы, бір уақытта бірнеше қабаттан мұнай өндірген кезде СКҚ-ның іші мен оның сыртындағы сақиналы аймақты нығыздау);

ә) ұңғыманы құбырсыз өндіру кезінде (төменгі жағында тығын орнатылған шегендеуші құбыр арқылы өнімді көтеру);

б) мұнай немесе газ өздігінен шыққан кезде жоғары лақтырудан сақтандыру үшін қолданады (айырғыш клапаны бар пакер);

2. Ұңғыларды зерттеу және тәжірибе жүргізу кезінде қолданылатын нығыздағыштар:

а) бір ұңғымамен ашылған бірнеше қабатты бөліп зерттеу;

ә) шегендеуші құбырдың немесе цементті сақинамен герметизацияланған қабаттарды саңылаусыздыққа тексеру.

3. Қабатқа немесе ұңғыма маңының аймағына әсер еткенде:

а) қабатты сұйықпен жару;

ә) қабаттың қысымын ұстап тұру жұмыстары;

б) ұңғымаға жылутасығыштарды беру.

Нығыздаушы элементтер ретінде синтетикалық резина қолданады. Оның маркалары тығыздаушы элементтің аз деформацияланатын түрі үшін келесідей: F 4326, 4327, 3825; ал үлкен деформацияланатыны үшін 4004, 3826-С маркалы түрлері қолданылады [6].

1.6-кесте

Резина маркасы	Қаттылық шегі, МПа	Жарылыс кезіндегі үзартылу, %	Қаттылықтың өлшемі ҚӨ-2	Пайдалану кезіндегі шектік температура, ^{0}С	24 сағат ішінде бензол және бензин қоспасындағы салмақтың өзгеруі, %
4326	8	170	65...80	-55...+100	+35
4497	8	170	65...80	-55...+100	+20
3825	10	120	80...95	-30...+100	+15
4004	10	200	70...85	-40...+100	+20
3826-С	8	300	60...75	-100...+100	+15

Қабырға ретінде мақта-мата, полимерлі немесе металдан жасалған жіптер қолданады.

Резиналы қабыршақтық бөлшектерде резина қабыршақты саңылауларды толтырып, оны жабатын берік қоспаны құрайды. Резина мен қабыршақ әртүрлі беріктікке ие болатыны белгілі. Резина үшін серпімділік модулі 1...5 МПа аралығында болса,

қабыршақ үшін – $(1...2)\cdot10^3$ МПа, ал металл қабыршақта – $1\cdot10^5$ МПа. Сондықтан қабыршақ жіптері ұзарған сайын деформация қиындай түседі.

Қабыршақты құрастыру үшін жиі қолданатын техникалық матаны – **бельтинг** деп атайды. Оның қалыңдығы 1,9...2 мм, салмағы 1м^2 үшін 8,2-9,5 Н, толтыру дәрежесі 92,6-96,6%, матаның әрбір тірсегінің ауданы 0,185м^2. Жыртылу беріктігі 360-800 МПа.

Қабыршақ жібінің рұқсат етілген жыртылу беріктігі ретінде 0,3-0,6 кН алынған.

Пакердің негізгі элементтерінің қатарына тіректі жаткызуға болады. Тірек СКҚ-дың салмағын және осьтік жүктемелерді қабылдау үшін қолданылады. Бұл күштер шамасы ондаған және жүздеген килоньютон болатын әртүрлі бағыттағы күштерді қабылдайды.

Пакердің тірегі келесі элементтерге тіреледі:

- Жасырын шеген тізбегі арқылы ұңғыма түбіне;
- Шегендеуші тізбек диаметрінің ауысу аумағына;
- Шегендеуші тізбектің шлипсті ұстағышына;
- Шегендеуші тізбектің муфталы біріктіру аумағының қапталына.

СКҚ немесе бұрғылау құбырларынан құралатын жасырын шеген тізбегін тығыз түп кезінде және пакер мен түптің арасындағы арақашықтық шектеулі болғанда қолданады (20...30, және өте сирек кездесетін – 100 м-ге дейін).

Жоғарыда пакердің шегендеуші құбырда берілген тереңдікте біріктірудің механикалық түрі қарастырылған, бірақ оның кемшіліктері бар – ол СКҚ-ларды бұру қажеттілігі. Сол себептен шлипстерді фиксациялау және босатудың басқа жолдары қарастырылады – ол гидромеханикалық әдіс деп аталады. Сонымен қатар, басқа да конструкциялар қолданады.

1.8. Пакерлерді құрылымдау және есептеу

Пакерді құрылымдау түрі оның негізгі конструкцияларының көрсеткіштері, пайдалану жағдайлары және технологиялық процестерге байланысты таңдалып алынады.

Негізгі көрсеткіштерге жататындар: ішіне пакер түсірілетін шегендеуші тізбектің ішкі диаметрлерінің диапазондары, қоршаған ортаның агрессивтілігі, пакерді көтергенге дейінгі жұмыс істеу мерзімі, қысым өзгерісі және технологиялық процесстің түрі.

Беріктік нығыздау болу үшін пакер ашылғанға дейін оның шегендеуші тізбекпен саңылауы 15-20мм болуы қажет. Жұмыс қысымының өзгерісі қалыпты жағдайда - 10...100 МПа аралығында болуы мүмкін. Технологиялық процестердің салдарынан пакерде айырғыш-клапандардың орын алуы қамтамасыз етіледі, сонымен бірге, бірнеше клапандар – кері клапан және тағы басқа элементтердің болуын қамтамасыздандырады.

Қосымша көрсеткіштерге қоршаған ортаның температурасы, агрессивтілігі, пакерді көтергенге дейінгі жұмыс істеу уақыты және тағы басқа көрсеткіштер жатады.

Пакерді есептеу кезінде герметизациялауға қажетті контактілік қысым, осьтік күш, нығыздаушы элементтің максималды биіктігі, пакердің штогының жүру биіктігі, нығыздаушы элементтің қабыршақтық көрсеткіштері анықталады. А және Б типті нығыздаушы (1.13-сурет) элементпен шегендеуші құбырлар арасындағы контактілік қысым мынаған тең [6]:

$$p_к = p_{кс} + p_{кп}, \qquad (1.16)$$

мұндағы, $p_{кс}$ және $p_{кп}$ – алдын ала сығылу нәтижесіндегі нығыздалуы және қысымның өзгеруі есебінен пайда болған контактілік қысымдар.

Пакерде қолданатын резинаға келесідей Пуассон коэффициенті қолданылады: $\eta = 0{,}475$.

Контактілік қысымды анықтау үшін $p_к$ және ең аз осьтік күшті Q (осьтік күш арқылы ұңғы оқпанын герметизациялайды) анықтау үшін төмендегі теңсіздіктер қолданады [6]:

$$p_к = \frac{\mu_p}{1-\mu_p}\left[\frac{Q}{F} - G\frac{\left(R_c^2 - r_ш^2\right)^3 - \left(R_n^2 - r_ш^2\right)^3}{\left(R_c^2 - r_ш^2\right)^2 \cdot \left(R_n^2 - r_ш^2\right)} + \Delta P\right]; \qquad (1.17)$$

$$Q \geq 0{,}111\Delta PF + GF\frac{\left(R_c^2 - r_ш^2\right)^3 \cdot \left(R_c^2 - r_ш^2\right)^3}{\left(R_c^2 - r_ш^2\right)^2 \cdot \left(R_п^2 - r_ш^2\right)}; \quad p_к = \Delta p \ , \ (1.18)$$

мұндағы: F – деформацияланған күйдегі нығыздаушы элементтің көлденең қимасының ауданы; G = 5,1...1 МПа – резинаның ығысу модулі; $R_ш$, R_c – резинаның сыртқы диаметрлері – деформацияға дейін және кейінгі (кейінгісі шегендеуші құбырдың ішкі диаметріне тең); r – резинаның ішкі радиусы; ΔP – пакердегі қысымның өзгеруі.

Пакердің нығыздаушы элементінің биіктігі еркін күйінде анықталады және оның бетінің ауданы деформацияға дейін және одан кейінгі жағдайда сақталып қалынатын шартына сәйкес орындалады.

$$h_{min} = \frac{2n_c\left(R_c + r_ш\right) + R_c^2 + R_п^2}{r\left(R_п + r_ш\right)}, \quad (1.19)$$

мұндағы: h_{min} – элементтің қысылған кездегі минималды биіктігі [6].

Демек, бұл шарт бойынша резинаны пакер мен шегендеуші құбыр арасындағы кеністікке еніп кетуден сақтайды. Нығыздаушы элементтің бұл есептеуі арқылы оның ең минималды биіктігін анықталады. Пакерде нығыздаушы элементтерінің бірнешеуін орналастырған жөн. Ал нығыздаушы элементтің ең үлкен биіктігі пакердің өзін-өзі бекіту шартына және осьтік күштерге байланысты мына формуламен ескеріледі:

$$h_{max} = \left(R_c^2 + R_ш^2\right)R_c^3 / \left[0{,}45f\left(R_п^2 - r_ш^2\right) * \left(3R_c + 2R_c^2 \cdot r_ш - r_ш^2\right)\right], \ (1.20)$$

мұндағы: f – үйкеліс коэффициенті.

Штоктың оптималды ұзындығын келесі формула бойынша анықтайды:

$$S = h\left(k_{оп}^2 - 1\right)R_п^2 / \left(k_{оп}R_п^2 - r_ш^2\right), \quad (1.21)$$

мұндағы: h – бос, жүктелмеген нығыздаушы элементтің биіктігі;

$$k_{оп} = R_c / R_п. \quad (1.22)$$

Диаметрлері 146 және 168 мм шегендеуші құбырлардағы пакерлер үшін к = 1,13, ал 178 және 299мм диаметрлер үшін – к = 1,09...1,07.

Қабыршақ қабырғасының қалыңдығы қабыршақ маталарының санымен анықталады [6]:

$$m = \Delta p R_k t / |N| \cos\beta, \qquad (1.23)$$

мұндағы: Δр – пакердегі қысым өзгеруі; R_k – пакердің ұңғыма қабырғасына қысылуы кезіндегі қабыршақтың орташа радиусы, N – жіпті бұзуға қажетті шекті жүктеме, t – жіптердің оралу қадамы; β – пакерді шегендеуші құбырға қосқан кездегі қабыршақ жіптерінің көтерілу биіктігі.

Қабыршақ жіптерінің көтерілуінің бұрышын былай анықтайды. Қабықтың ішіне қысым жібергенде және оның ұлғаюы кезінде радиалды бағытта шектеу болмайды, ал егер көтеру бұрышы 35^0-тан кіші болса, онда бұл қысым қабыршақ жіптерімен қабылданады да, олардың өлшемі өзгермейді. Ал егер бұрыш одан үлкен болса, қабық диаметрі бойынша үлкейеді де, жіптердің көтерілуі есебінен кішірейеді. Бастапқы бұрышты жіптердің ұзындықтарының теңсіздігінен анықтайды [6]:

$$-2\pi R_{kc}/\cos\beta = 2\pi R_c/\cos 35^0, \qquad (1.24)$$

мұндағы, R_{kc} – еркін күйдегі пакердің қабыршақтарының орташа радиусы, $\beta_б$ –бастапқы қабыршақ жіптерінің көтерілуінің алғашқы бұрышы.

Соңғы теңсіздіктен:

$$\cos\beta_б \le \left(R_{kc} / R_c\right)\cos 35^0. \qquad (1.25)$$

Нығыздаушы элементтің бос соңғы бөлігінің осьтік қозғалу мөлшері:

$$s = (l/l_0)/L, \qquad (1.26)$$

мұндағы: l, l_o – шегендеуші тізбекке сыртының бірігуі кезінде және бос күйіндегі қабыршақ жіптерінің орау қабатының

қадамдары, L – бос күйіндегі қабыршақ орамасының жұмыстық биіктігі.

$$l \cdot 2\pi R_c tg\beta; \quad l_0 = 2\pi R_{кс} tg\beta_б. \tag{1.27}$$

Пакерді есептеу үшін плашкалы ұстағыштың шегендеуші тізбек беріктігіне қалай әсер ететінін тексеру керек.

Саңылаулы кеңістікті толығымен жабатын плашкалары бар пакердің құрылымында шегендеуші тізбектегі жүктемелер диаметр бойымен бірдей таралады. Бұл жағдайда плашкаларға жүктелетін осьтік жүктеменің шектік мәні былай анықталады [6]:

$$Q_{шекті} \le \frac{\sigma_T n tg\alpha \left(D^2 - d^2\right) l_{пт} \sqrt{L_{пт} + 16/3 f_{пт}}}{D^2 - d^2}. \tag{1.28}$$

Шегендеуші тізбек бөліміндегі құбырлар бойынша плашканың түйісуі шектелген және олардың арасында майысу орын алады.

Сонымен,

$$Q_{шекті} \le 2\sigma_T n \, tg\alpha n^2 l_{пт} / d. \tag{1.29}$$

(1.28) және (1.29) формулаларындағы σ_T – шегендеуші тізбек құбырының материалының ағу шегі; n – плашкалардың саны (радиус бойынша); α – плашка конусының қыры; D, d, n – шегендеуші тізбек құбырының сыртқы, ішкі диаметрлері және қабырға қалыңдығы; $l_{пт}$ –плашканың биіктігі; $L_{пт}$ – плашка хордасының ұзындығы; $f_{пт}$– плашка бетінің доғасының жебесі [6].

1-мысал. СКҚ-ның беріктік шартынан шығатын, қауіпті қимадағы үзілуі, жону (страгивание) жүктемесі мен ішкі қысымға төтеп берстін, диаметрі 114х7,4 мм шегендеу тізбегі бар, тереңдігі 3000 м фонтандау ұңғымалары үшін жалпы ұзындығы 2900 м болаттан жасалған беріктік топтары «Д», «К» үшбұрышты бұрандалы тегіс СКҚ тізбегінің түсіру тереңдігін анықтау керек. Есептеу кезінде сұйықтағы құбырлар тізбегінің салмағының жеңілдеуін ескерпе алмаймыз, себебі құбыраралық кеңістіктегі сұйықтық деңгейі жұмыс кезінде құбыр тізбегінің башмағына дейін ығыстырылуы мүмкін.

Шешімі. 1-секция үшін беріктік тобы «Д» болаттан жасалған тегіс диаметрі 48х4 СКҚ-ны қабылдаймыз (σ=380 МПа). Жону жүктемесін (1.4) формуласымен анықтаймыз.

Табамыз: $b = \delta - h_1 = 4 - 1{,}41 = 2{,}6$ мм; $d = D - 2\delta = 48 - 8 = 40$ мм;

$$D_{орт} = d + b = 40 + 2{,}6 = 42{,}6 \text{ мм};$$

$$L = 22{,}3 \text{ мм}; \quad \eta = 2{,}6 / 4{,}0 + 2{,}6 = 0{,}394;$$

$$ctg(\alpha+\varphi) = ctg69^{\circ} = 0{,}384;$$

$$P_{стр} = \frac{3{,}14 \cdot 42{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot 380 \cdot 10^{6}}{42{,}6 \cdot 10^{-3}} = 115523 \text{ Н}.$$

$$\frac{1+0{,}394}{2 \cdot 22 \cdot 10^{-3}} \cdot 0{,}384$$

Шекті жүктемені келесі формуладан табамыз:

$$P_{ш} = \frac{\pi}{4}\left(D_p^2 - d^2\right)\sigma_T = 0{,}785[(48 - 2 \cdot 1{,}41)^2 - 40^2] \cdot 10^{-6} \cdot 380 \cdot 10^{6} =$$

$$131889 \text{ Н}.$$

Жону жүктемесін есептік жүктемеден кіші деп алсақ, СКҚ секциясының мүмкіндік түсіру терендігін келесі формуламен анықтаймыз:

$$L_{кұб1} = \frac{P_{сс}}{qng} = 115523 / (4{,}46 \cdot 1{,}3 \cdot 9{,}81) = 2030 \text{ м}.$$

2030 м < 2900 м болғандықтан, жоғарғы секция үшін СКҚ диаметрінің үлкендеу өлшемін таңдап аламыз:

СКҚ 60х5 мм; $q_{12} = 6{,}96$ кг/м; $L = 29{,}3$; $h_1 = 1{,}41$ мм.

Табамыз:

$$b = 5{,}0 - 1{,}41 = 3{,}59 \text{ мм}; \; d = 60{,}3 - 2 \cdot 5 = 50{,}3 \text{ мм};$$

$$D_{op1} = 50{,}3 + 3{,}59 = 53{,}9 \text{ мм};$$

$$\eta = 3{,}59 / 5 + 3{,}59 = 0{,}418; \; ctg69^{\circ} = 0{,}384;$$

$$P_{стр2}=\frac{3,14\cdot 53,9\cdot 3,59\cdot 380}{53,9}=201183\text{Н}.$$

$$\frac{1+0,418}{2\cdot 29,3}\cdot 0,384$$

Шекті жүктеме:

$$P_{ш2}=0,785[(60,3-2\cdot 1,41)^2-50,3^2]\cdot 380=230842\ \text{Н}.$$

Бұл жағдайда $P_{ш2}>P_{стр2}$ болғандықтан, есептік жүктеме ретінде $P_{стр2}$ -ні аламыз.

Екінші секцияның ұзындығы:

$$L_{құб2}=\frac{P_{стр2}-P_{стр1}}{q_2\cdot n\cdot g}=\frac{201183-115523}{6,96\cdot 1,3\cdot 9,81}=965\ \text{м}.$$

Сондықтан, тізбек ұзындығының жалпы қосындысы мынаны құрайды:

$$2030+965=2995\ \text{м}>2900\ \text{м}.$$

Шегендеуші тізбектің минималды саңылауы $S=(114-2\cdot 7,4)-D_{мСКҚ}=99,2-73=26,2$ мм құрайды.

Диаметрі 48х4 мм СКҚ-ның төменгі құбырлары үшін мүмкін болатын ішкі қысым:

$$P_{ішкі}=\frac{2\delta[\sigma_T]}{D_c\eta}=2\cdot 4\cdot 10^{-3}\cdot 380\ /(48\cdot 10^{-3}\cdot 1,5)=42,22\ \text{МПа}.$$

Өндірілетін сұйықтың $\rho_c=850$ кг/м^3 тығыздығында және $P_{буф}=0,5$МПа болғанында құбырдың нақты ішкі қысымын анықтаймыз:

$$P_и=\sum L_k\rho_c g+P_{буф}=2900\cdot 850\cdot 9,81+0,5\cdot 10^6=24,7\cdot 10^6\ \text{Н/м}^2$$
$$=24,7\ \text{МПа}$$

Сонымен, таңдалынған сатылы СКҚ тізбегі беріктік шартына қалай сәйкес болса, ұңғымалардың берілген шартындағы ішкі қысымға да солай сәйкес болады.

2-мысал. Пайдалану тізбегінің құбырларының диаметрі 127х10,7 мм тең, 4500 м тереңдіктегі фонтанды ұңғыма үшін беріктік тобы «Д» болаттан жасалған, трапециялы бұрандалы, муфтасыз сорапты-компрессорлық құбырлардың сатылы тізбегінің түсіру терендігін анықтау керек. Есеп кезінде, құбыр тізбегінің сұйықтағы салмағының жеңілдеуін ескерпе алмаймыз, себебі құбыраралық кеңістіктегі сұйықтың деңгейі жұмыс кезінде құбыр тізбегінің башмағына дейін ығыстырылуы мүмкін.

Шешімі. Өткізу қабілеттілігі шартынан СК-ның төменгі секциясы диаметрі 60х5 мм муфтасыз құбыр ретінде анықталады деп қарастырамыз. Төменгі секция үшін беріктік тобы «Д» болат маркасын қабылдаймыз ($\sigma_т$ = 380 МПа).

Жону жүктемесін (1.4) формуласымен анықтаймыз.

Ішкі диаметрі $d = D - 2\delta = 60{,}3 - 2 \cdot 5 = 50{,}3$ мм.

Ниппель бұрандасының астындағы қабырға қалыңдығы:

$$b = \frac{d_{ш} - d}{2} = \frac{62{,}267 - 50{,}3}{2} = 6 \text{ мм};$$

$$D_{орт} = 50{,}3 + 6 = 56{,}3 \text{ мм};$$

$$L = 44 \text{ мм}; \quad \eta = 6 / 6 + 10{,}5 = 0{,}363.$$

МЕмСТ 633-80 бойынша трапециялы бұранда үшін α бұрышы:

$$\alpha = 90^\circ - \alpha_1 = 90^\circ - 3^\circ = 87^\circ.$$

Үйкеліс бұрышы $\varphi \approx 3^\circ$, себебі φ-дің үлкен көрсеткішінде $ctg(\alpha+\varphi)$ теріс таңбалы болып, жону жүктемесі өлшусіз өседі болады. Сондықтан, $ctg(\alpha+\varphi) = 0$ және (1.4) формуласы трапециялы бұранда үшін былай өзгереді:

$$P_{стр} = \pi D_{орт} b \sigma_a . \qquad (1.4')$$

Сонда,

$$P_{стр1} = \frac{3{,}14 \cdot 56{,}3 \cdot 6 \cdot 380}{1 + 0{,}363 \dfrac{56{,}3}{2 \cdot 44} \cdot ctg90^{\circ}} = 403062 \text{ Н.}$$

Тексеру үшін құбырдың муфталық бөлігіне қатысты жүктемені анықтаймыз. Бұранданың муфталық бөлігінің астындағы қабырға қалыңдығы

$$b' = \frac{D_B - d_{ш}}{2} - h_{1M} = \frac{71 - 62{,}27}{2} - 1{,}3 = 3{,}06 \text{ мм.}$$

Муфтаның есептік жазықтығында (b-3,06)/(44-13) = 1:12.
Осыдан,

$$b = 67{,}72/12 = 5{,}64;$$
$$D_{орт} = D_B - b = 71 - 5{,}64 = 65{,}36 \text{ мм.}$$

(1.4') формуласы бойынша муфталық бөлігіндегі жону жүктемесі

$$P_{стр\,м} = 3{,}14 \cdot 65{,}36 \cdot 5{,}64 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 380 \cdot 10^{6} = 439849 \text{ Н.}$$

Яғни, $P_{стр}$-дан бұл жүктеме асып түседі.

Шекті жүктемені белгілі формуламен қабырғаның ең аз қалыңдығы бар құбырдың негізгі денесі бойынша анықтаймыз:

$$P_{ш} = 0{,}785(60{,}3^2 - 50{,}3^2) \cdot 380 = 329919 \text{ Н.}$$

Сондықтан, есептік жүктеме ретінде ең кіші мәні бар шекті жүктемені алу керек.

Бірінші секцияның ұзындығы

$$L_{құб1} = 329919 / 7{,}02 \cdot 1{,}3 \cdot 9{,}81 = 3685 \text{ м.}$$

Екінші секция үшін беріктік тобы «Д», q=9,5 кг/м диаметрі 73х55 мм муфтасыз құбырды қолданамыз.

$P_{стр}$ –дің мәнін (1.4) формуласымен анықтаймыз.

Ішкі диаметрді табамыз d = 73 – 2·5,5 = 62 мм.

Ниппель бұрандасының астындағы қабырға қалыңдығы

$$b = 75{,}267 - 62/2 = 6{,}63 \text{ мм};$$

$$D_{орт} = 62 + 6{,}63 = 68{,}63 \text{ мм};$$

$$P_{стр2} = 3{,}14 \cdot 68{,}63 \cdot 6{,}63 \cdot 380 = 543212 \text{ Н}.$$

Құбырдың негізгі денесі бойынша шекті жүктемесі

$$P_{ш2} = 0{,}785(73^2 - 62^2)380 = 442975 \text{ Н}.$$

Сонымен, осы құбырлар үшін де есептік жүктеме ретінде шекті жүктеме рөл атқарады.

Екінші секцияның ұзындығы

$$L_{құб2} = P_{ш2} - P_{ш1}/(qng) = 442975 - 329919/(9{,}5 \cdot 1{,}3 \cdot 9{,}81) = 933 \text{ мм}.$$

Осылайша, тізбектің жалпы ұзындығының қосындысы мынаны құрайды:

$$\Sigma L_1 = 3685 + 933 = 4618 \text{ м} > 4500 \text{ м}.$$

Шегендеуші тізбектің минималды саңылауы

$$S = 127 - 2 \cdot 10{,}7 - 84 = 21{,}6 \text{ мм}$$

Диаметрі 60х5 төменгі құбырлар тізбегі үшін мүмкін болатын қысым (1.14 формуласымен)

$$P_{ш} = \frac{2\delta[\sigma_1]}{D_c \eta} = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 380 / (60 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}5) = 42{,}22 \text{ МПа}.$$

Сұйықтың тығыздығы ρ_c=900 кг/м^3 және $P_{бұф} = 0$ болғанда нақты ішкі қысым $P_н = 4500 \cdot 900 \cdot 9{,}81 = 39 \cdot 10^6$ Н/м^2 = 39,7 МПа.

$P_н < P_ш$, сондықтан таңдап алынған сатылы құбырлар тізбегі беріктік шартына да, ұңғыманың берілген шартына байланысты ішкі қысымға да сәйкес келеді.

1.9. Қорғаныс қаптамасы бар сорапты-компрессорлы құбырлар

СКҚ-лардың ішкі бетіне парафиннің, тұздардың және гипстің шөгінділерін болдырмау үшін, сондай-ақ құбырдың ішкі жағын коррозиядан қорғау үшін арнайы қорғаныс қаптамалары төселеді. Сонымен қатар, ағынның гидравликалық кедергісінің 20-25% -ға төмендегені байқалады.

СКҚ-ның ішкі жағын эйнекпен, эмальмен, эпоксидті шайырмен (эпоксидная смола) немесе лакпен жағады.

Әйнекпен жабу құбырлардың жоғарғы жылусақтағыштығын және құбырдың шамалы деформациясы кезінде жеткілікті беріктік қасиетіне ие болуын қамтамасыз етеді.

Әйнектелген құбырдың негізгі кемшілігі ретінде – құбырдың деформациясы кезінде эйнектің шытынауын айтуға болады. Оның себебі, болаттың ($0{,}21 \cdot 10^6$ МПа) және эйнектің серпімділік модульдарының айырмашылықтарында ($0{,}057 \cdot 10^6$ МПа). Соның салдарынан құбыр металының тартылуы кезінде эйнектің жұқа қабығына оның біртұтастығын бұзатын үлкен күш беріледі. Бұл құбылыс құбырдың үлкен тереңдіктегі ілмегінде және тасымалдану кездерінде байқалады.

Әйнектегі кернеуді мүмкіндік көрсеткішінен асырмау үшін, эйнектің және құбыр металының салыстырмалы ұзаруларының теңдік шартын сақтау қажет:

$$\Delta L/L=\sigma_{вэ}/E_э=\sigma_{құб}/E_{құб}.$$

Сонда эйнектелген құбырлардың мүмкін күштемесі былай болады:

$$P\leq(\sigma_{вст}/n)\,[F_{ст}+F_{тр}\,E_{тр}/E_{ст}\,],$$

мұндағы: P – эйнектің беріктігін сақтау шарты бойынша анықталған, құбырларға түсірілетін мүмкіндік жүктемесі; $\sigma_{вэ}$ – эйнектің беріктік шегі; n – беріктік қоры (n=1,3-1,5); $F_э$ – эйнек қабатының көлденең қимасының ауданы; $F_{құб}$ – құбырдың көлденең қимасының ауданы; $E_э$, $E_{құб}$ – сәйкесінше, эйнек пен құбырдың серпімділік модульдері.

Құбырды эпоксидті шайыр және лакпен каптау оларды парафин мен тұздардың шөгуінен жақсы қорғайды. Эпоксидті шайыр әйнекке қарағанда иілімді және құбырдың деформациясы кезінде шайырда жарық пайда болмайды. Бірақ та, эпоксидті шайырмен каптауды қолдану температурасы ВНИИТмұнай көрсеткіштері бойынша 80÷100°С-қа дейін шектелген.

Эмальданған құбырлар барынша берік каптамаға, жоғарғы жылусыйымдылыққа, суыққа төзімділік пен беттің тегістік қасиеттеріне ие болады. СКҚ-ларды агрессивті ортадан қорғау үшін оларды бірнеше қабат етіп каптайды. Бірақ, эмальмен каптау технологиясы әйнек пен эпоксидті шайырмен каптау технологиясына қарағанда әлдеқайда күрделі болып келеді.

Тозуға төзімділігі бойынша силикатты каптамалар (эмаль және әйнек) полимерлерден (шайыр, лак) анағұрлым асып түсетінін атап өту керек.

Силикатты каптамалардың жалпы кемшілігі, ол – құбырдың муфталы байланыстарының коррозиядан қорғалмауы болып табылады. Сондықтан оның қорғалмаған жерін жауып тұратын иілгішті полимерлі аралық қойғыштарды (проставка) немесе материал потенциалы болат материалдардан әлдеқайда төмен болатын бұжыртабанды (протекторлы) сақиналар орнату керек.

3-мысал. Әйнектің бөріктік шегі 60 МПа болғанда, ұңғыманы фонтанды-компрессорлы пайдалану кезінде тегіс әйнектелген СКҚ-ның (89х6,5 мм, «Д») максималды түсіру тереңдігін есептеу қажет.

Шешімі: Дайындау технологиясы бойынша әйнектің орташа қалыңдығы 1мм-ді құрайды деп есептеп, әйнектелген құбырдың мүмкіндік жүктемесін келесі формуламен анықтаймыз:

Сонда, $F_{құб} = 0{,}785(89^2 - 76^2)10^{-6} = 1{,}684 \cdot 10^{-3}$ м^2;

$$F_э = 0{,}785(76^2 - 74^2)10^{-6} = 0{,}236 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Мүмкіндік жүктемесі

$$P = \frac{\sigma_ш}{n}\left[F_ш + F_к \frac{E_к}{E_ш} \right] = \frac{60 \cdot 10^6}{1{,}3}[0{,}236 + 1{,}684 \cdot 0{,}21 \cdot 10^6 / 0{,}057 \cdot 10^6] \cdot 10^{-3} = 297 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Сұйықтағы жеңілділікті ескепке алмағандағы түсірудің мүмкіндік терендігі:

$$L_{құб} = P/(qg) = 297 \cdot 10^3/(13{,}65 \cdot 9{,}81) = 2220 \text{ м.}$$

Салыстыру үшін СКҚ 89х6,5 "Д" үшін жону жүктемесін (1.4) формуласымен табамыз:

$$P_ж = \frac{3{,}14 \cdot 81{,}09 \cdot 10^{-6} \cdot 5{,}09 \cdot 10^{-3} \cdot 380 \cdot 10^6}{1 + 0{,}439 \cdot 81{,}09/(2 \cdot 47{,}3) \cdot 0{,}384} = 430310 \text{ Н,}$$

мұндағы, b=6,5 – 1,41=5,09 мм; d=76 мм; ctg(α+φ)=0,384;

$$D = 76 + 5{,}09 = 81{,}09 \text{ мм;}$$

$$L = 47{,}3 \text{ мм; } \eta = 5{,}09/6{,}5 + 5{,}09 = 0{,}439.$$

Жону жүктемесі бойынша түсірудің мүмкіндік терендігі:

$$L_ж = P_ж/(qng) = 430310/13{,}65 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}3 = 2472 \text{ м.}$$

Сонымен, әйнекпен қаптау СКҚ 89х6,5 мм, «Д»-ны түсірудің мүмкіндік терендігін 252 м-ге немесе шамамен 10% -ға азайтады.

2. ФОНТАНДЫ ЖӘНЕ КОМПРЕССОРЛЫ ҰҢҒЫЛАРДЫҢ ЖАБДЫҚТАРЫ

Ұңғымалардың көмегімен мұнай, газ немесе конденсатты жоғары көтеру, сонымен бірге қабатқа су, газ, жылутасығыштарды айдау әртүрлі жабдықтардың көмегімен іске асырылады. Бұл жабдықтардың бір бөлігі ұңғының ішіне түсірілсе, келесі бөлігі жоғарғы беттс, яғни ұңғының сағасында орналасады. Мысал ретінде фонтанды арматура мен манифольдты атауға болады.

Мұнайды негізгі үш әдіспен өндіру мақсатында – фонтанды, газлифтті және компрессорлы – қазіргі уақытта ұңғыларда аталған әдістерге сәйкес әртүрлі жабдықтар қолданылады.

Аталған әдістерден басқа бірнеше горизонттарға бұрғыланған ұңғыларды пайдалану кезінде құрама жабдықтар қолданылады. Бұл жабдықтардың көмегімен бір ұңғыманы пайдалану арқылы әртүрлі горизонттарда орналасқан сұйықтарды көтеру түрлі әдіспен атқарылады. Ұңғыманы мұндай пайдалану түрін **бірге-жекеленген** деп атайды.

Ұңғымаларды түрлі әдістермен пайдаланудың өзіндік рационалды облысы болады. Бұл облыстың қолдану шекарасы аталған әдісті пайдаланудың экономикалық тиімділігімен және ұңғымалардың техникалық мүмкіндіктерімен анықталады.

2.1. Ұңғыманы фонтанды әдіспен пайдаланудағы құрал-жабдықтар

Ұңғыманы фонтанды әдіспен пайдалану – мұнайды өндірудің негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады, әсіресе бұл әдіс мұнайды жаңа ашылған аймақта өндіру кезінде кеңінен қолданылады және мұнда мұнай өндірудің ең аз меншікті шығыны орын алады.

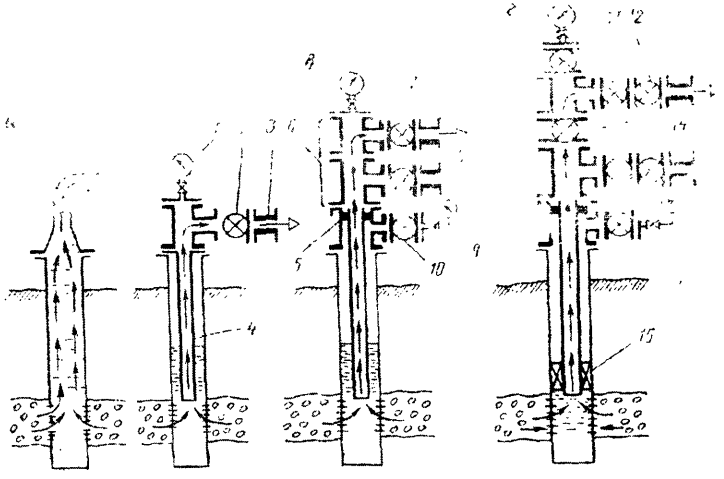
Бұрынғы кезде фонтандау әдісі өндіруші ұңғы арқылы жүргізілген (2.1*а*-сурет) [2]. Бірақ, мұнда фонтанды көтергіштің ПӘК-і төмен болатын, қабат газының шығыны үлкен, ал ұңғыманы фонтанды мерзіммен пайдалану ұзаққа созылмайтын, сонымен бірге ол процесті бақылау және басқару қиынға соғатын. Ұңғыма дебиті жоғары болған кездерде коллектор-

ларда гидроабразивті тозу пайда болып, тізбектің қирауына әкеліп соғатын.

Аталған жағдайларды болдырмау үшін және көтергіштің ПӘК-ін жоғарылату мақсатында ұңғыға фонтандық құбырлар тізбегі түсірілді (2.1 *б*-сурет).

Фонтандау процесін басқару үшін ауыстырылатын штуцер-дроссельдер қолданылды, олардың көмегімен өткізу тесігінің диаметрін өзгерте отырып, қабат қысымы мен оның дебитін реттеуге мүмкіндік туды. Жұмыс режимін бақылау мақсатында буферге манометр орнатылды.

Штуцер-дроссельдің тозу салдарынан оны ауыстыру үшін ұңғыны тоқтату қажет болды, сондықтан оның жұмысын үзбей жалғастыру мақсатында фонтанды арматура қолданылды (2.1 *в*-сурет). Ол құбырлы басшық пен шыршадан жиналып, сыртқа лақтырып шығару жолының резервін жасауға мүмкіндік берді.



2.1-сурет. Ұңғыларды фонтанды әдіспен пайдалануды жетілдіру кезеңдері:

1-буферлі манометр; 2-ысырма; 3-штуцер-дроссель; 4-фонтанды көтергіш; 5-фонтанды арматураның құбырлы басшығы; 6-фонтанды арматураның шыршасы; 7,8-үлжақтар; 9-манометр; 10, 11-ысырмалар; 12, 14-дублер-ысырмалар; 13-оқпандық ысырма; 15-пакер

Фонтанды ұңғыманың жұмысын одан ары жақсарту мақсатында оптималды диаметрмен алынған сорап компрессорлы құбырлардан (СКҚ) тұратын бір жарым немесе екі қатарлы көтергіштерді қолдана бастады, ал газ шығынын азайту мақсатында ұңғының құбыр сыртындағы кеңістігіне пакер орнатылды, сонымен бірге дублер-ысырмалар пайдаланыла бастады (2.1 *а*-сурет).

Осының әсерінен қазіргі кезде фонтанды әдіспен өндіру ұңғыларының құрылымын күрт күрделілендірді және негізгі төрт бөлімдерден тұрды: құбырлар тізбегі, тізбектің төменгі жақтарының жабдықтары, сағалық жабдықтар (фонтанды арматура) және манифольд деп аталатын сағалық жабдықтардың байламы.

Ұңғымаларды пайдалануды үнемі жетілдірудің арқасында ондағы әр элементтің күрделілігі арта түсті, сонымен бірге фонтанды әдіспен өндірудің сенімділігі де күннен күнге жоғарылады.

Ұңғыманың фонтандау шарты былай анықталады:

$$p_{ap} \succ H\rho g \qquad (2.1)$$

мұндағы: H – ұңғыманың тереңдігі, м; ρ – ұңғыма оқпанындағы сұйық пен газ қоспасының орташа тығыздығы, кг/м^3; g – еркін түсу үдеуі, м/с^2.

Фонтанды ұңғыманың құрал-жабдығы негізінен СКҚ тізбегінен және сағалық арматурадан тұрады.

СКҚ тізбегі кейбір кезде қабылдау воронкасынан, айыратын клапаннан немесе айырғыш клапанды отырғызатын қондырғы ершігінен тұрады. Ал кейбір жағдайларда ұңғымаға пакер орнатылады.

Кәдімгі фонтандау кезінде СКҚ тізбегінен басқа негізгі жабдықтарға жататын сағалық арматура есептелінеді.

Бұрғылаудан кейін ұңғыма жабдығы тізбек басы және фонтанды арматурамен жабдықталады.

Сағалық арматура негізінен тізбек басы және фонтанды шыршадан тұрады (2.1-сурет).

Әдетте, құбыр басы тізбек басына тікелей орнатылады. Фонтанды шырша құбыр басына құрастырылып және

ұңғымадан шығып жатқан сұйық пен газды манифольдқа жіберуге, сонымен қатар фонтанды ұңғыманың жұмысын тексеру мен реттеуге арналған.

Арматураның негізгі бөлшегі мен торабы ретінде екі бүйірлі шығару жағы бар төртжақ (крестовина) 1 (2.2-сурет), бір бүйірлі шығару жағы бар үшжақ (тройник) 2, аударма немесе катушка 3, тығынды құрылғы 4, буфер немесе манометр астындағы фланец 5, кран 6, манометр 7, дроссель 8 және жауапты фланецтерден 9 тұрады, [1].

Төртжақ пен үшжақ өндірілген өнімді манифольдқа жібереді. Осы бөлшектерге СКҚ тізбегін іліп қоюға болады. Соған байланысты, бөлшектердің резьбалары болуы тиіс. Тізбек осы резьба арқылы ілінеді немесе СКҚ-ды ілуге арналған арматура бөлшектерінің өлшемдерін бірінен-біріне ауыстырғанда қолданады.

Тығынды құрылғы оқпанды немесе бұрып экету қималарын толық жабу үшін қолданылады. Ағынның көрсеткіштерін реттеу тығынды құрылғының жартылай жабық кезінде жүргізілмейді.

Ұңғыманың жұмыс істеу кезінде ағын көрсеткіштерін реттеу үшін арнайы тораптар және дроссельдер қолданылады.

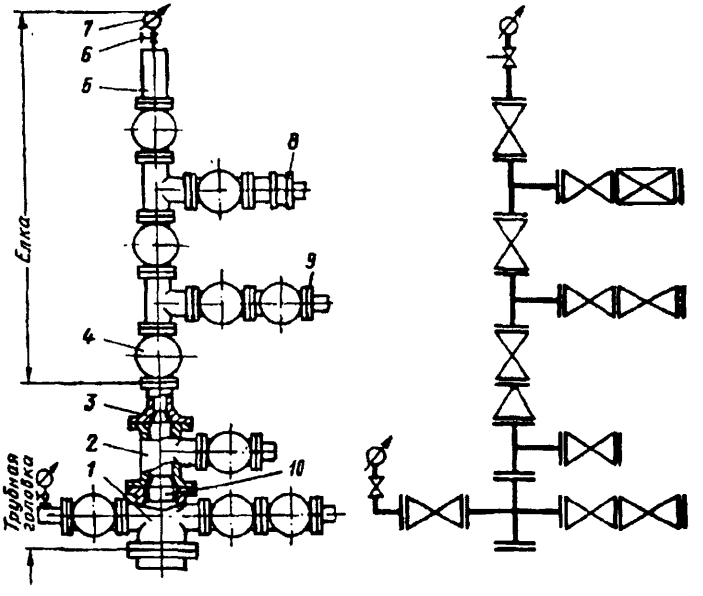
Дроссельдің корпусына тұрақты немесе диаметрі кішілеу ауыспалы төлке орнатылады. Төлкенің кішкентай тесігінен бүкіл ұңғымада өндіріліп жатқан өнім өтеді.

Арматураның бөлшектері мен тораптары резьба, нығыздағышы бар фланец немесе хомут арқылы жалғанады. Осыған байланысты, арматура резьбалы, фланецті және хомутты түрлері болып бөлінеді.

Шыршаның оқпанды бөлігі сұйықты бір жағымен (тройник) немесе екі жақ арқылы өткізуі мүмкін.

Арматураның негізгі көрсеткішіне – фонтанды шырша бөлігіндегі оқпан арқылы өтетін қиманың диаметрі немесе арматураға есептелінген жұмыстық қысым жатады.

Техникалық құжат бойынша жұмыстық қысымдар мынаған тең $P_{жұм}$=7, 14, 21, 35, 70, 105 МПа және өту қимасының диаметрі төмендегі 2.1-кестесінде көрсетілген, [1].



2.2-сурет. Фланецті фонтанды арматураның үлгісі

2.1-кесте

Шартты диаметр $D_ш$, мм	Нақты диаметр $D_ф$, мм
50	52
65	65
80	80
100	104
150	152

Жұмыстық қысым 7-ден 35 МПа аралығында сынақ қысымы $2 \cdot P_{жұм}$ мөлшерінде қабылданады, ал 70-тен 105 МПа аралығында оның мәні $1{,}5 \cdot P_{жұм}$ мөлшерінде болады.

МЕмСТ бойынша шартты диаметрлер мен қысымның өзара сәйкестігі келесі 2.2-кестесінде берілген [2].

Үшжақты және төртжақты – арматура үлгілері МЕмСТ бойынша белгіленген. Бұл МЕмСТ бойынша оқпанды тиек үлгісі де қарастырылған. Бұл фонтандау ұңғымасы әрқашанда үлкен қысымға арналып жасалатынын көрсетеді.

Үшжақты арматураның екі жанынан өткізетін жеріне қарағанда негізгі жұмыстық өткізгіші ретінде жоғарғы бөлімі саналады. Шығар жердегі бөлшектері істен шықса, онда оқпанды тиек құрылғысы жабылады, ал сұйық немесе газ төменгі жақтағы жіберу бөлігімен ағады.

2.2-кесте

D, мм	$р_{жұм}$
50	35...105
65	7...70
80	21...35
100	21...35
150	21...35

Бұл жағдай жоғарғы әкету бөлімі бойынша арматураның ұзаруына әкеліп соғады да, оның қызмет көрсетуін қиындатады.

Әдетте, үшжақты арматураны төмен және орташа қысымдарда қолдануды ұсынады, ал орта және жоғары қысымдарда МЕмСТ бойынша төртжақты арматураны қолдану ұсынылады. Төртжақты арматура үшжақтыға қарағанда биіктігі бойынша біршама төмен орналасады, сондықтан бұл жағдай оған қызмет көрсетуді жеңілдетеді.

Төртжақты арматураның кемшілігі ретінде мынаны айтуға болады. Егер шығар жердегі бөлімдерінің бірі істен шықса, онда оқпандағы тығын құрылғысын жауып, осының әсерінен ұңғыманы тоқтатуға тура келеді.

Ұңғыманы зерттеу кезінде оған әртүрлі аспаптарды түсіру үшін фонтанды шыршаның басына қысым теңгергіш құрылғы – лубрикатор орнатылады. Осыған байланысты төртжақты және үшжақты арматурада жоғарғы оқпан тығын орнату қарастырылған.

Фонтандаушы ұңғымада қысым 100 МПа-ға дейін жетуі мүмкін және ол толқысып өзгеріп тұрады. Ұңғымадан шығып жатқан сұйықтың, сұйық пен газ қоспасының жылдамдығы секундына ондаған метрге жетуі мүмкін, сұйық және газ агрессивті болып, арматурада коррозияның пайда болуына әкеліп соғады.

Ауыр жұмыстар атқаратын болғандықтан, арматура оның төртжағы, үшжағы, ауыстырушы фланец және тиек құрылғысының тұлға бөлшектері болаттан ғана жасалады. Фланец арматурасының арасындағы нығыздаулар болаттан жасалған сақиналармен жабдықталады.

Арматураның құйылған және пісірілген бөлшектері қолданыста көп тараған. Фонтанды арматураның элементтері 45, 40ХЛ, 40ХНЛ маркалы болаттан және легирленген болаттан жасалады. Нығыздау сақиналары коррозиялы ортада қолдану үшін 08 КП маркалы болаттан, сталь 20, сталь 30, сталь 40 және легирленген болаттан жасалады.

Ұңғыманың дроссельді төлкесінің арасынан өндірілетін өнім жоғары жылдамдықпен өтеді және оның мәні 80...120 м/с жетеді. Соған байланысты төлкелер шыныққан болаттан, қатты қорытпалардан, термиялық корундттардан жасалады.

Арматураны әрдайым жанартып отыру, оның металын үнемдеуге және беріктігінің өсуіне қол жеткізеді. Қазіргі кезде конструкторлар фонтанды арматураны жеңілдетуге, бірнеше элементтердің конструкцияларын біріктіріп қосу бағытында жұмыстар жасауда (мысалы: төртжақ пен үшжақты біріктіру).

Арматураның бөлшектерін пісіріп жалғау әдісі құйылып жасалған бөлшектерге қарағанда артықшылығы көп, мәселен, металды үнемдеуге, жұмыстың жеңілдеуіне және де оның жоғары беріктігін қамтамасыз етуіне әсер етеді.

Арматурада келесі тығынды құрылғылар қолданылады:

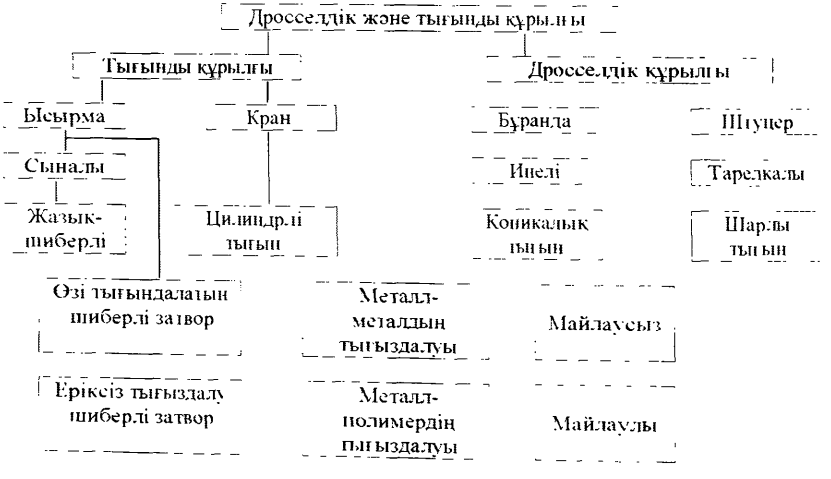
- сыналы ысырма;
- тік ағынды ысырма;
- крандар;
- мөлшер реттеуіш вентильдер.

Тығынды құрылғылардың алдыңғы үш түрі окпанды және арматураның әкету бөліміндегі құрылғылардың негізгілері болып саналады. Ал вентиль манометрдің алдына орнатылады.

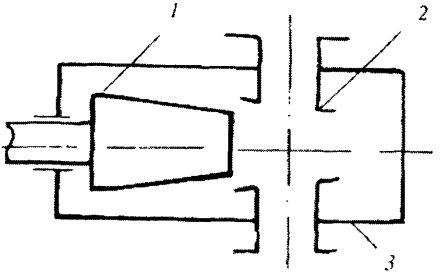
Тығынды құрылғылар – фонтанды арматурадағы ысырма және кранды қолдану, мұнай - газды өндірудегі барлық технологиялық процестерде жиі қолданылады, ал бұрғылау ұңғымаларында оларды шамалы өзгертілген күйде қолданады. Олар көбінесе жабдықтарда лақтыруды болдыртпауда, бұрғылау сорабының манифолінде, қабаттардағы гидрожарылыстарға

арналған жабдықтарда, қышқылмен өңдеуде, агрегаттарды жуу кезінде, мұнай-газ кәсіпшілігінің коммуникациясында, өнімді жинауға арналған жасақтауда және бөлу операцияларында қолданылады. Сонымен бірге, қабат сұйығын тасымалдағанда және де мұнай, газ, суды, қабатқа айдау кездерінде қолданамыз. Бұл жұмыстардың көпшілігі тығынды құрылғыны жабдықтармен мұнай мен газды тасымалдағанда, сонымен қатар бірнеше рет қайтара өңдеулерде қолданылады.

Тығынды құралғыны пайдалану шарты бойынша жасалу конструкциясына қойылатын шарттар мынадай: қажетті қысымды тұрақты деңгейде ұстап тұру, сұйық немесе газды өткізу кезінде аз мөлшердегі сыртқа ағып кетулерден сақтау, металл үнемдеу, басқаруды жеңілдету, сонымен қатар агрессивті ортада жұмыс істей алу және де жоғары немесе төмен температураларда жұмыс істей алу мүмкіндігі.



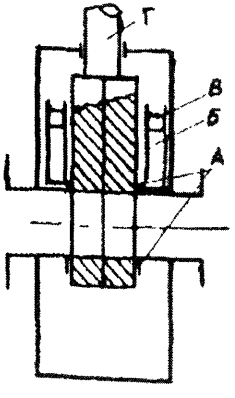
2.3-сурет. Реттеуші және тиекті құрылғының классификациясы



2.4-сурет. Сыналы ысырма үлгісі
1-шибер; 2-ершік; 3-корпус

Сыналы ысырманың негізгі артықшылығына, оның құрылымының қарапайымдылығы жатады. Бірақ ашық тұрған ысырма клапанының (2.4-сурет) сұйық өтетін жерінің шет жағында қуыс пайда болады, осыған байланысты онда құйынды токтар пайда болып, ағынның тегеурін шығыны артады және ол жерлерде тұздың, сонымен қатар парафин мен құмның жиналуы мүмкін. Сонымен бірге, корпустың жоғарғы тығындау және сыналы бөлімдерін ұңғымадан шыққан сұйық ағып өтеді де, соның әсерінен олар коррозияға және эррозияға ұшырауы мүмкін.

Бұл кемшіліктер тікағынды ысырмаларда болмайды (2.5-сурет) [1].



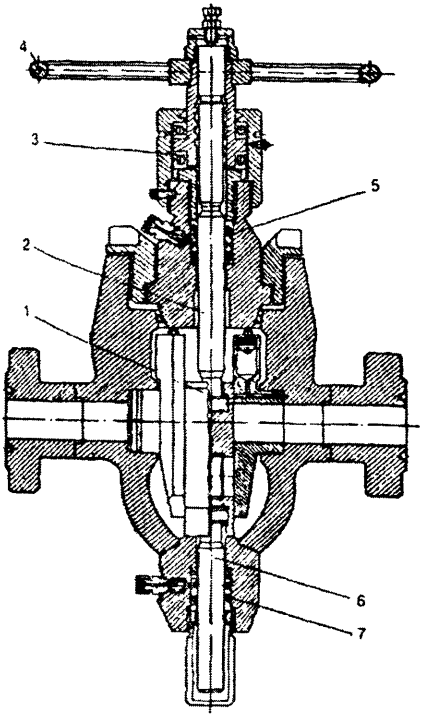
2.5-сурет. Тікағынды ысырманың үлгісі

Мұнда сыналы ныгыздауыш шиберлі екі жақты плашкамен немесе біршиберлі түрімен ауыстырылған. Өтпелі каналдағы шибер ашық және жабық күйінде корпустың жоғарғы бөлшегіндегі ныгыздауышқа үнемі жабысып тұрады. Ол екі сығылған жартылай пружиналардан тұрады. Пружинаның күш салуы 9 КН-ға дейін жетеді. Тікағынды ысырманың ашық немесе жабық кезінде корпус бөлшегінің жоғарғы ныгыздау бөлігі бойынша шибер жоғары-төмен бағытта сырғанайды.

Тікағынды ысырмада кою ныгыздағыш майлар қолданады. Тұтқыр майлау қабаты су немесе мұнаймен шайылып

кетпейді. Майдың қоры резервуарларда Б сақталады. Кейбір ысырмаларда май қоры (әдетте, оның маркасы – ЛЗ-162) негізгі кеңістіктен поршень *В* арқылы бөлінген және ысырманың ішкі қуыстарының барлығы арнайы маймен толтырылады.

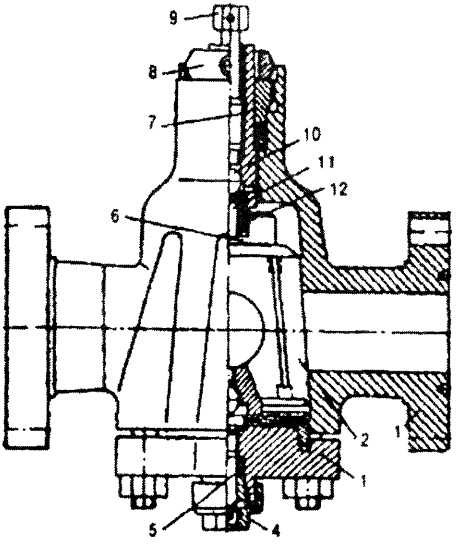
Сонымен қатар, мұнай-газ кәсіпшілігінде тікағынды ысырмалар да қолданылады. Олардың А саңылауында графитті фторопласталық эластикалық элементтер АФГ-80ВС қолданылады. Ысырма ішіндегі қысым өзінен өтетін ортаның қысымына тең болады, ал шпиндельге Г әсер ететін күштің мәнін азайту үшін күш жеңілдеткіш штокты қолданады (2.6-сурет) [1].



2.6-сурет. Күшті азайту штогы бар тікағынды ысырма:
1- шибер; 2-резьбалы шпиндель; 3-осьті тіреуіш; 4-маховик; 5-шпинделді нығыздағыш; 6-күш түсіргіш шток; 7-штокты нығыздағыш

Тік ағынды ысырма шпиндель тірегінің формасы шарик тәрізді болып келеді де, шпиндельге түсетін айналдыру моментін азайтуға мүмкіндік береді. Маховик пен шпиндельді айналдыра отырып, шпиндельдің гайкасын оның резьбасына бұрап, шиберді жоғары қарай тірелгенше көтереді де корпустағы тесік пен шпиндельдің тесіктері бір - біріне тұстас болады. Тура сол сияқты сыналы ысырма да ашылып жабылады. Сонымен қатар, екі түрлі ысырмалардың да ортақ кемшілігі бар – ашып-жабу үшін маховикке үлкен күш жұмсап және оны бірнеше рет айналдыру керек.

Кран ысырмадан бірқатар артықшылықтарымен ерекшеленеді (2.7-сурет) [1]. Оның ашылып жабылуы үшін, тек қана қолсапты 90^0-қа бұрасақ жеткілікті болғаны. Оның жоғарыдағы ныгыздау беті тікағынды ысырма сияқты сұйықпен ағып өтілмейді, сонымен қатар оның каналында өлі аймақтар да орын алмайды.



2.7-сурет. Конустық тығынды кран

Кран корпустан (1), тығыннан (2), шпиндельден (7), кілттен (8), реттеу бұрандасынан (4), нығыздау манжетасынан 5, кранды майлау майымен толтыруға арналған канал, кері клапан (10) мен пружинадан (12) тұрады. Бұдан басқа шпиндел резбасын майлауға арналған, май беру клапаны мен канал бар. Шпинделдің жұдырықшасы тығынның жарықшағына (6) кіреді, осыған байланысты шпиндельдің бұрылуы кезінде тығын да қоса бұрылады. Шпиндель корпуска резьба арқылы бекітіледі. Ол осьтік күшті қабылдайды, тығындау элементі болып табылады және оны жоғары герметизациялау үшін клапанға каналдар арқылы арнайы майлау майлары пайдаланылады.

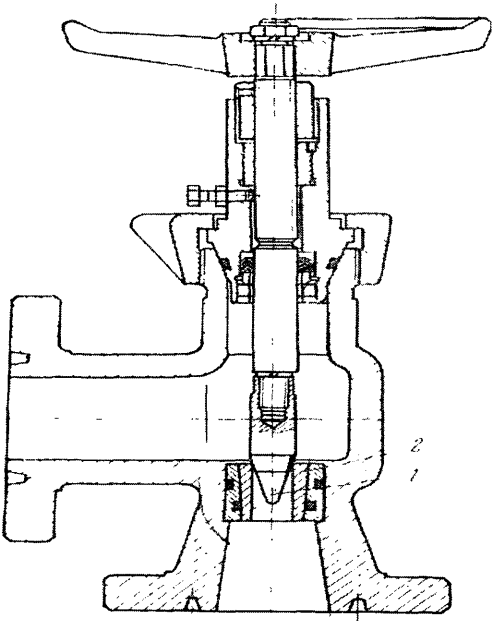
Кранның барлық бөлімдері Л3-162 майымен майланады. Майлау майлары – 40-тан+120^{0}С-ға дейінгі температураларға төзімді болу қажет.

Тығынның корпуста орналасу реті жасаушы зауытта қақпақта бекітілген (3) реттеуіш бұрандамен (4) реттеледі. Корпус пен тығын арасында миллиметрдің жүзден бір бөлігіндей саңылау болуға тиіс. Сондай-ақ, шпиндельде қысқыш бұранда (9) орналасқан. Оның жылжуы арқылы май шпиндельден клапан (10) арқылы кранның қуысына беріледі. Осы бұранда (9) арқылы тығынның тұтылуын болдыртпауға болады.

Тығынның тұтылуын бұранданың (9) көмегімен көтеру үшін, оны кері бұрап, шпиндельдің бүкіл қуысын маймен толтырады да бұранданы қайта бұрайды, содан соң кері клапанды (10), бөлшекті (11) және тығынды шарға тақап қысады.

Кранның ең негізгі кемшілігіне оны жасап шығару қиындығы жатады. Оның жұмыс сенімділігі жасау дәлдігіне байланысты болады. Кран жұмысының сенімділігін қамтамасыз ету үшін арнайы майлау майлары қажет болады.

Манометрді орнатып, оны қосып-ажырату мақсатында вентильдер (мөлшер реттеуіш) қолданылады. Фонтанды арматурада қолданылатын вентильдер 70,0 МПа дейінгі жұмыстық қысымға есептелінген, оның өтпелі қуысының диаметрі 5 мм және массасы 3-4 кг.

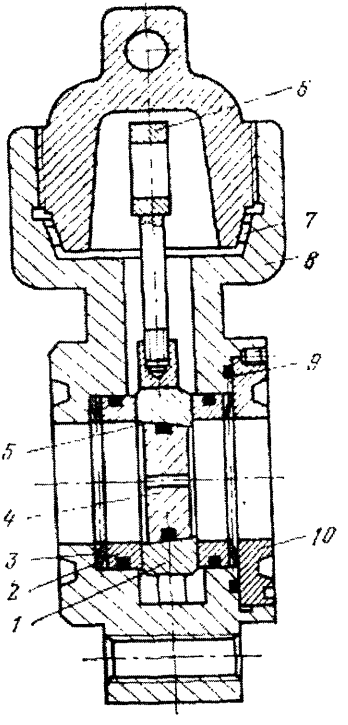


2.8-сурет. Реттеуіш штуцер:
1-ауыстырмалы насадка; 2- втулка

Реттеуіш штуцер (2.8-сурет) конструкциясы бойынша вентильге ұқсас болады. Штуцерлер фонтанды ұңғымадан шығар жағындағы қысымды шпиндельдің ұядағы осьтік жылжуы арқылы сатысыз реттей алады. Штуцер 70,0 МПа жұмыс қысымына есептелінген және оның массасы 80 кг шамасында болады [2].

Штуцерді басқару жеңіл болуы үшін, оны қозғалтқыш жетекпен қамтамасыз етіп, компьютерлік басқару мүмкіндігі іске асырылады.

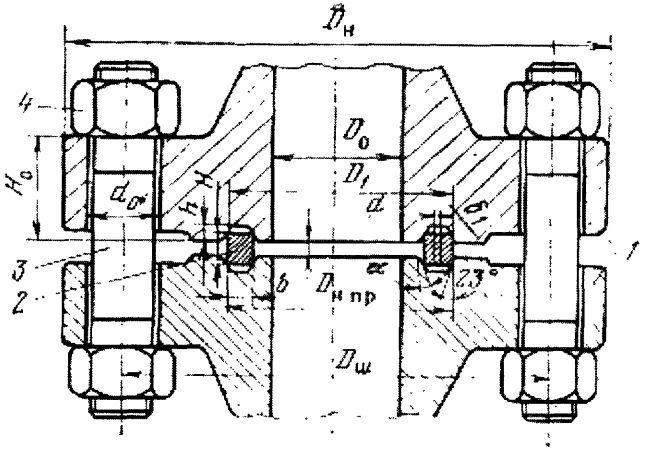
Штуцердің төлкесін ауыстыру өте ауыр және ұзақ уақытқа созылатын еңбекті талап етеді. Бұл жұмысты тездету және жеңілдету үшін, тез ауыстырылатын штуцерді қолданады (2.9-сурет) [2].



2.9-сурет. Тез ауыстырылатын штуцер:
1-құрсау; 2,9-нығыздау сақиналары; 3-пружина; 4-дроссель; 5-дроссельді тығындау; 6-бұранда; 7-ағымды шүкте (проточка); 8-корпус; 10-сақина

Сұйық пен газдың шығынын сатылы реттеу үшін диаметрі 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30 мм тесіктері бар ауыспалы төлкелерді қолданады. Штуцер 70 МПа жұмыстық қысымына есептелінген.

Стандарт бойынша арматура және тиекті құрылғылардың негізгі көрсеткіштері белгіленген: жұмыстық қысым және сынау қысымы, өту тесігінің диаметрі. Бұдан басқа қосылу өлшемдері, габариттері, массасы және жасалу реттері де көрсетілуі қажет.

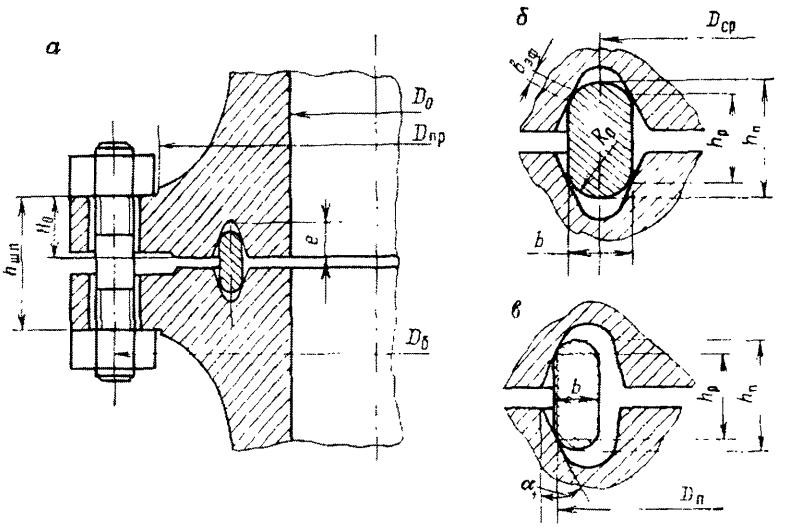


2.10-сурет. Стандартты фланецті қосылыстардың элементтері мен өлшемдері:
1-фланец; 2-нығыздауышы; 3-шпилька; 4-гайка

Фонтанды арматураның және тиекті құрылғылардың көптеген бөлшектері мен бөлімдері негізінен фланец арқылы қосылады. Бұлардың өлшемдерін стандарттау, арматура мен монифольдты жинау кезінде негізгі рөл атқарады. Осыған байланысты фланецті қосылулардың (2.10-сурет) өлшемдері де стандарт бойынша реттеледі [2].

2.2. Арматура қосылыстарындағы фланецтерге түсетін күштерді есептеу

Фланецті қосылыстарды есептеу методикасы олардың қосылу тәсіліне байланысты болады: шпилькамен немесе хомутпен. Екі жағдайда да фланец пен нығыздауыштың төсемелері есептелінеді, ал бірінші жағдайда шпилькалар, ал екіншісінде хомут пен оны тарту бұрандалары есептелінеді. Екі жағдайда да нығыздағыш төсемнің алдын - ала тартылу күші есептеледі. Фланецтің шпилькамен қосылысында осьтік күш шпильканың тартылу күшінің қосындысына тең, ал хомутты қосылыста – хомуттың конустық бетін қысуға күш салады.



2.11-сурет. Фланецті бұрандалы қосылысының есептеу үлгісі

Екі жағдайда да (2.11-сурет, *а*) төсеменің өту тесігіне байланысты орналасу түрлері ескеріледі. Бірінші жағдайда (2.11-сурет, *б*) ол жинау кезінде өту тесігінің ішкі және сыртқы жоғарғы бөлімдеріне тиіп тұрады да, өзінің серпімді деффорациясының нәтижесінде фланецпен нығыздалады, [1]. Екінші жағдайда (2.11-сурет, *в*) төсеме шпильканың тартылымына байланысты нығыздалады.

Зауыттан шығарылатын арматура негізінен төсемемен бірге екінші үлгі бойынша жасалынады.

Төсемелерді екінші жағдайда құру негізінен p_0 сыртқы қысымы бар қалың қабырғалы ыдыстардың элементтері ретінде қарастырылады. Осыған байланысты ішкі аймақтағы эквивалентті кернеуді келесі формуламен есептеуге болады [1].

$$\sigma_{экв} = \sqrt{\sigma_z^2 + \sigma_\tau^2 - \sigma_z * \sigma_\tau} , \qquad (2.2)$$

мұндағы: σ_τ – шеңберлік және σ_z – осьтік кернеулер.

$$\sigma_\tau = -p_0 \frac{2r_c^2}{r_e^2 - r_a^2} ; \qquad (2.3)$$

$$\sigma_z = -\frac{P_z}{f_o}, \qquad (2.4)$$

мұндағы: r_c және $r_{ш}$ – төсемсенің радиустары (сыртқы және ішкі); P_z – осьтік күш; f_0 – төсемс кимасының ауданы.

σ_t және σ_z мәндерін (2.2)-дегі орындарына қойғанда келесі формуланы аламыз [1].

$$p_0 = \frac{P_z \pm \sqrt{3P_z^2 + 4\pi^2\left(r_j^2 - r_{ш}^2\right)\sigma_{экв}^2}}{4\pi r_n^2}. \qquad (2.5)$$

Осьтік күш және сыртқы қысым келесі формуламен байланысты болады:

$$2P_z \operatorname{tg}\alpha_1 = p_0 \pi Д_1 h_ж, \qquad (2.6)$$

мұндағы, $Д_т$ – төсемемен фланецтің тиісу жазықтығындағы цилиндрдің диаметрі:

$$Д_т = 2r_c - 2R_0(1 - \sin\alpha_1), \qquad (2.7)$$

мұндағы, $h_ж = h_T - 0622\ R_0$ – төсемсенің жұмыстық биіктігі.

Төсеме материалы $\sigma_{экв} \approx \sigma_T$ болғанда p_0 максималды мәнге ие болады деп қабылдаймыз. Осыған байланысты есептеулерде беріктік қорының коэффициентін көп жағдайда фланец үшін – 2,5, төсемс үшін – 2,25-ге тең етіп қабылдап, $\sigma_{экв}$-ті σ_T -ге ауыстыруға мүмкіндік туады.

Сонда

$$\sigma_{жв} = \sigma_T / n.$$

Тарту күшін анықтау үшін фланец пен төссменің түйісуінен пайда болатын үйкеліс күшін ссепкс алу қажет. Соған байланысты оларды тарту күші [1]:

$$P_{тар}=\frac{\pi D_T n_p \left(r_c^2 - r_{ш}^2\right)\sigma_{экв}}{2\left[2r_c^2 tg(d_1-\varphi) - h_p D_T\left[1-\frac{\cos(\alpha_1+\varphi)}{\cos(\alpha_1-\varphi)}\right]\right]}, \quad (2.8)$$

мұндағы, α_1 – бұрышының мәнін жоғары деп санасақ, онда осьтік кернеу аз болады, осыған байланысты оларды ескпке алмауға болады. Тарту күшін жеңіл жолмен анықтау үшін $к = r_{ш}/r_c$ деп белгілеп, жеңілдетілген формуланы мына түрде аламыз:

$$P_{тар} \cong 0{,}25\ \pi D_T h_p (1-к^2)\sigma_T \operatorname{ctg}\alpha_1. \quad (2.9)$$

Осы формула бойынша тарту күшін есептеу, практикада есептеулердің қажетті дәлдігін қамтамасыз етеді.

Тарту күшін анықтау методикасы, бұрандалы және хомутты фланецті қосылыстарды есептеуге де қолданылады.

Фланецті қосылыстырдың жұмысына әсер етуші күш келесі формула бойынша есептеледі [1]:

$$P_{тар}=P_{кыс}+\Delta P_{соз}=\left(F_0+A_0\right)p_{жұм}, \quad (2.10)$$

мұндағы: $F_0=\pi D_T / 4$. Бұл берілген формула төсеменің фланецті қосылыстың күшпен тартып түйісу жағдайына сәйкес келеді. Басқа шамалар келесі формуламен анықталады:

$$A_0=05\pi D_T h_p f(к)\operatorname{ctg}\alpha_1, \quad (2.11)$$

$$f(к)=2к^2/(1+\mu к^2), \quad (2.12)$$

мұндағы, μ – Пуассон коэффициенті.

Фланецті арматураның ескі түрдегі қосылысындағы нығыздау төсемесін пайдалану бірінші тәсіл бойынша қолданылады. Осыған байланысты фланецті қосылыс 2.10-сурет, *б* үлгісі бойынша есептелсді және мұнда есептеу тәсілі жеңілдейді.

Мұндай жағдайда $P_{тар}$ күшін төсемені алдын - ала қысудың мүмкіндік қысымы q бойынша есептейді:

$$P_{тар} = \pi D_{ор} b_{эф} q, \qquad (2.13)$$

мұндағы: $D_{ор}$ – төсеніштің орташа диаметрі; $b_{эф}$ – төсеменің эффективті ені.

Маркасы Ст20 болаттың мүмкіндік қысымын 120-130 МПа-ға тең стіп қабылдаймыз, ал коррозиясы бар ортадағы жұмыстар үшін келесі болат түрі қабылданған. Оның маркасы 1Х18Н9, мүмкіндік қысымы 170-175МПа.

Жоғарыда көрсетілген шпильканы есептеу тәсілін, қоршаған ортаның немесе өнімнің температурасының тез өзгеруі орын алмаған кезінде фланецтік қосылысқа пайдаланамыз.

Ал пайдалану шарты күрделі кездерде, мысалы температураның жоғары мөлшерде өзгеруі кезінде, қоршаған орта мен өнімнің температураларының айырмашылығы үлкен болғанда, температураның әр мезгілдегі өзгерісі, майысу моментінің орын алуы кезінде, шпилькаға түсетін күш салмақ бойынша өзгеріп тұрады.

Фланецке түсетін күш, ішкі қысымның және тарту күштерінің қосындысына сәйкес болғандықтан, келесі формуланы аламыз [1]:

$$P_{қыс} + \Delta P_{тар} = \frac{\pi D_{ор}^2}{4} p + \pi D_{ор} b_{эф} m p, \qquad (2.14)$$

мұндағы: $P_{қыс}$ – ішкі қысымның p шартты күші; $\Delta P_{тар}$ – тартылудың қалдық күші; m=5,5-6,5 – төсемснің серпімділігін ескеру коэффициенті.

Арматура арқылы жоғары температуралық орта өткен кезде, фланецка қарағанда шпильканың жылуберуі қарқынды болады да, оның температурасы фланецтің температурасынан төмен болып, бұл айырмашылық қоршаған ортаның төменгі температураларында айрықша болады. Демек, шпилькаға қосымша күш P_t салуға әкеледі де, оның мәні келесі формуламен анықталады [1]:

$$P_t = \frac{\Delta t h_{шп} \alpha}{\frac{h_{шп}}{E_{шп} \sum f_{шп}} + \frac{h_{то}}{E_{то} f_{пj}}}, \qquad (2.15)$$

мұндағы: Δt – шпилька және фланец температураларының айырмашылығы, $h_{шп}$ – шпильканың созылу ұзындығы; α – фланецтің жылулық ұлғаю коэффициенті; $h_{тө}$ – төсемсенің биіктігі; $E_{шп}$ және $E_{тө}$ – төсеме мен шпилька материалдарының серпімділік модульдері: $f_{шп}$ $f_{тө}$ – төсеме мен шпилька кималарының аудандары.

Төсемсенің биіктігі былай есептелінеді:

$$H = h_p + (1-\cos \alpha_1)R_0. \qquad (2.16)$$

Шпилькаға симметриясыз жүктемеге байланысты түсетін қосымша күш былай жазылады [1]:

$$P = \frac{M_{май}}{\frac{D_{ор} + D_б}{2}}, \qquad (2.17)$$

мұндағы: $M_{май}$ – арматура осінен ауырлық ортасына дейінгі манифольд пен арматураның ауырлықтарының майыстыру моменті; $Д_б$ – бұранданың астындағы фланец тесіктерінің шеңберінің диаметрі.

P күшін шпилькалар қосындысының үштен бірі қабылдайды деп есептелінеді. Онда шпилькаға әсер етуші күш, мынаған тең болады [1]:

$$P_{шп} = \frac{P_{қыс} + \Delta P_{соз} + P_t + 3P}{z}, \qquad (2.18)$$

мұндағы, z – шпилькалардың саны.

Бұл шпилькадағы кернеу мынаған тең: $\sigma_{мп} = P_{шп}/f_{шп}$.

Арматураның бұрандалық немесе шпилькалық қосылыстарының тарту моменті берілген шамаға қатаң түрде сәйкес болуы шарт.

Арматураның бөлшектерін беріктілікке есептегенде шпильканың, фланецтің, арматураның цилиндрлі және төсемс бөлшектерінің беріктілігін ескеру қажет.

Фланецті есептеу кезінде оның сығылу күші, арматурадағы қысымның жоғарылауы кезіндегі орын алатын жұмыстық күш, ыстық ортаның өту кезіндегі шпилькаларды тарту күші мен фланецтың әртүрлі температурасындағы пайда болатын күштер және арматураға бекітілген құбыр салмағының әсерінен болатын күштер анықталады.

Құбырлар байланысының нығыздығын қамтамасыз ету үшін төсеме белгілі қысымда алдын - ала сығылуы қажет. Қажетті сығу күшін мына формуламен анықтаймыз:

$$P_{сыг} = \pi D_{орт}\, b_т\, q_{сыг}, \qquad (2.19)$$

мұндағы: $D_{орт}$ – төсемснің орташа диаметрі; $b_г$ – тиімді, яғни төссмснің түйісу ұзындығының қосындысы (сопақ және сегізқырлы қима үшін $b_т = b/4$); $q_{сыг}$ – төсемснің сығылуына қажетті қысым (жұмсақ жез үшін $q_{сыг}$ = 160 МПа, жұмсақ болат үшін – 250 МПа; 15Х5М типті болат үшін – 350 МПа; 12Х18Н9Т маркалы болат үшін – 400 МПа).

Төсемеге түсетін сығылу қысымы мүмкіндік көрсеткіштен төмен болу керек:

$$q_{сыг} \le [q].$$

$P_{пайд}$ – пайдалану кезіндегі әсер ететін күш, фланецтің ұлғаюына әсер ететін $P_к$ қысымын, байланыстың нығыздалуына жеткілікті болатын $\Delta P_{тар}$ тарту күшін, P_t – ыстық өндіру ортасының температурасының әсерінен болатын күшті және $P_м$ – сұйықты алып кететін манифольд салмағының әсерін ескерсді, яғни:

$$P_{пайд} = P_{кыс} + \Lambda P_{тар} + P_t + 3P_м^{*}, \qquad (2.20)$$

мұндағы, қысымның әсерінен болатын күш пен тарту күшінің қалдық мәні мына формуламен анықталады:

$$P_{қыс} + \Delta P_{тар} = \pi \cdot D_{орт} \cdot P / 4 + \pi \cdot D_{орт} \cdot b_{эсер} \cdot m \cdot P_р , \qquad (2.21)$$

мұндағы: $P_р$ – арматурадағы қысым; m – төсеме материалының серпімділік қасиетіне тәуелді болатын төсеме коэффициенті. (Резина үшін m=1,2; паронит үшін m=1,6; жез үшін m=2,4; жұмсақ болат үшін m=2,7; хромникелді болат үшін m=3,2).

Арматураның бу немесе газ, сұйықтық және газ қоспасымен жұмыс кезінде формулаға 2m қойылады.

Ыстық ортаны өндіру кезінде арматураның металы шпилькаларға қарағанда көбірек қызады, себебі соңғыларының салқындау шарттары жақсы.

Фланецтарды қатты, ал шпилькалар мен төсемелерді серпімді деп алып, орын алатын қосымша жүктемені анықтайды:

$$P_і = \frac{\Delta t \cdot h_ш \alpha}{\frac{h_ш}{E_ш \Sigma f_ш} + \frac{h_ж}{E_{төс} \Sigma f_{төс}}}, \qquad (2.22)$$

мұндағы: Δt – фланец пен шпилька температураларының айырмашылығы,°С; $h_ш$ – шпильканың созылатын бөлігінің ұзындығы; α – шпилька материалының жылулық ұзару коэффициенті (болат үшін $\alpha = 0{,}11 \cdot 10^{-4}$ 1/°С); h – төсеменің жұмыстық ұзындығы; $E_ш$, $E_{төс}$ – шпилька мен төсеме материалының серпімділік модульдері; $f_ш$ – шпильканың көлденең қимасының ауданы; $f_{төс}$ – төсеменің көлденең қимасының ауданы.

Төсеменің жұмыстық биіктігі:

$$h_ж = h_п - 0{,}22R, \qquad (2.23)$$

мұндағы: R – төсеменің дөңес жерінің радиусы. Манифольдтың сұйық экстілетін құбырының салмағынан туындайтын шпилькалардағы күшті келесі формуламен табамыз:

$$P_М = \frac{M_{шгіу}}{\frac{D_{орт} + D_{шп}}{2}}, \qquad (2.24)$$

мұндағы: M_1 – манифольд бөлшектерінің салмағының әсерінен болатын иілу моментінің қосындысы; $D_ш$ – шпилькалармен бекітілген аймақтың диаметрі.

Есептік күш $P_{есеп}$ ретінде $P_{сығ}$ мен $P_{пайд}$ күштерінің үлкен мәні таңдап алынады. Ең үлкен жүктемесі бар шпилькадағы күш мына формула арқылы анықталады:

$$P_ш = \frac{P_{есеп}}{n}, \qquad (2.25)$$

мұндағы: $P_{есеп}$ мәні ретінде $P_{сығ}$ мен $P_{пайд}$ күштерінің ең үлкені таңдап алынады; n – шпилькалардың саны.

Шпилькадағы кернеу:

$$\sigma = P_ш / f_ш \leq \sigma_a/\eta \ , \qquad (2.26)$$

мұндағы, $f_ш$ – шпилька бұрандасының ішкі диаметрі бойынша алынған көлденең қимасының ауданы; η – қор коэффициенті η = 1,25-1,6.

Шпильканы кілтпен тарту кезіндегі мүмкіндік моменті:

$$M_{кл}=(0,04\text{-}0,07)\sigma_a d^3, \qquad (2.27)$$

мұндағы: d – шпилька бұрандасының сыртқы диаметрі; σ_a – шпилька материалының ағу шегі.

Шпильканың есептік тарту моменті:

$$M_{кіс}=0,055\sigma d^3. \qquad (2.28)$$

1-мысал. Ст 12х18Н9Т маркалы болаттан жасалынған қимасы сопақша төсемсі бар фонтанды арматураның фланецінс әсер ететін пайдалану күші мен сығу күштерін есептеу қажет.

Есептелген күшке сәйкес Ст 30 маркалы болат материалдан жасалынған ($\sigma_т$=300МПа) фланец шпилькасының диаметрін таңдап және оның тарту моментін анықтау керек.

Берілгендері:

Фланецтің диаметрі	175 мм;
Шартты диаметрі	50 мм;

Төсеменің ішкі диаметрі	85 мм;
Төсеменің биіктігі	12 мм;
Төсеменің ені	6 мм;
Шпилькалармен бекіту шеңберінің диаметрі	135 мм;
Жұмыстық қысым	35 МПа;
Өндірілетін сұйықтың температурасы	30 ^{0}С;
Шпилькалар саны	6;
Шпилькалардың жұмыстық биіктігі	45 мм;
Шпилька резьбасының профилінің биіктігі	1,5 мм.

Шешімі: Фланецті сығу күшін (2.19) формуласымен табамыз. Маркасы ст.12Х189Т болаттан жасалынған төсеме үшін $q_{обж}$=МПа.

Төсеменің орташа диаметрі

$$D_{ср} = 85 + \frac{b}{2} = 88мм;$$

$$b = \frac{b}{4} = \frac{6}{4} = 1{,}5мм,$$

сонда,

$$P_{обж} = 3{,}14 \cdot 88 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6} = 165792H.$$

Пайдалану күшін анықтау үшін (2.20) теңдеуін қолданамыз, себебі өндірілетін сұйықтың температурасы 30^{0}С-тан аспайды және манифольдтің салмағы жөніндс мәліметтер жок. Сондықтан аталған формуланың тек бірінші екі мүшелерін ғана қолданып, жұмыстық қысым мен тарту күшінің әсерін анықтаймыз (m=3,2):

$$P_{пайд} = P_{қыс} + \Delta P_{тар} =$$

$$= \frac{3{,}14 \cdot 88^2}{4} 10^{-6} \cdot 35 \cdot 10^6 + 3{,}14 \cdot 88 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 3{,}2 \cdot 35 \cdot 10^6 = 259188\,H$$

Есептік күш ретінде анықталған күштердің үлкен мәнін таңдап аламыз, демек $P_{пайд.}$

Ең үлкен күш түсетін шпильканы (2.25) формуласынан табамыз:

$$P_ш = \frac{259188}{6} = 43198H .$$

Қор коэффициентін η=1,5 деп алып шпильканың диаметрін (2.26) формуласымен есептейміз:

$$f'_ш = \frac{P_ш}{\sigma} \cdot \eta = \frac{43198 \cdot 1,5}{300 \cdot 10^6} = 216 \cdot 10^{-6} м^2 .$$

Шпильканың резьбасының ойығы бойынша есептелген диаметр

$$d' = \sqrt{\frac{216}{0,785}} = 16,6 мм .$$

Шпильканың диаметрі:

$$d = d' + 0h_р = 16,6 + 2 \cdot 1,5 = 19,6 \approx 20 мм ,$$

шпилькадағы пайда болатын кернеу мәні:

$$\sigma_ш = \frac{43198}{227 \cdot 10^{-6}} = 190,3 \cdot 10^6 Н / м^2 ,$$

шпильканың резьбасының ойығы бойынша анықталған кимасының ауданы:

$$f'_ш = 0,785(20 - 2 \cdot 1,5)^2 = 227 мм^2 .$$

Шпильканы тарту мүмкіндігінің моменті (1.9) формуласы:

$$M_{кл} = 0,06 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 20^3 \cdot 10^{-9} = 144 Н \cdot м$$

Есептік тарту моментін (2.28) формуласымен:

$$M_{кгес} = 0{,}055 \cdot 190 \cdot 10^6 \cdot 20^3 \cdot 10^{-9} = 84 Н \cdot м .$$

2-мысал. Алдыңғы есептің шарты бойынша ұңғымаға ыстық су мен бу берген кездегі фонтанды арматураның фланеціне түсетін сығу күші мен пайдалану күштерін есептеу керек. Төсеме жұмсақ болаттан жасалынған.

Есептелген күшке байланысты шпильканың материалын таңдап және олардың тарту моментін табу керек.

Берілгендері:

Жұмыстық қысым 12 МПа;

Айдалатын қоспаның температурасы 300 ^{0}С;

Шпилькалардың диаметрі 18 мм;

Фланецке түсетін манифольд бөлігінің салмағы 2000 Н;

Манифольд бөлігінің салмақ ортalығына дейінгі қашықтық м.

Шешімі: Фланецті сығу күшін (2.19) формуласымен есептейміз. Жұмсақ болат маркасы үшін $q_{обж}$=250 МПа. Алдыңғы есептен $D_{ор}$=88 мм, $b_{эф}$=1,5 мм.

$$P_{обж} = 3{,}14 \cdot 88 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{\ 6} \cdot 250 \cdot 10^6 = 103620 Н .$$

Жұмыстық қысым мен тарту күшінің қалдығын (2.21)-ден табамыз (m=2,7*2=5,4):

$$P_{кыс} + \Delta P_{тр} = \frac{3{,}14 \cdot 88^2}{4} \cdot 10^6 \cdot 12 \cdot 10^6 + 3{,}14 \cdot 88 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 5{,}4 \cdot 12 \cdot 10^6 = 99806 Н$$

Фланец пен шпилька температураларының айырмашылығынан туындайтын жүктемені (2.22) формуласымен анықтаймыз және бастапқы 300°С-қа қызу кезіндегі температуралық айырмашылық 20°С-ты құрайды.

Шарт бойынша шпильканың тартылатын бөлігінің ұзындығы $h_ш$=45 мм.

Төсеменің жұмыстық биіктігі $h_ж$=12-2=10мм, төсеменің көлденең қимасының ауданы:

$$f_{гос} = 0,785(91^2 - 85^2)=829 \text{ мм}^2.$$

Шпильканың көлденең қимасының ауданы:

$$f_ш = 0,785*18^2= 254,3 \text{ мм}^2.$$

Сонда, температуралық айырмашылықтан туатын жүктемені мына формула бойынша анықтаймыз:

$$P_t = \frac{20\cdot45\cdot10^{-3}\cdot0,11\cdot10^{-4}}{\frac{45\cdot10^{-3}}{2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot6\cdot254,3\cdot10^{-6}} + \frac{10\cdot10^{-3}}{2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot829\cdot10^{-6}}} =$$

$$= \frac{99,0\cdot10^{-7}}{1,14\cdot10^{-10}+0,57\cdot10^{-10}} = 50254 \text{ Н}.$$

Манифольдтың бөлігінің салмақ күшін (2.24) формуласымен анықтаймыз. Ондағы манифольдтің салмағының моменті:

$$M_{ш1} =2000\cdot2=4000 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Алдыңғы есептің шарты бойынша $Д_б$=135 мм. Сонымен:

$$P_м = \frac{4000\cdot2}{(88+135)\cdot10^{-3}} = 35874 \text{ Н}.$$

Пайдалану күшін (2.20) формуласы бойынша есептейміз:

$$P_{пайд}=99806+50254 +3\cdot35874=257682 \text{ Н}.$$

Есептік күш ретінде есептелген күштердің үлкенін аламыз ($P_{пайд}$ мен $P_{сығ}$).

Ең үлкен жүктеме түсірілетін шпилькаға жұмсалынған күшті (2.25) формуласы бойынша:

$$P_б = 257682/ 6 = 42947 \text{ Н}.$$

Шпильканың кернеуі (2.26):

$$\sigma_б = 42947 / 176{,}6 \cdot 10^{-6} = 243{,}2 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2,$$

мұндағы: $f'_б = 0{,}785(18-3)^2 = 176{,}6$ мм^2.

Анықтамалық кесте бойынша шпильканың материалын таңдаймыз. Ол $\sigma_т$=360 МПа Ст 35 маркалы болат.

Қор коэффициенті

$$\eta = 360 / 243 = 1{,}48$$

мүмкіндік шегінде жатыр.

Шпильканың шақтамалық тарту моментін (2.27) формуласынан көреміз

$$M_{кл} = 0{,}06 \cdot 360 \cdot 10^6 \cdot 18^3 \cdot 10^{-9} = 39 \text{ Н·м}.$$

Тартудың есептік моменті (2.28) формуласымен:

$$M_{кл\,е} = 0{,}06 \cdot 243 \cdot 10^6 \cdot 18^3 \cdot 10^{-9} = 26{,}2 \text{ Н·м}.$$

3-мысал. Фонтанды арматура штуцерінің диаметрін анықтау.

Үлкен газдық факторы бар фонтанды ұңғымалардың ернеулік штуцерінің тесігінің диаметрі Г.Н. Газиевтің эмпириялық формуласы бойынша анықталады:

$$d = 0{,}27\varphi \sqrt{\frac{Q_г \rho_г P_ш}{P_е}}, \qquad (2.29)$$

мұндағы: φ – газдық фактордың көлеміне тәуелді тәжірибелік коэффициент (φ=1,0÷1,2 қабылданады); $Q_г$ – газдың дебиті, м^3/тәу; $\rho_г$ – газдың тығыздығы, кг/м^3; $P_е$ – штуцер алдындағы ұңғыма ернеуіне түсетін қысым, кг*с/см^2 (МПа); $P_ш$ – штуцер қысымы, кгс/см^2(МПа).

Егер газдық фактор шамалы немесе мүлде жоқ болса, онда штуцердің диаметрін сұйықтың саптама арқылы ағып шығу формуласымен анықтайды:

$$Q = \mu f \sqrt{2gH},$$

сонда,

$$d = \sqrt{\frac{Q}{0{,}785\mu\sqrt{2gH}}}, \qquad (2.30)$$

мұндағы: Q – сұйық шығыны; $м^3/с$; μ = 0,7-0,9 – сұйықтың тығыздығына тәуелді шығын коэффициенті; *f* – саптаманың ауданы, $м^2$; g – еркін түсу үдеуі; H –тегеурін, м.су.бағ.

Газдық факторы 90 $м^3/т$ және дебиті 100 т/тәу болатын фонтанды ұңғыма үшін штуцердің диаметрін анықтау керек, егер $\rho_г$ =1,16 $кг/м^3$, ернеуге түсетін қысым 10 МПа, лақтыру тізбегіндегі қысым 2 МПа-ға тең болса.

Шешімі. Анықтаймыз $Q_г$ = 90*100=9000 $м^3$/тәу. (2.29) формуласымен d-ны табамыз:

$$d=0{,}27\cdot 1\frac{\sqrt{9000\cdot 1{,}16\cdot 2}}{10}=12{,}34 \text{ мм.}$$

4-мысал. Өндіретін сұйық дебиті 200 $м^3$/тәу тең болғанда ұңғыма штуцерінің диаметрін табу керек, егер ернеуге түсетін қысым – 3,5 МПа, ал лақтыру тізбегіндегі қысым 1,5 МПа болса.

Шешімі. Сұйықтың секундтық шығымын анықтаймыз:

$$Q=200/86400=2{,}315\cdot 10^{-3} \text{ } м^3/с.$$

Штуцердегі тегеурін шығынын есептейміз:

$$H=(P_е-P_ш)100=(3{,}5-1{,}5)100=200 \text{ м.су.бағ.}$$

Сонда штуцер тесігінің диаметрін (2.30) формуласымен анықтаймыз:

$$d=\sqrt{\frac{2{,}315\cdot 10^{-3}}{0{,}785\cdot 0{,}8\sqrt{2\cdot 9{,}81\cdot 200}}}=7{,}67\cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

2.3. Фонтанды арматураның манифольді

Ұңғымадағы фонтанды арматура – өндірістік коммуникациялар мен манифольдтің көмегімен қабат сұйығын және газды жинауға арналған. Манифольдтің атқаратын қызметі келесідей: агрегаттарды құбырлы және құбыр сыртындағы кеңістіктермен қосылуын қамтамасыз етеді және мынадай элементтерден тұрады: төртжақ, үшжақ және көптеген қосалқы элементтерден тұрады. Жоғарыдебитті газ ұңғымаларында ауырлатылған күрделі манифольдтар қолданылады және олар келесі үлгілерде жасалады:

Үлгі 1. Орташа және шағын шығымды ұңғымаларда бір бұрып алу фонтанды шыршасын пайдаланады.

Үлгі 2. Жоғарғы шығымды ұңғымаларда бір көтеру тізбегі бар құбырымен екі бұрып алу фонтанды шыршасын пайдаланады.

Үлгі 3. Қабат қысымы шағын ұңғымаларда, газды құбыр сыртының аймағы бойынша жинауға арналған, бір тізбек басы бойымен бір құбыр арқылы бұрып алу.

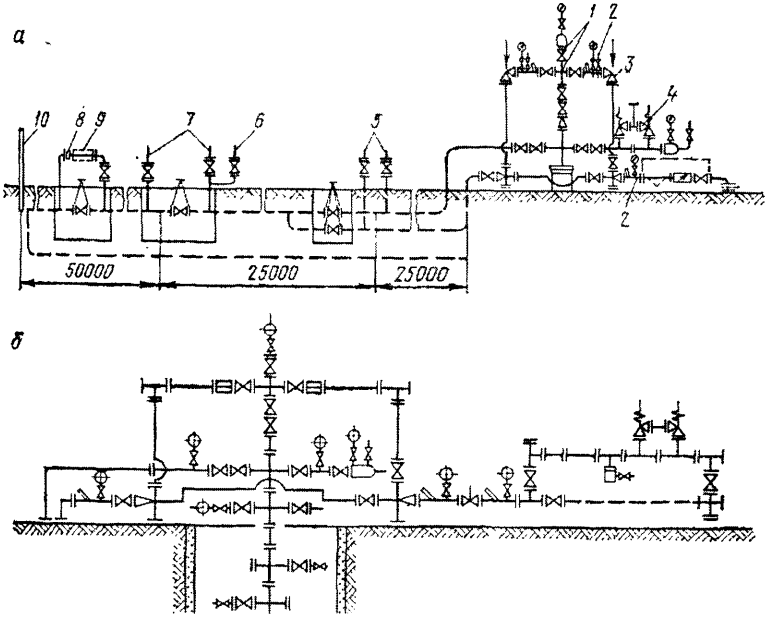
Үлгі 4. Бір бұрып алуы бар екі нысанды газ ұңғымасы үшін бір фонтанды шырша бойынша пайдалану және екі шлейф арқылы бір тізбек басына бұрып алу.

Газды ұңғымалы фонтанды арматура манифольдінің үлгісі 2.12, *а* суретінде көрсетілген, [2].

Катушканың (2) және бұрышты штуцерлі реттегіштердің (3) және (4) артындағы фонтанды арматура (1) екі жұмыс ішегі, сонымен қатар құбыр сыртындағы ішектер манифольдтің көмегімен ысырмамен, төртжақпен, үшжақпен, катушкамен, БӨП (бақылау өлшеу приборлары), сақтандырғыш клапанымен, үрлеп қысу жүйесі (5) агрегатын қосуға арналған балшықты сұйықты жинағышпен (6), сепараторды қосқышпен (7), штуцерлермен (8), (ДИКТа) (9) және факел жүйесін (10) қоса біріктіріп байланыстырады.

Манифольдтің атқаратын қызметі ұңғымаға ингибитор (қышқылдардың әсерін азайтатын зат) беруді, үрлеу - басу жүйесі арқылы ұңғыманы сөндіру, сонымен қатар ұңғыма бойынша құбырдың іші мен сыртын үрлеу; газодинамикалық зерттеулер жүргізу; сағадан алшақ жердегі сорап агрегаттарын қосу, конденсат пен газды жалында қауіпсіз жағу, игеру

кезіндегі балшықты сұйықтар мен басқа да сұйықтарды жинау; сөндіру және жиналып қалған сұйық шығымын жөнелдету сияқты жұмыстарды атқарады.



2.12-сурет. Фонтанды арматураның манифольді:
а-газды ұңғыманың манифольді; б-мұнай ұңғымасының манифольді

Фонтанды арматураның манифольдындағы газды ұңғыманың негізгі жабдықтарының біріне айырғыш клапан жатады. Фонтанды ұңғыманың манифольдының үлгісі 2.12, *б* суретінде көрсетілген. Газлифтті және айдау ұңғымаларының манифольдысы мен арматурасы келесі элементтерден жиналады: бір бөлігі арматурадан, ал қалған бөлігі фонтанды ұңғыма манифольдысынан тұрады.

Фонтанды арматура бірнеше функцияны атқарады. Олардың ең негізгісіне мыналар жатады: СКҚ тізбегінің салмағын ұстап тұру; егер тізбек екі қатарлы болса, онда ол екеуін де көтеріп ұстап тұру; құбыр сыртындағы кеңістікті герметизациялау және бір-бірінен оқшаулау; ұңғыманың

берілген режиміндегі жұмысын қамтамасыз ету және оны реттеу; оның үзіліссіз жұмыс жасауы мен ішкі және сыртқы параметрлерді өлшеу мүмкіндігіне ие болу.

2.4. Ұңғыны газлифттік әдіспен пайдалануға арналған жабдықтар

СКҚ тізбегінің астына қажетті сығылған газдың мөлшерін беру арқылы ұңғының фонтандығын (фонтан етіп атуын) қамтамасыз ету газбен көтеру әдісінің қолданудың басты себебі болып табылады. Осы себептен тұрақты режимге шығарылған қыртыс қабатындағы өнімді газбен көтерудің жұмысы фонтандық әдіске ұқсас болады. Соған байланысты газбен көтерудің сұлбасы да фонтанды көтерудің сұлбасына өте ұқсас болады.

Көтергіш құбырлардағы сұйықтың арасындағы газдың мөлшерін арттырып, оның тығыздығын азайту газбен көтерудің негізгі жұмыс істеу принципі болып табылады. Газдың үздіксіз берілуі кезінде газдалған сұйық ұңғының сағасына дейін көтеріліп сыртқа төгіледі.

Газбен көтеру кезінде құбыр аралық кеңістікте динамикалық деп аталатын жаңа деңгей және оған сәйкес түптік қысым орнатылады.

Газбен көтеру көтергіші (подьемнигі) батыру терендігімен, сұйықтың көтеру деңгейімен және де салыстырмалы батырумен сипатталады.

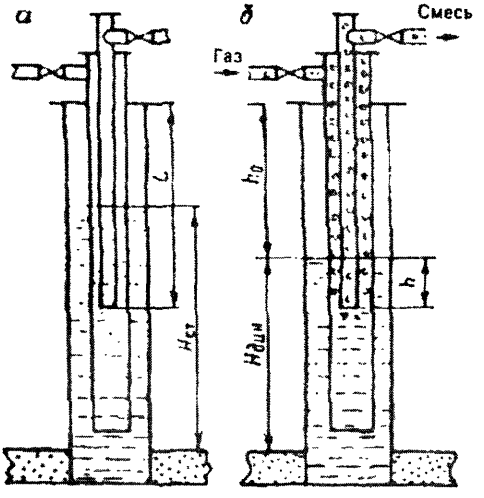
Батыру терендігі – бұл ұңғының жұмыс істеу кезіндегі көтергіштің башмағындағы (башмақ – мұнай шығатын құбырдың түрі) қысымға сәйкес келетін газсыздандырылған сұйық бағанасының биіктігі – h.

Көтеру биіктігі – жұмыс кезіндегі сұйық деңгейінен ұңғылық сағаға дейінгі қашықтық - h_g.

Салыстырмалы батырылу - бұл бату терендігі h-тың көтергіштің жалпы ұзындығына қатынасы.

Сығылған газдың ұңғыға газлифттік беру әдісінің фонтандық әдістен айырмашылығы – ол сығылған газдың көзінен басқа, оны ұңғының сағасына жеткізу жүйесінің, ұңғы сағасы мен ұңғының өзіне газ беруге қажетті арнайы

жабдықтардың болуын талап етеді. Бұдан басқа өндірілген газды сығылған газға айналдыру және оны қайта ұңғыға айдау үшін өндірілген газды-сұйықты қоспадан газды бөліп алу керек, ол үшін оны арнайы дайындықтан өткізеді. Фонтандық көтергіш сияқты газлифтті көтергіш те СКҚ бағанасынан тұрады және бағананың диаметрі арнайы әдістеме бойынша есептеледі. Газлифтті және фонтандық көтергіштердің СКҚ-ларына әсер ететін күштер бірдей болғандықтан, олардың беріктік есептеулері де бірдей болады.



2.13-сурет. Өнімді газбен көтеру көтергіші:
а) пайдалануға дейін; б) пайдалану кезінде

Кәсіпшілік тәжірибеде салыстырмалы батыруды анықтағанда жұмыстық қысымды ескепке алады, яғни газдың айдау қысымын ескеру керек. Сонымен бірге, жұмыстық қысымды ескеріп салыстырмалы батыруды анықтайды.

Сұйықты сығылған газбен көтеру үшін әртүрлі жүйелі көтергіштер қолданылады. Олар ұңғыға түсірілетін құбыр бағаналарының санымен, өзара орналасуымен, жұмыстық агенттің және газ-мұнайлы қоспаның қозғалысымен ажыратылады. Түсірілген құбыр бағаналарының саны

бірқатарлы және екіқатарлы болады. Жұмыстық агентінің қозғалысына қарай сақиналы және орталық жүйе болып екі түрге бөлінеді.

Сақиналы жүйе. Екі қатарлы көтегіштерде ұңғыға екі концентрикалы орналасқан құбыр қатарлары түсіріледі. Жұмыстық агентті екі тізбек арасындағы сақинааралыққа кеңістікке айдайды, ал сұйық ішкі құбырлар арқылы көтеріледі. Осы себептен сыртқы құбырларды **айдаушы**, ал ішкі құбырларды – **көтергіш** деп атайды. Сонымен бірге, сыртқы құбырлардың қатарларын бірінші қатар, ал ішкілерін екінші қатар деп атайды.

Бірқатарлы көтергіштерде құбырлардың бір қатары түсіріледі де, осы қатар көтергіш тізбек болып табылады, ал айдаушы ретінде шегендеуші құбырлар тізбегін пайдаланады.

Жұмыстық агент шегендеуші құбырлар тізбегімен көтергіш құбырлар арасындағы сақиналы аралыққа айдалады. Осы кезде сұйықтың деңгейі көтергіш құбырлардың башмағының деңгейінде болады.

Практикада екі қатарлы сақиналық жүйелі сатылы айдаушы тізбегі бар көтергіштер кездеседі: оның төменгі бөлігі – шағын диаметрлі, жоғарғысы үлкен диаметрлі болып келеді. Қарапайым екі қатарлы көтергішке қарағанда мұндай көтергіш арзанға түседі. Оның басты артықшылықтары – бірінші қатар құбырларының салмағының кемуі және түпкі забойдан құмның шығарылуының жақсаруы. Кемшіліктеріне көтергіш құбырларының батырылуын көбейтуге болмайтынын жатқызуға болады.

Орталық жүйе. Жұмысшы агент орталық құбырлар тізбегі арқылы айдалады, ал газ-мұнайлы қоспа сақинааралық кеңістік арқылы көтеріледі. Орталық жүйе негізінен бірқатарлы көтергіштерде қолданылады. Жүйенің басты артықшылықтары: іске қосу қысымының төмендігі және ұңғының габариттері ең тиімді түрде қолданылады. Кемшіліктері: егер сұйықта құм бар болса, онда құбырдың шығынқы муфталары ұшталып, құбырлар тізбегі үзілуі мүмкін; мұнайда парафин немесе тұздардың үлкен мөлшері шоғырланса, онда олар тізбектің қабырғаларына жабысып оның диаметрін азайтады. Сондықтан көп жағдайда сақиналық жүйелі көтергіштер қолданылады.

Жұмыстық қысымның және сұйықтың аз мөлшерде толқысуы, екіқатарлы көтергіштердің артықшылы болып табылады. Мұның себебі, біркатарлы сақиналық жүйелі көтергішке қарағанда бұл көтергіште сақиналы ауа аралығының көлемі аз болады. Біркатарлы құбырлармен пайдалану тізбегінің арасындағы сұйық бағанасы екі қатарлы көтергіштің жақсы жұмыс істеуіне мүмкіндік береді. Біркатарлы көтергіштің жұмысы кезінде пайда болатын толқысулар мен соққылар қабаттың бұзылуына және ұңғы түбінде немесе көтергіш құбырларында құм тығындарының пайда болуына әкеледі. Біркатарлы көтергіште көтергіш құбырлар сүзгіге дейін түсірілмесе құмның шығарылуы күрт нашарлайды.

Егер біркатарлы көтергіштерді қолдану кезінде түбінің алдындағы аймақпен ұңғының сақинааралықты кеңістікті бөлетін жұмыстық газлифті клапандары қолданылса, онда жоғарыда айтылған барлық кемшіліктерді еске алмауға болады.

Ұңғыларды біркатарлы көтергіштермен жабдықтағанда ұңғының шығымына (дебит) байланысты көтергіш құбырларының диаметрлері мынадай мәндерге ие болуы дұрыс болады:

Шығым, т/тәу	20...50	50...70	70...250	250...350	350
Диаметрлер, мм	48	60	73	89	114

Мұнай кәсіпшілігінде келесі конструкциялы көтергіштер қолданылады:

а) біркатарлы біртұтас;

ә) бірақатарлы сатылы және комбинацияланған.

Газлифтті әдіспен қолданатын ұңғыларды келесі категорияларға бөледі:

1. Өнімділік коэффициенті К жоғары және түптік қысымы $p_{заб}$ бар;

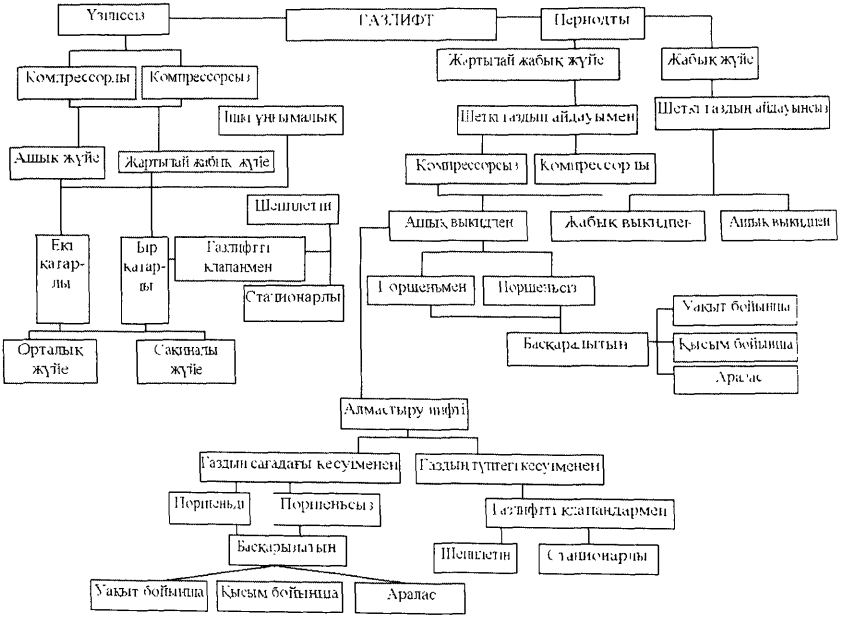
2. Өнімділік коэффициенті К төмен және жоғары түптік қысыммен $p_{заб}$;

3. Өнімділік коэффициенті К жоғары және төмен түптік қысыммен $p_{заб}$;

4. Өнімділік коэффициенті К төмен және төмен түптік қысыммен $p_{заб}$.

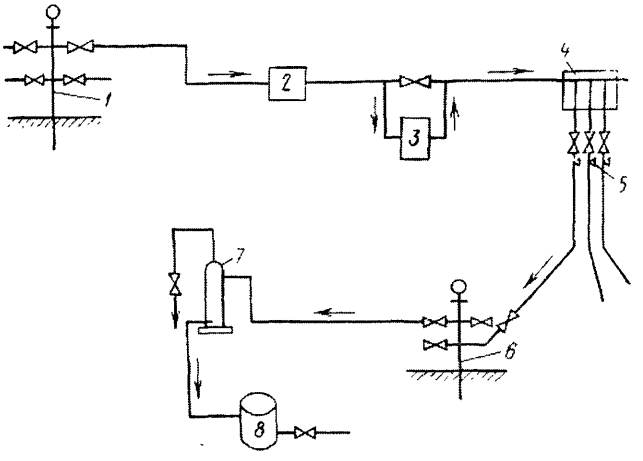
Ұңғының келесі сипаттамалары оның басқа сипаттамаларымен (сұйықтың қасиеттері, пайдаланатын тізбектің күйі, ұңғының өнімінде парафиннің, құмның болуы және т.б.) қоса газлифтті қондырғының таңдауында негізгі рөл атқарады.

2.5. Газлифтті қондырғылардың классификациясы



2.14-сурет. Газлифтті қондырғылардың классификациясы

Газлифтті әдіспен өндіру негізінен үздіксіз және периодты болып бөлінеді (2.14-сурет). Жұмыстық агенттің ұңғыға берілуі бойынша газлифт компрессорлы және компрессорсыз болып бөлінеді. Жоғары қысымды газдың көзі ретінде жоғары қысымды газ мұнай өндіретін ұңғыдағы қабаттан алынатын болса, онда газлифт ішкіұңғылы компрессорсыз болып табылады (2.15-сурет) [1].



2.15-сурет. Компрессорсыз лифт кезіндегі кондырғының сұлбасы

Ұңғыдағы (1) газ үлкен қысымда (15-20 МПа) тазарту орнына (құрғату) (2) жеткізіледі де, сонан соң ол гидроциклонды сепаратор және конденсат жинағыш арқылы өтеді. Тазарту пунктінен кейін газ жалынсыз қыздырғыштарға (3) түседі де, ары қарай газ үлестіргіш батареяға (4) беріледі. Газ 80-90 ^{0}С градусқа дейін қыздырылады. Газды қыздыру – тасымалдау және редуциялау кезіндегі гидрат құрылуынан сақтайтын өте тиімді әдіс. Батареядан кейін газ реттеуші штуцер (5) арқылы пайдаланушы мұнай ұңғыларына (6) бағытталады. Сұйық көтерілген соң газ газайырғышка (7) түсіп тазаланып, сонан соң отын желілеріне және газ - бензин зауыттарына бағытталады. Газайырғаштардан алынған сұйықты ыдыска (8) жібереді.

Мұнайды компрессорлы әдіспен өндірген кезде қондырғының жалпы үлгісі 2.16-суретте көрсетілген (пунктирмен компрессорлы станцияның қондырғысы көрсетілген).

Газ құбыры (3) арқылы түсетін газ компрессор станциясындағы газ дайындайтын торабқа (4) келіп түседі, бұл жерде газ механикалық қоспалардан, ылғалдан тазартылып қажетті бастапқы қысымды алады. Одан кейін газдың бір бөлігі

қысым реттеушіден (5) компрессор қозғалтқышына түседі (әдетте, 8 ГК немесе 10 ГК). Газдың негізгі бөлігі компрессордың (6) бірінші сатысының цилиндріне барады. Бірінші сатыда сығылған газ майбөлгіштерге (7) және тоңазытқыштарға (8) түседі, ол жерден ылғалды бөліп алуға арналған сепаратор (9) арқылы екінші сатыдағы сығу цилиндріне түседі. Бұдан кейін газ тағы да бірінші сатыдағыдай өңдеуден өтеді. Бөлінген ылғал конденсатқа арналған ыдыска (10) түседі де, ары қарай сораптық бөлмеге (11) түседі. Екінші сатыда сығылғаннан кейін тазартылған газ компрессор станциясының (12) үлестіру аймағына түседі, ол жерде оның қысымы мен мөлшері тіркеледі. Компрессор станциясының аумағында суды салқындату жүйесі болады (13) (әдетте бұл градирня). Газды және қозалтқышты суыту үшін су өте көп мөлшерде қолданылады. Одан басқа компрессор үлкен май қорын қажет етеді (2), бұл жерде компрессорды майлап жағуға жұмсалынатын май сақталып тазартылады. Қуаты үлкен компрессорларды іске қосу үшін алдын ала сығылған ауа керек, ол қосалқы компрессорлардан (1) келеді. Компрессордан кейін газ кәсіпшілік торапқа түседі, ары қарай қажеттіліктерге байланысты қыздырғыштардан (14), ылғалбөлгіштерден (15), газүлестіруші батареядан өтіп пайдалану ұңғыларына (17) жіберіледі [1].

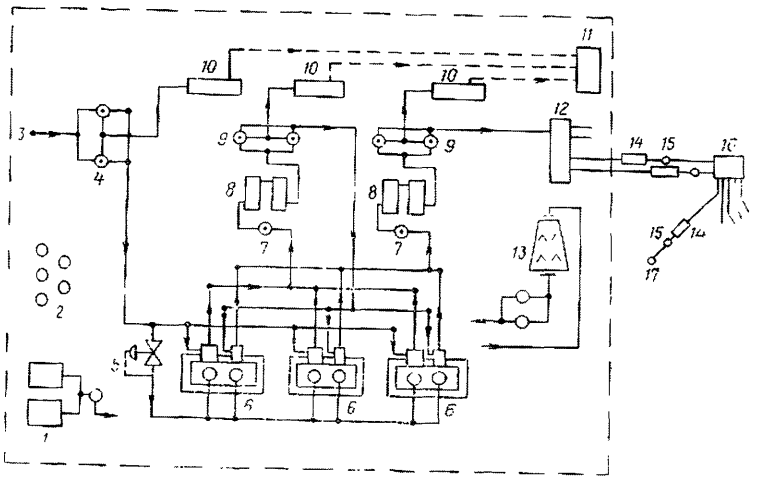
Газлифтті қондырғылардың негізгі екі түрі болады – ашық және жартылай жабық типті.

Ашық типті ұңғыларды қолданған кезде СКҚ тізбегі ұңғыға пакерсіз түсіріледі. Ашық типті газлифтті қондырғы негізінен үздіксіз газлифт кезінде қолдануға арналған.

Бұл типті қондырғылардың кемшіліктері:

- құбыр сыртындағы кеңістікте сұйықтың деңгейінің тербелуі. Бұл кезде газ енгізетін нүктеден төмен орнатылған клапандардың, ал кей кездерде тіпті жұмыстық клапандардың да тозуы байқалады.

- ұңғылардың жұмысын тоқтату кезінде құбыр сыртындағы кеңістікте қалыпқа келген сұйық бағанын сығып, төмен түсіру қажеттігі, бұл да клапандардың тозуына әкеледі.



2.16-сурет. Ұңғыларға газды дайындаудың және берілуінің үлгісі

Жартылай жабық газлифт қондырғысы ашық типті қондырғыдан тек пакердің орнатылуымен ерекшеленеді, себебі бұл пакер құбыраралық кеңістікке ұңғы жұмысқа кіріскен соң қабат сұйығының өтпсуін қамтамасыз етеді.

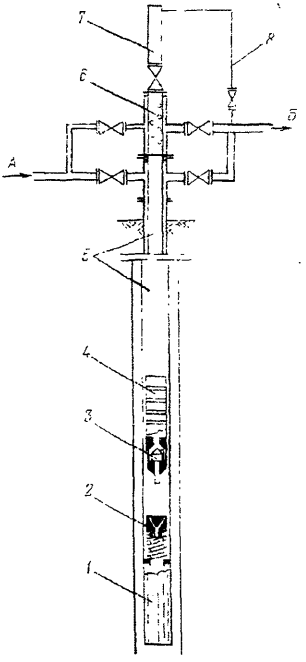
Сұйықтың динамикалық деңгейі төмен терең жоғары шығымды ұңғыларды қолданған кезде газлифтті және сораптық мұнай өндіру әдістерін комбинациялаған дұрыс. Газлифт сорап үстіндегі қысымның азаюына және де қондырғының өнімділігінің өсуіне мүмкіндік береді. Жұмыс істеу технологиясы келесідей: белгіленген терендікке орнатылған пакері бар батырмалы электрлі ортадан тепкіш сорап ұңғыға түсіріледі. Пакер құбыр сыртындағы кеңістіктің жоғары және төменгі бөліктерін ажыратады. Пакердің үстіне жұмыстық муфта немесе газлифтті клапандар орнатылады. Батырмалы ортадан тепкіш сорап және сақиналық жүйелі газлифттің көмегімен ұңғы іске қосылады.

2.6. Периодты газлифттің принципиальды үлгісі

Периодты жұмыс істейтін газлифт мұнайды фонтанды немесе компрессорлы өндіру кездерінде қолданылады. Сонымен бірге, фонтанды және компрессорлы өндіру кезінде плунжерлі

және гидропакерлі лифт, ал тек қана компрессорлы өндіруде – орнын басу лифті қолданылады.

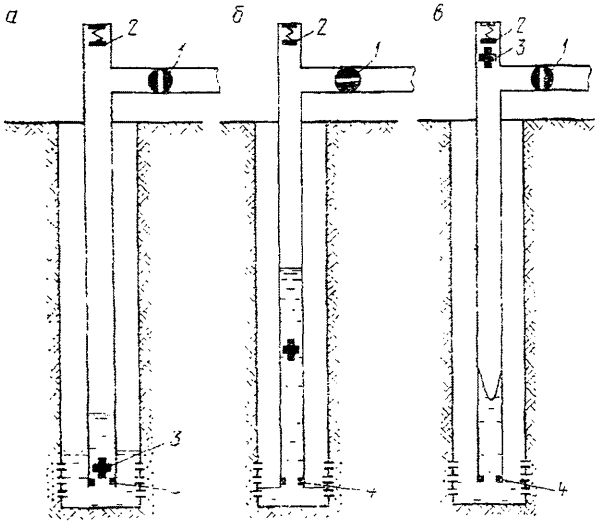
2.17-суретте ұңғыны плунжерлі лифтпен жабдықтау сұлбасы көрсетілген. Мұнда плунжер ұңғыға клапан ашық кезде түсіріледі. Сұйық плунжердің ішкі қуысы арқылы өтеді. Плунжер төменгі амортизаторға соғылған кезде клапан көтеріліп, ершікке отырады да, өзінің өткізу қуысын жабады. Плунжердің астында газ жиналып, оның энергиясы плунжердің астындағы сұйықты көтеру деңгейіне жетеді. Сонан соң плунжер мен сұйық жоғары көтеріліп, сұйық магистральға жіберіледі де, плунжер буферлі камераға келіп түседі. Мұнда қысым теңгеріліп, плунжер өз салмағымен төменге түседі [1].



2.17-сурет. Ұңғыны плунжерлі лифтпен жабдықтау сұлбасы
1-қабылдау сүзгісі; 2-астыңғы амортизатор; 3-плунжердің клапаны; 4-плунжер; 5-СКҚ; 6-мұнайды лақтыру камерасы; 7-буферлі камера; 8-айналып өту сызығы; А-газ құбыры; Б-ұңғының өнімін алып кету.

Егер қабаттағы газ қысымы плунжердің жұмыс жасауына жетіспесе, онда ол тоқтап қалуы мүмкін. Мұндай кезде сығылған газды компрессордың көмегімен береді, ал қондырғыны гидропакерлі лифт деп атайды.

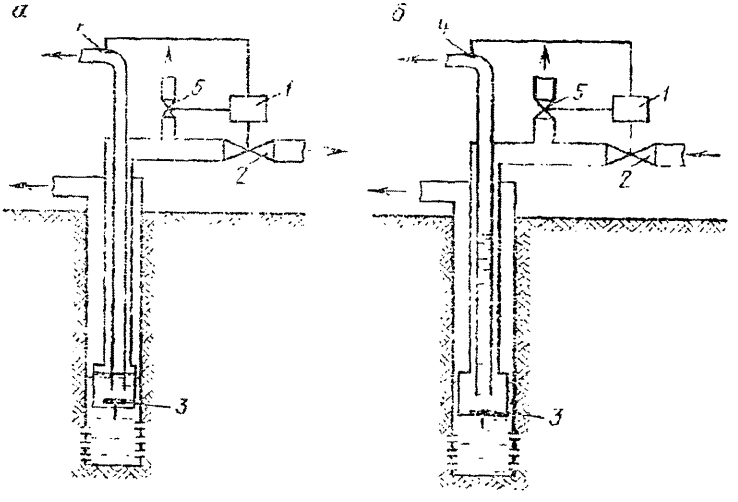
Гидропакерлі лифтінің жұмыс циклі 2.18-суретте көрсетілген. Лақтыру клапаны (1) жабық кезде түп амортизаторының (4) маңында орналасқан плунжердің (3) асты мен үстінде сұйық жиналады (*а*-жағдайы). Құбыраралық кеңістікте қысым жоғарылаған кезде клапан (1) автоматты түрде ашылады да (*б*-жағдайы), құбырдағы қысым азайып, сұйық құбыраралық кеңістіктен құбырға құйылады. Онан соң құбырға газ келе бастайды да оның қысымымен плунжерді сұйықпен бірге жоғары көтереді. Жоғары көтерілген сұйық манифольдқа беріліп, ал плунжер жоғарыдағы амортизаторға (2) соғылады да, лақтыру клапанын (1) жабуға дабыл береді (*в*-жағдайы). Плунжердің асты мен үстіндегі қысымдар теңгеріліп, ол ұңғы түбіне қайта құлайды да цикл қайталанады.



2.18-сурет. Гидропакерлі лифт қондырғысының жұмыс істеу циклі

Гидропакерлі лифт тәулігіне 1-20 т сұйықты жоғары көтеруге есептелген. Егер өнімділік шағын болса (3-4 т/тәу), онда құбырлар тізбегінің диаметрі 60 мм болады, ал жоғары өнімділікте – 73 мм шамасында болады. Плунжердің диаметрі құбырдың ішкі диаметріне байланысты таңдап алынады.

2.19-суретте қабылдау клапаны СКҚ-ға түсірілген орнын басу лифтісінің сұлбасы келтірілген. Камераға (3) ұңғыдан сүзгі арқылы қабылдау клапанына сұйық келіп түседі (*а*-жағдай). Камера толған соң газ жолынан (2) сығылған газ құбыраралық кеңістікке беріледі (*б*-жағдай) [1].



2.19-сурет. Газды жоғары беттс айырғыш орнын басу лифттің сұлбасы

Ары қарай газ сұйықты ішкі құбырға айдап кіргізіп, жоғары көтерсді де, газ сепараторына жіберсді.

Одан соң, камераға газ беру (1) және (4) бергіштердің көмегімен тоқтатылады, ал ондағы қалып қойған газ вентиль (5) арқылы газ сепараторына жіберіледі. Камера қайтардан сұйыққа толып, цикл қайталанады. Режимді басқару үстіңгі беттсн де немесе ұңғы түбінде дистанциялы басқарылады.

Көтеру құбырларының башмағында кері клапанмсн қоса пакердің орнатылуы жабық жүйені жасайды және ол газдың периодты айдауы кезінде сұйықтың қайтадан қабатқа ағып кетпеуін қамтамасыз етеді. Көтеру құбырларының башмағында кері клапанды орнату әдісі барлық периодты газлифтті қондырғыларда қолдануға ұсынылады.

Периодты газлифт кезінде белгіленген уақытқа тоқтатылған ұңғыда сұйықтың цикликалық бастырылуы болады, бұл көтеру құбырларында қажетті сұйық бағанасының жиналуы үшін қажет.

Ұңғыларды қоздыру үшін қолданылатын карапайым бастырылуға қарағанда, цикликалық бастырылу пайдаланатын қабаттар кейбір депрессияда жүзеге асырылады. Сұйық құбырлар тізбегінің салыстырмалы батырылуы жасанды жоғарылатылған кезде шығарылып тасталады.

Құбырлар тізбегінің салыстырмалы батырылуы жасанды жоғарлатылған кезде сұйықтың динамикалық деңгейі көтеріледі, бұл түптік қысымның жоғарлауына және депрессияның төмендеуіне әкеледі.

Периодтық газлифттің кез - келген типінің дұрыс жұмыс істеуі үшін көтеру құбырларына газдың үлкен жылдамдықта түсуін қамтамасыз ету керек, әсіресе бұл сұйықтың бастапқы периодтағы шығарып тасталуы кезінде орын алады.

Бұл тек қана сұйық бағанасын құбыраралық кеңістікте жиналған сығылған газдың көмегімен лақтырып шығару кезінде орындалуы мүмкін.

Периодты газлифтті қондырғылар негізінен үш тәуелсіз топқа бөлінеді:

1) құбыр сыртындағы кеңістікке өзгс газ жіберілмегенде;

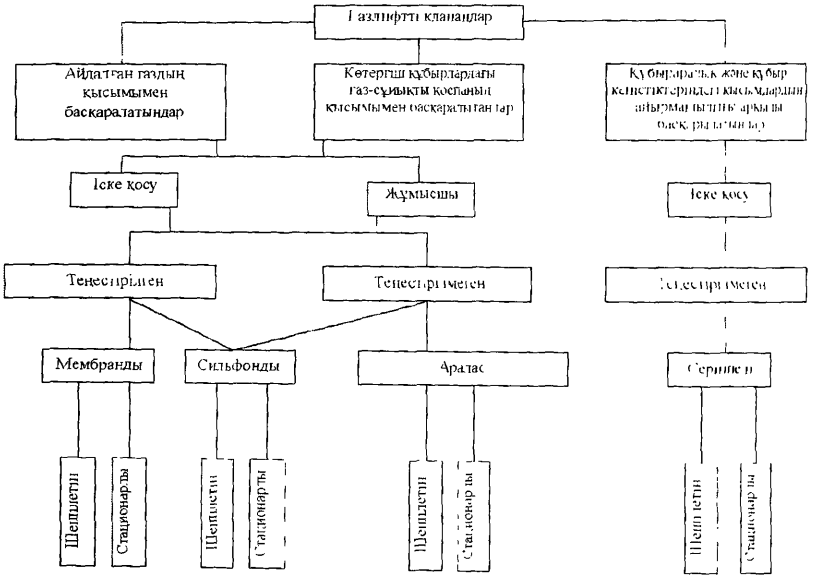
2) құбыр сыртындағы кеңістікке өзге газ жіберілгенде;

3) ауыстыру камералы және ауыстыру лифтілі.

Газлифтті ұңғылардың үзіліссіз және де периодты жұмыс істсу режимін оңтайландыру үшін жұмыстық клапандар қолданылады. Қазіргі кезде газлифтті клапандардың ондаған конструктивті нұсқаулары белгілі. Олардың бәріне аз мөлшердегі көлденең өлшемдері ортақ болады. Көпшілік жағдайда клапандар дифференциалды әрекетті болады.

Олардың ішіндегі сезімді элемент ретінде сильфон немесе сеніппе, сирек жағдайларда олардың комбинациялары қолданылады. Клапан тұрқысы СҚК-ның сыртында орналасады, бұл жағдай көтергіш арқылы сұйық ағынының еркін өтуі үшін керек.

Газлифтті клапандар дегеніміз – көтеру құбырларының тізбегінің ішкі қабаты мен ұңғыға айдалатын газбен толтырылған құбыр сыртындағы кеңістікпен автоматты түрде байланыс орнату немесе одан ажырату үшін арналған қондырғыларды айтамыз.



2.20-сурет. Газлифтті клапандардың классификациясы

Барлық белгілі газлифтті клапандарды келесі түрде классификациялуға болады:

- қызметі бойынша – іске қосатын және жұмыстық;
- басқару принципі бойынша – айдалатын газдың қысымымен басқарылатындар;
- көтергіш құбырларда сұйық-газды қоспаның қысымымен басқаралатындар және де құбырмен құбыр сыртындағы қысыммен түсіріп-көтерілу арқылы басқарылу;
- тізбекте көтергіш құбырлардың орналасуына байланысты – эксцентрлі және орталықта орналасқан;
- клапанның сезімтал элементінің типіне байланысты – сильфонды, серпімді, мембранды және комбинацияланған;
- қондыру тәсілі бойынша – стационарлы және шешімді.

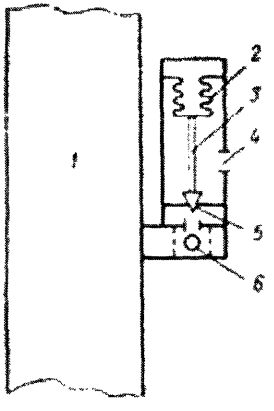
Клапандарға қажетті маңызды талаптар мынадай: олардың сипаттамаларының тұрақтылығы және ұзақ уақыт бойы пайдалану кезіндегі беріктілігін сақтау. Газлифтті клапандар

габаритінің шағын болуы және де қоршаған ортаның агрессивттілігі бұл клапандардың жасалу мәселесін шамадан тыс қиындатады. Клапандардың конструктивтік және технологиялық қасиеттерінің ерекшеліктеріне қарамастан клапандардың істен шығуы салыстырмалы түрде жиі болып келеді. Қарапайым конструкциялы клапанды ауыстыру үшін СКҚ тізбегі жоғары көтеріліп қайтадан түсірілуі қажет, бұл өте қиын және көп жұмыс пен уақытты талап етеді, әрі операция қымбатқа түседі және ұңғының жұмысын тоқтатуды қажет етеді.

Бұл қиындықты жеңу үшін клапандардың жаңа конструкциясы ұсынылды. Онда СКҚ тізбегінің көтерілуінсіз арнайы сыммен лебедка арқылы клапандарды ауыстыру үшін СКҚ ішінде көтеріп-түсіретін арнайы қондырғы жасалынды. Осымен бірге клапандарды отырғызылған ұядан шешу мүмкіндігі немесе осы ұяға СКҚ тізбегінің осінен салыстырмалы түрде эксцентрикалық ауытқып кеткен құрылғыларды клапандық камераға орналастырылуы қамтамасыз етіледі.

Клапанды автоматты басқару СКҚ-да құбыр сырты мен газды құбыр арасынан СКҚ-ға жсткізетін камера арасындағы қысымның көтеріп-түсуі арқылы жүзеге асырылады. Клапандарда оларды басқаратын тиекті құрылғылар және жүйе болады. Тиекті құрылғы ретінде тарелкалы немесе конусты клапан, ал кейде формасы шарикті болуы мүмкін. Басқару жүйесінің сильфонды, серпімді немесе осы екі түрі араласқан жетегі болады. Басқару жүйесі жоғары жақта клапанның ұңғыда анықталған жұмыс режиміне орайластырып түзетіледі. Түзету кезінде СКҚ-ға орнатылған клапандар аралығы, көтерілетін сұйықтың қасиеттері, ұңғының ішіндегі температура мәні (осы температураға сильфонды толтыратын газдың сығылу күші тәуелді) ескерілді.

Ең қарапайым түрдегі сильфонды клапанның үлгісі 2.21-суретте көрсетілген. Клапан көтергіш құбырға (1) бекітіледі. Сильфонда (2) газ анықтамалы жоғарлатылған қысымда болады. Сильфон мен клапан арасындағы камера құбыр сыртындағы кеңістікпен арнайы тесік (4) арқылы байланысады. Сильфон клапанмен (5) шток (3) арқылы қосылған. Құбыр сыртындағы сұйық клапанға сорылып және соған сәйкес газ қысымының өсуі кезінде сильфон ішіндегі газ сығылып клапанды ашады.



2.21-сурет. Іске қоскыш сильфонды клапанның үлгісі

Газ СКҚ-ға ашылған клапан арқылы жеткізіледі және сұйықты келесі төменгі клапанға дейін сығады [1].

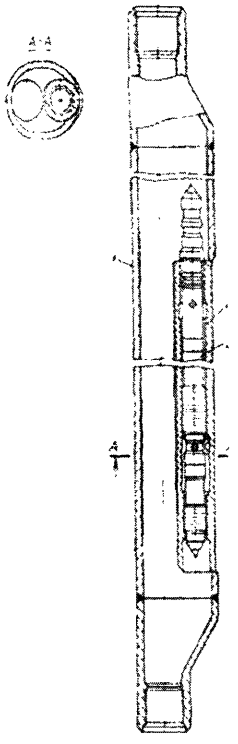
Газ деңгейі төменгі клапанға жеткенде, бұл клапан газдың СКҚ -ға кіру үшін ашылады, ал жоғарғы клапанда құбыраралық қысым төмендеп, сильфон қайта калпына келіп, бастапқы клапанды жабады. Газ ағынының СКҚ -дан қайтып шығып кетпеуі үшін арналған қосалқы клапан (6) бар.

Сильфонды клапандар СКҚ-ның сыртына орнатылуы мүмкін. Бұл үшін СКҚ-нің келте құбырына (патрубок) клапан орнатылатын сршіктер (седло) дәнекерленеді. Бірақ бұл жағдайда клапан ауыстыру үшін СКҚ тізбегін көтеру керек.

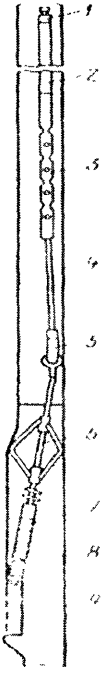
Бұл ынғайсыздық клапандарды орнатудың жаңа әдісімен жойылады (2.22-сурет). Мұнда клапан (3) СКҚ тізбегінің ішіне түсіріліп, ұңғының газлифтті камерасына (1), ал одан кейін оның орнату ұясына (2) дейін жеткізіліп, сол жерде орнатылады. Клапандар сыммен немесе арнайы орнатқыш құрылғысы бар штангілермен түсіріледі (2.23-сурет).

Мұндай СКҚ-ның ішкі қуысына түсірілетін клапандарды СКҚ тізбегін көтермей, арнайы шешіп алғыштар арқылы көтеруге болады.

Арнайы қолданылатын құрылғыларға мыналар жатады: газлифтті клапанды ауыстырып немесе алып тастау керек болғанда, ұңғылық камерада орнатылған саңылаусыз тығындар; клапандарды немесе саңылаусыз тығындарды камерада бекітуге арналған фиксаторлар; СКҚ -да құралдың ары қарай жылжуын қамтамасыз ететін жүк штангалары; құралды шешу кезіндегі қажетті соғуға арналған (гидравликалық немесе механикалық) яссы және т.б. құралдар мен құрылғылар бар.



2.22-сурет. К типті ұңғылық газлифтті камераның үлгісі



2.23-сурет. Газлифтті клапанның камераға орнату үлгісі:
1-құралдың сыммен қосылуы;
2-жүкті штанга; 3-яссы; 4-СКҚ;
5-топса; 6-ауытқыш;
7-орнатқыш құрал мен клапан бекіткіш; 8-газлифтті клапан;
9-ұңғылық камера.

Газлифтті қондырғыны есептеу кезінде келесі параметрлердің анықталуы көзделген:

- берілген сұйық мөлшерін көтеріп алуға арналған сорапты-компрессорлы құбырлардың диаметрі;
- газдың меншікті шығыны мен газдың кіру нүктесінің (жұмыстық клапанның) терендігі;

- іске қосу клапандардың саны және оларды орнату терендігі.

Газлифтті көтергіштің параметрлерін есептеу кезінде келесі мәліметтер қолданылады: газдың меншікті шығынына байланысты ұңғының тереңдігі бойынша қысымның таралуы; көтергіш құбырлардың диаметрі; сұйық шығымы (дебит); суланану дәрежесі; мұнайдың тұтқырлығы мен тығыздығы және т.б.

Сильфонды клапаннан басқа серпімді басқару жүйесі бар У1М, КПА-2 және КПГ типті клапандар қолданылады. Сильфонды клапандардың жұмыстық диаметрлері 20, 25 және 38 мм-ге тең етіп шығарылады. Клапанның жұмыстық қысымы 21 МПа-ға дейін барады [1].

2.7. Газлифтті көтергіштің диаметрін анықтау

Бұл есеп келесі түрде болады. Сұйықтың шығымына, суланауына, ұңғының тереңдігіне, қабат қысымына, өнімділік коэффициентіне немесе түптік қысымға, газдық факторға, сағалық қысымға, газбен мұнайдың қасиеттеріне назар аударып, газлифтті көтергіштің оптимальды диаметрін таңдап алу керек.

Жұмыстық клапанның орнатылуының тереңдігін есептеуді практикалық жұмыстарда қарастырамыз.

Лифттегі сұйықтың қысымымен жұмыс істейтін клапандармен жабдықталған газлифтті қондырғының есептеуін қарастырайық.

Қондырғы графикалық түрде қысым-тереңдік координаталарында есептеледі (2.24-сурет).

1.Айдалған газдың қысымымен жұмыс істейтін клапандармен жабдықталған газлифтті қондырғының есептеуіндегі сияқты, жұмыстық клапандардың орнату тереңдігін анықтау үшін түптік қысым нүктесінен бастап, лифттегі газ-сұйық қоспа қысымының таралуының қисық сызығын тұрғызады (2.24-суреттегі (1) – қисық сызық).

2. Дегаздалған сұйықтың лифттегі қысымның таралуының қисық сызығын салады (2 - қисық сызығы).

3. Құбыраралық кеңістікте газ қысымының таралуының қисық сызығын салады (3- қисық сызығы).

4. Сұйықтың минимальды градиентінің қисық сызығын салады (4- қисық сызығы).

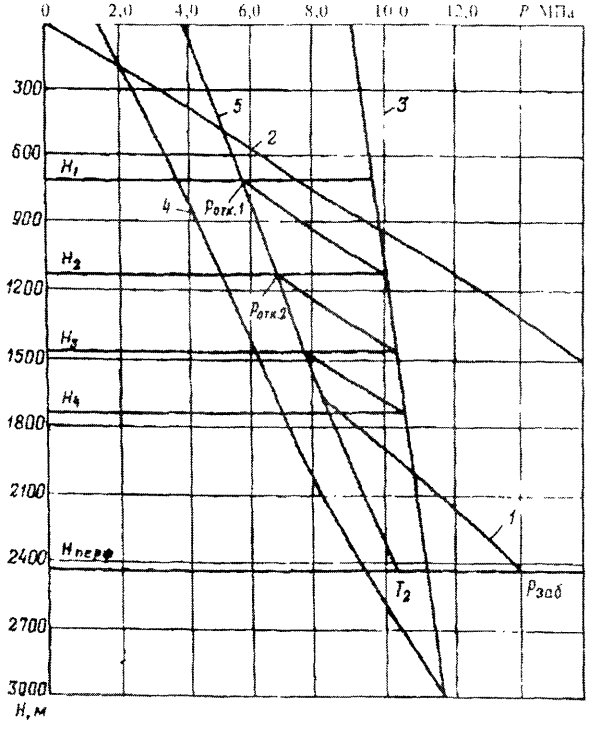
5. Ашатын қысымдардың қисық сызығын салады (5- сызық):

а) ашатын қысымдардың қисық сызығының жоғарғы нүктесін анықтайды (T_1), бөттегі ашатын қысым сұйықтың сағалық қысымының ($p_ч$) айдауды іске қосу қысымының ($p_н$) 1/4 бөлігінің қосындысына тең;

ə) Газдың айдау қысымының сызығымен сұйықтың минимальды градиенті қисық сызығының арасында ($H_{перф}$) тереңдікте жүргізілген сызықтың ортасында ашатын қысымдардың қисығының төменгі нүктесін анықтайды (T_1).

б) Табылған нүктелерді түзу сызықпен қосады (5- сызық).

Ашатын қысымдар сызығының (5-сызық) 1-қисық сызығымен қиылысу нүктесі жұмыстық клапанның орнату тереңдігі болып табылады.



2.24-сурет. Қабаттың сипаттамалары белгісіз болғанда клапандардың орналастыруын есептеу

6. Газлифтті қондырғының (H_1) есептеуінде қолданылатын формула арқылы жоғарғы клапанның орнату терендігін анықтаймыз.

7. Жоғарғы клапанның орналасуының тереңдік сызығын жүргіземіз. Осы сызықтың ашатын қысымдар сызығымен қиылысу нүктесі жоғары клапанның ашу қысымының нүктесі болып табылады ($p_{отк1}$).

8. Осы нүктеден дегаздалған сұйықтың қысымының немесе сұйықтың бастыру (задавочный) қысымының сызығына параллель сызық жүргізіледі. Жүргізілген сызықтың құбыр сыртындағы кеңістігіндегі газдың қысымының сызығымен қиылысқан нүктесі екінші клапанның орнату терендігін береді. Қалған клапандардың орнату тереңдігі дәл осы әдіспен табылады.

Кей жағдайларда кәсіпшілікте клапандардың орналастыруының қарапайым есептелуі қолданады.

Қондырғылардың газлифтті клапандарын есептеу үшін бастапқы мәліметтер ретінде ұңғыларды зерттеген кезде анықталған немесе ұқсас ұңғылардың статикалық және динамикалық сипаттамалары қолданады.

Бұл сипаттамаларға мыналар жатады: сұйықтың жобаланған шығымы; ұңғының тереңдігі; сұйықтың статикалық және динамикалық деңгейі; статикалық және динамикалық түптік қысым; сағадағы қысым; айдалатын газдың қысымы; өнімнің және газдың сағадағы және түптегі температуралары; газдық фактор және өнімнің сулануы; геотермиялық градиент және өнімнің температуралық градиенті, т.б.

Әдетте, көтеру құбырлар тізбегінің диаметрі берілген болады, немесе ол шығымға (дебит) және СКҚ-ның беріктік қасиеттеріне қарай анықталады. Жоғарғы іске қосу клапанның тереңдігі басқарушы қысымға тәуелсіз мына формуламен анықталады:

$$l_1=L_{СТ}+100\ (p_{пуск}-p_у)/(\gamma_ж(1+F_{затр}/F_{трубн}). \qquad (2.19)$$

мұндағы: $L_{СТ}$ – ұңғыдағы сұйықтың статикалық деңгейі, м; $p_{пуск}$ – ұңғының іске қосылуы кезіндегі айдалған газдың максималды қысымы, МПа; $p_у$ – ұңғының тұрақталған жұмыс

режимі кезінде сағадағы қысым, МПа; $F_{затр}$, $F_{труб}$ – сақиналы (құбыраралық) кеңістіктің және көтеру құбырларының аумақтарының қимасы, см^2; $\gamma_ж$ – газ - сұйық қоспаның меншікті салмағы, Н/м^3.

Егер $l_1 < L_{СТ}$ болса онда іске қосу клапаны $L_{СТ}$ тереңдікте орнатылады. Айдалған газдың қысымымен басқарылатын екінші және келесі клапандар (жұмысшы клапандарын қоса) келесі тереңдіктерде орналасады:

$$l_1 = L_{СТ} + 100\,(p_{1.отк})_n - (p_у - 0{,}02\gamma_ж\, l_{n-1})\,/\gamma_ж, \qquad (2.20)$$

мұндағы: n – жоғарғы іске қосу клапанынан санап басталатын ссептік клапанның нөмірі; $(p_{с.отк})_n$ – ашық есептелген клапанның қысымы, МПа; l_{n-1} – жоғарыдағы клапанның орнату тереңдігі, м.

Есептелген клапанның ашылу қысымы жоғарыда орналаскан клапанның жабылу қысымына тең деп алынады.

Мысалы, екінші клапанның ашылу қысымы:

$$(p_{г\,отк})_2 = (p_{г\,зак})_1.$$

Жоғарғы іске қосу клапаны үшін клапандардың ашылу қысымы

$$(p_{1\,отк})_1 = p_{пуск}.$$

Екінші жұмысшы клапандар және келесі іксе қосу клапандары үшін

$$(p_{1.отк})_n = (p_{г.зак})_{n-1} - \Delta p, \qquad (2.21)$$

мұнда іске қосу клапандары үшін Δp = (0,05...0,175) МПа және жұмыстық клапаны үшін Δp = 0,28 МПа. Δp көрсетілген нормалары $T_{ст}$ = 288,5К температурасында берілген.

Көтеру құбырларындағы газ-сұйық қоспаның қысымымен басқарылатын клапандар үшін екінші және келесі клапандардың (жұмыстық клапанды қоса) орнату тереңдігі келесі формула бойынша есептеледі:

$$l_n = L_{n-1} + 100\left[\,(p_г)_n - (p_{т\,отк})_n\,/\gamma_ж\right], \qquad (2.22)$$

мұндағы, $(p_г)_п$ – есептік клапан деңгейіндегі құбыраралық кеңістіктегі газ қысымы, МПа; $(p_{т.отк})_п$ – есептік клапанның ашылу қысымы немесе есептік клапан деңгейіндегі көтеру құбырларындағы газ-сұйық қоспаның қысымы. Қалған клапандардың ашылу қысымы:

$$(p_{т.отк})_п = p_{жум} + (1{,}0 \div 1{,}4),\ МПа, \qquad (2.23)$$

мұндағы, $p_{жум}$ – ұңғының тұрақты жұмыс режиміндегі құбыраралық кеңістікке газдың айдалу қысымы, МПа.

Сонымен, есептеулер нәтижесінде әрбір клапан үшін орнату терендігі және берілген терендіктегі температурадағы клапандардың ашылу және жабылу қысымдары анықталған.

Клапандардың шығарылған ашылу және жабылу қысымдарын орындау үшін стендті жағдайдағы $T_{ст}$ = 288,5 К температурасында клапандардың сильфондарының азотпен толтыру қысымы анықталуы керек.

Әрбір клапанның ұңғының температурасындағы сильфонның толтыру қысымы мына формулалармен анықталады:

Құбыр сыртындағы газдың қысымымен басқарылатын клапандар үшін

$$(p_c)_п = (p_{г\ отк})_п\ (1\text{-}R) + (p_г)_п\ R\ . \qquad (2.24)$$

Көтергіш құбырларындағы газ-сұйық қоспасының қысымымен басқарылатын клапандар

$$(p_c)_п = (p_{т\ отк})_п\ (1\text{-}R) + (p_г)_п\ R. \qquad (2.25)$$

Сильфонның толтыру қысымы стендттік жағдайларға мына формула бойынша келтіріледі

$$(p_c)_п = (p_c)_п\ T_{ст}\ z_{ст} / (T_{скв})_п\ z_{скв}\ , \qquad (2.26)$$

мұндағы, $T_{ст}$, $z_{ст}$ – есептік клапанның терендігіндегі ұңғының температурасы; $z_{ст}$ және $z_{скв}$ – $(p_c)_{ст}$, $T_{ст}$ және $(p_c)_п$, $(T_{скв})_п$ кезіндегі азоттың сығылу коэффициенті.

Клапандардың толтырылуы арнайы кәсіпшілік зертханаларда жасалады.

Мұнайды газлифтті әдіспен өндіру үшін қолданылатын газды газ құбырына жіберу алдында оны қысу (компримирование) үшін көлемді немесе динамикалық компрессорлар қолданады.

Айтылған нысаналарға көп жағдайда газды моторлы компрессор немесе электржетегі бар ортадан тепкіш компрессорлар қолданады.

3. ШТАНГАСЫЗ СОРАП ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

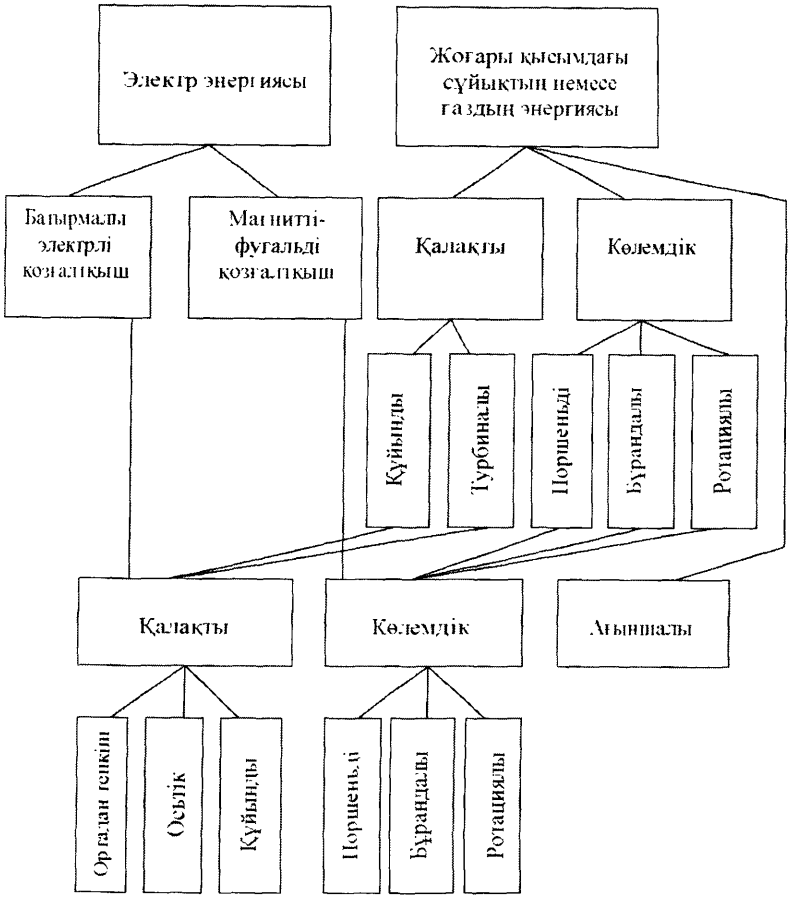
3.1. Ұңғыны штангасыз сораптармен пайдалануға арналған жабдықтар

Кенорнын игеру барысында өндірілетін сұйықты үнемі алу нәтижесінде қабат қысымы азайып, өндірілген сұйықтың сулану дәрежесі көбейеді және алынатын қоспада газдың салыстырмалы мөлшері кемиді де, ұңғыдан алынатын сұйықтың деңгейі төмендейді. Соның нәтижесінде фонтандық әдісті қолдану жүзеге аспайды, ал компрессорлы әдіспен өндіруді жалғастыру экономикалық тұрғыдан тиімді болып табылмайды, соған байланысты мұнайды сорапты әдіспен өндіруге көшеді.

Мұнайды сораптардың көмегімен өндіру кезінде олардың негізгі екі түрін атауға болады: бірінші – штангасыз сораптар және екіншісі – соңғы кездері көп таралған – штангалы сораптар. Штангасыз сораптарда ұңғылық сорап және оның жетектеушісі бір-бірімен тікелей байланысады. Сораптың жетектеушісіне энергия кабельмен (электрлі жетектеуші болған кезде) немесе сығылған сұйық түрінде құбырмен (гидро- немесе пневмо-жетектеуші болған кезде) жеткізіледі.

Жетектеуші мен штангасыз сораптың арасында ұзын механикалық қатынас болмағандықтан, штангасыз сораптардың қуаты штангалы сораптарға қарағанда едәуір үлкен болады. Бұл кейбір штангасыз сораптардың түрлерімен сұйықты үлкен мөлшерде алуға мүмкіншілік береді. Мұндай сораптарға ең біріншіден, электрлі жетектеушісі бар батырмалы ортадан тепкіш сораптар жатады.

3.1-суретте кең таралған белгілі штангасыз сорап қондырғыларының қысқаша классификациясы берілген. Мұндай қондырғылардың негізгі энергия көзі болып электр энергиясы немесе жетектерге белгілі қысыммен берілетін сұйықтың немесе газдың энергиясын атауға болады. Көпшілікке белгісіз магнитті-фугальді қозғалтқыш жөнінде қысқаша мағлұмат бере кетейік. Бұл ілгерілмелі-кейінді магниттік өріс жасайтын электркозғағышы және оның көмегімен поршеньді немесе сұйық металл массасын (мысалы, сынапты) қозғалыска келтіруге арналған [1].



3.1-сурет. Мұнай өндіру үшін арналған штангасыз сораптардың классификациясы

Қалақты, көлемді және инжектерлі сорап үлгілерінің, конструкцияларының әртүрлі болып келуі ұңғылық агрегаттардың штангасыз сораптарының түрлерінің көп болатынын көрсетеді. Тек қана золотниктің көмегімен реттеуішті көлемді поршеньді жетектеушісі бар поршеньді сораптардың 1000-нан аса үлгілері бар.

Қазіргі кезде қолданыста немесе өндірістік сынауда 10-ға таман әртүрлі сорап түрлері қолданады. Олардың негізгілері – электрлі жетектеуші ортадан тепкіш, бұрандалы, поршеньді (диафрагмалық) және гидропоршеньді, ағынды гидрожетектеулі сорап түрлерін атауға болады.

Штангасыз сорап қондырғыларында сорап және жетектеушіден басқа басқаруға, энергия тасымалдауға арналған т.б. жабдықтар бар.

Штангасыз сораптық қондырғылар сорап пен жетектеуші құрылғыдан басқа басқару жабдықтары мен энергияны тасымалдау қондырғылармен жабдықталады. Олардың электр қозғалтқышы бар сораптар үшін белгіленген түрі болса, ал сұйық немесе газ энергиясын қолданып жұмыс істейтін сораптар үшін басқа түрлері болады.

Штангасыз ортадан тепкіш сораптар мен гидропоршеньді сораптардың өндірістік үлгілері арнайы конструкторлы бюроларда жобаланды. Бұл ұйымдар барлық штангасыз сораптардың (бұрандалы, диафрагмалы, т.б.) түрлерін жасауға қатысты.

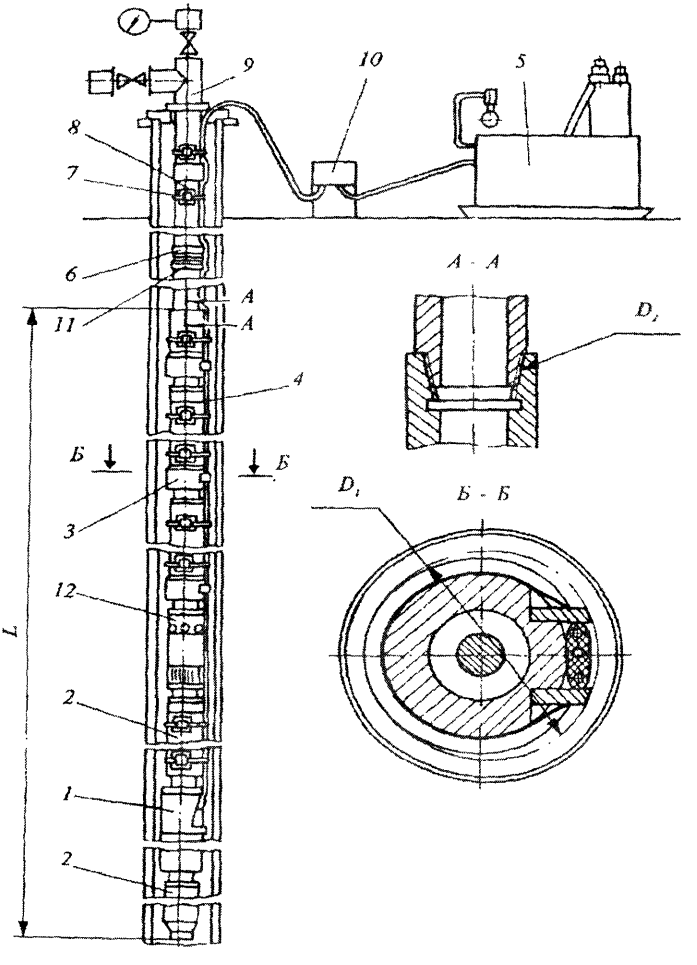
ЭОС (ЭЦН) қондырғы торабтарының (узел) құрамы және орналасуы 3.2-суретте көрсетілген.

Ұңғылық сорап көпсатылы болып келеді және де 80-нен 500-ге дейін сатыға ие болуы мүмкін.

Сұйық сорапқа оның төменгі жағында орналасқан тор арқылы түседі. Тор қабат сұйығының фильтрациясын қамтамасыз етеді. Сорап сұйықты ұңғыдан СКҚ-ға жеткізеді. Батырмалы электрокозғалтқыш – май толтырылған және герметизацияланған. Оның ішіне қабат сұйығының өтпеуі үшін гидрооқшаулау торабы бар. Қозғалтқыш білігі гидрооқшаулау білігімен қосылып, сол арқылы сорап білігімен байланыста болады. Асинхронды электрокозғалқыштарды қолданған кезде олардың біліктерінің айналу жиілігі 2800-2950 $мин^{-1}$-ге тең болады.

Құрамында көп мөлшерде газы бар сұйықты соруға арналған қондырғылар сорапты-газосспараторлы модульдармен жабдықталады.

Жоғарғы беттен электр энергиясы қозғалтқышка кабель арқылы беріледі.

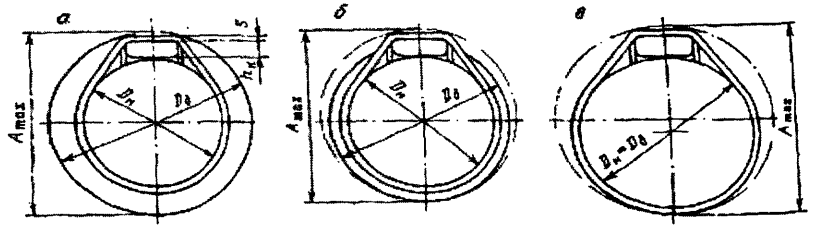


3.2-сурет. Электрлі жетектеуші ортадан тепкіш сорап қондырғысы:
1-электр қозғалтқыш; 2-гидрооқшаулау; 3-сорап; 4-кабельді желі; 5-трансформатор; 6- түсіру клапаны; 7- белбеу; 8-соратты-компрессорлы құбыр; 9-ұңғы сағасының жабдығы; 10-кабельді қосу пункті; 11-кері клапан; 12-газосепаратор; L және D_1 соранты агрегаттың ұзындығы және диаметральды габариті; D_2-СКК резьбасының диаметрі.

СКҚ-ның жанында домалақ, ал сорап қондырғының жанында жалпақ кабель қолданылады. Жалпақ кабельді қолдануы сораптың және қозғалтқыштың диаметрін үлкейтуге мүмкіндік береді, бұл энергетикалық көрсеткіштер тұрғысынан пайдалы болып есептеледі.

Тәжірибе көрсеткендей сорап қондырғысы мен шегендеуші құбырдың арасындағы минимальды саңылау 6 мм-ге тең етіп алынады. Шегендеу құбырларының ішкі өлшемдеріне және қабылданған саңылауға карай батырмалы агрегаттың габаритгерін таңдап алады.

Сораптың, қозғалтқыштың және ток өткізгіш жалпақ кабельдің орналасуының үш түрлі нұсқасы болуы мүмкін, соған байланысты батырмалы агрегаттың габариті анықталады (3.3-сурет) [6].



3.3-сурет. Ұнғылы сорап қондырғысының құрастыру үлгісі

Бірінші жағдайда, (3.3-сурет, *а*) батырмалы агрегаттың габариті A_{max} қозғалтқыштың диаметріне $D_д$ тең, ал насостың диаметрі $D_н$ және жалпақ кабельдің қалыңдығы $h_к$ козғалтқыш габаритіне дәл келеді. Осы жағдайда электрокозғалтқыштың үлкен қуаты мен жоғары ПӘК-ін алуға болады. Бірақ сұйықтың максимальды өнімділігі азаяды, өйткені ортадан тепкіш сораптың өнімділігі жұмыстық дөңгелектің диаметрінің кубына тура пропорционал болады, яғни $Q=f(D_h^3)$.

Үшінші жағдайда, (3.3-сурет, *в*) $D_н = D_д$, ал батырмалы агрегаттың габариті козғалтқыштың (немесе сораптың), жалпақ кабельдің және қорғаныс жабдықтарының (қорғау кожухтары және қырлары) өлшемдерінің қосындысына тең. Тораптардың орналасуының көрсетілген нұсқасында ортадан тепкіш сораптың

өнімділігі жоғары болады, бірақ электрокозғалтқыштың қуаты азаяды. Отандық және дүнисжүзілік тәжірибеде көбінесе аралық нұска қолданады (3.3-сурет, *б*). Мұнда $A_{max} \succ D_д \succ D_н$.

Сораптың және қозғалтқыштың диаметрлері сораптың және қозғалтқыштың ПӘК-тері ең тиімді қатынасына қарай анықталады, сонымен бірге құбырдағы және кабельдегі ең минималды энергия шығындары қамтамасыз етілуі керек.

Кейбір жағдайларда жалпақ кабельді түсірілімнің барлық тереңдігінде және НКТ-ның жанында да қолданады. Бұл жағдайда кабельдің дұрыс орналасуын бақылап отыру керек, өйткені, егер ол құбырларға қабырғасының бір қырымен тұрып калса, онда ол түсірілім кезінде зақымдануы мүмкін.

Жалпақ кабельдің қатар орналасқан ток өткізгіш үш желісі болады. Мұның ортасында орналасқан желісінің қызып кетпеуін қамтамасыз ету керек, өйткені көп жағдайларда сорып алынатын сұйықтың температурасы жоғары болғандықтан, ортада орналасқан желінің электрлі изоляциясы жанып кетіп, кондырғының кабельдік байланысы істен шығуы орын алады.

Трансформаторды токтың кернеуін жоғарлату үшін қолданады, ол әдетте кәсіпшілік желіден алынады (кернеуі 380В), қозғалтқыштың кернеуі көбінесе жоғары болады (400-2000 В және одан жоғары). Сонымен бірге, трансформатор мөлшері ұзын кабельдегі азайған кернеудің орнын толтыру үшін қажет болады.

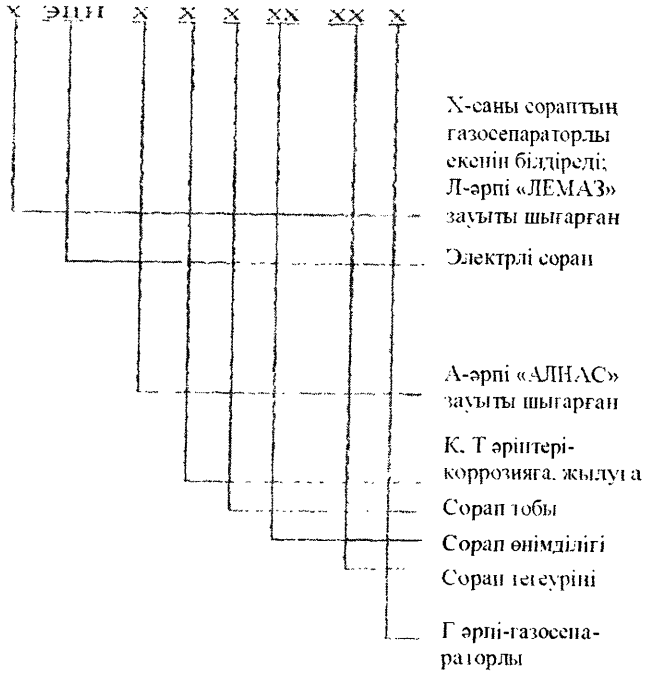
Басқару станциясы арқылы қондырғыны берілген бағдарламамен автоматты немесе тікелей қолмен іске қосуға немесе сөндіруге болады және оны төтенше жұмыс режимінде де сөндіруге болады. Одан басқа станцияда токтың күшін және кернеуін көрсететін өлшеу аспаптары бар, ал кейбір модификацияларда одан да көп сипаттамаларды көрсетуі мүмкін (мысалы –кабель изоляциясының кедергісін). Қазіргі заманғы басқару станциялары жүйенің қажетті жұмыс режимін "кабат-ұңғы-сорап қондырғысы" тізбегінде қолдап тұруға, одан басқа ЭОСҚ-ның (УЭЦН) диагностикасын жүргізуге мүмкіндік береді.

СКҚ тізбегі (7) кері және (9) түсіру клапандармен жабдықталады (1.7-сурет). Кері клапан шеттерінде конустық резьбасы бар СКҚ-ның арнайы муфтасында орналасады. Кері клапанның муфтасында ершік, шар және шардың көтерілуінің шектейтін арнайы құрылғы бар. Кейбір кері клапандардың

конструкцияларында жапқыш элементтердің басқа түрлері қолданады (конус, тарелька). Кері клапан сорап тоқтаған кезде СКҚ тізбегінде сұйықты сақтап қалу үшін және сораптың әрбір тоқтауы кезінде құбырды қайтадан толтыруға уақытты шығындамау үшін керек, сонымен бірге кері клапан қондырғының іске қосылуын жеңілдетеді. Іске қосу көтеру құбырларының тізбегіне сұйық толтырылған кезде болады, яғни үлкен қысым кезінде. Бұл қысымды одан әрі көбейтуге болады, ол үшін сағадағы суырмалық ысырманы жабу керек. Үлкен қысымдарда ортадан тепкіш сорап (аз қысыммен және үлкен беріліспен салыстырғанда) шағын жетектеуші қуатты қажет етеді. Сондықтан қондырғының іске қосылуы жеңілдетіледі, әсіресе сору тереңдігі едәуір үлкен болған кезде.

Түсіру клапаны ұңғыдан агрегатты шығару алдында құбырлар тізбегін сұйықтан босатуға мүмкіндік береді, бұл тек қана тізбекте кері клапан болса ғана мүмкін болады. Түсіру клапаны құбырлар тізбегіне бекітілген арнайы муфтада орналасады. Муфтаға ішкі тесігі бар ниппель орнатылған, ол құбырлар тізбегімен жабылған ұңғының қуысымен байланысқан. Құбыр ішіндегі ниппель оның ішіне ломдық темір салмақпен түскенде сындырылуы қажет етіп бекітіледі де, ниппельдің ашылатын тесігі құбырды ұңғының қуысымен қосады. Осы тесік арқылы сұйық құбырлардан ұңғыға ағады. Егер қондырғыда құбырды парафиннен босату үшін қолданатын арнайы қырнағыш болса, мұндай түсіру клапанын қолдануға болмайды. Қырнағыш бекітілетін сым үзілгенде ол құлап ниппельді сындырады, осы себептен ұңғыға сұйықтың қажетсіз ағуы орын алады, бұл жағдай агрегатты көтеруге мәжбүр етеді. Осы себептен калапандардың басқа түрлері қолданылуы мүмкін, олар ломдық темірдің қатысуынсыз құбырдағы қысымның жоғарлатылуы арқылы жұмыс істейді.

3.4-суретте ресейлік мұнай өндіруге арналған электржетектеуші ортадан тепкіш сораптардың шартты белгілері келтірілген [1]. Әр қондырғының өзінің шифры бар, мысалы, УЭЦН5А-500-800: мұнда 5 саны шегендеуші колоннаның диаметрін бейнелейді (5 ол диаметрі 122 мм-ге сәйкес келеді, 5А-130мм); екіші сан 500-сораптың тәуліктік өнімділігін көрсетеді ($м^3$/тәу), ал үшінші сан 800 - метрмен алғандағы сорап тегеурінінің жуық шамасы.



3.4-сурет. Ресейлік мұнай өндіруге арналған электржетектеуші ортадан тепкіш сораптардың шартты белгілерінің құрылымы

Сораптың, газосепаратордың және қозғалтқыштардың құрастыру ұзындығы 25м және одан да көп болу мүмкін. Мұның бәрі ешбір өзгертушісіз жұмыс істеп тұратын жағдайдағы біліктің айналу жиілігінің ең үлкен мәнін қабылдауға мәжбүр етеді. Токтың жиілігі 50 Гц болғанда айналу жиілігі синхронды болғанда - 3000 мин$^{-1}$, ал сырғануды есепке алғанда 2800-2950 мин$^{-1}$ мәніне ие болады. Ротордың айналу жиілігін жоғарлату арқылы ортадан тепкіш сораптың жұмыстық сатысының берілісін және қысымын үлкейту үшін батырмалы қозғалтқыштардың арнайы жабдықтары немесе электрокозғалтқышты қоректендіретін токтың жиілігін түрлендіргіштер пайдаланылады.

Сораптардың және қозғалтқыштардың әртүрлі құрылымдық ерекшеліктері (агрессивті ортада, үлкен температураларда қолдану шарты, бірнеше ай бойы үзіліссіз және профилактикалық

жөндесуіз жұмыс істеуі, т.б.) конструкторлар мен технологтардың алдына бірқатар күрделі міндеттер қояды. Осыған қарамастан дөңгелектерінің диаметрлері 50-80 мм-ге тең болатын эффективті, жоғары қысымды сорап сатылары жасалды. Сонымен бірге, ұзындықтары 6-7 м және диаметрі 17-26 мм болатын біліктері және ұзындықтары 6 м-ге, ал ішкі диаметрлері 17-26 мм-ге дейін жететін сораптардың түзу сызықты тұрқыларды жасаудың технологиялық жаңартылған жолдары табылды.

Отандық және дүниежүзілік сорап жасау өндірісінің орасан зор тәжірибесі, машинажасау өндірісінің технологиялық процестерінің үлкен дәрежеде дамуы бұл проблемалардың шешілуіне жәрдемдеседі.

Ұңғылық ортадан тепкіш сораптар көп сатылы машиналар болып табылады. Бұл біріншіден, бір сатылық болып жасалатын сораптың соңғы қысымының аз мәндерімен түсіндірілсді (жұмыстық дөңгелекпен немесе бағыттаушы аппаратпен). Өз кезегінде бір сатының қысымының ең үлкен мәндері жұмыстық дөңгелектің сырткы диаметрінің мәнімен анықталады, ол шегендеуші тізбектің ішкі диаметрімен және қолданылатын ұңғылық жабдықтардың өлшемдерімен шектеледі – кабельдің, батырмалы қозғалтқыштың, т.б.

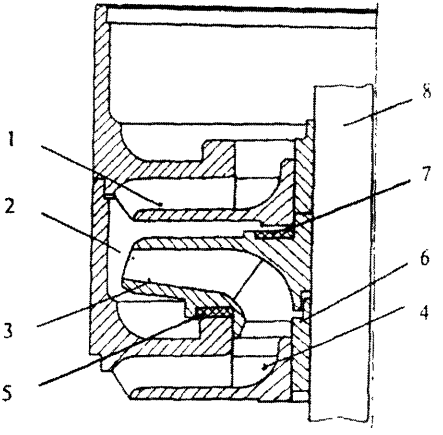
Ұңғылық ортадан тепкіш сораптың құрылымы қарапайым, тозуға шыдамды және коррозияға жоғарлатылған деңгейде төзімді болу қажет. Тораптардың диаметрлері мен құрылымдары барлық сораптар үшін негізінен бірдей болады.

Құрылымы қарапайым ұңғылық ортадан тепкіш сорап ұңғыдан құрамында 99 %-ға дейін суы бар сұйықты соруға арналған. Сорылатын сұйықтың құрамында механикалық қоспалардың мөлшері 0,01%-дан аспауы керек, механикалық қоспалардың қаттылығы Моос көрсеткіші бойынша 5 балдан, ал күкіртті сутегінің құрамы 0,001%-дан аспауы керек. Жасаушы-зауыттардың техникалық талаптары бойынша, сораптың қабылдауында бос газдың құрамы 25%-дан аспауы керек.

Коррозияға тұрақты ортадан тепкіш сорап құрамында 0,125%-ға дейін болатын (0,125 г/л дейін) күкіртті сутегі бар қабат сұйығын соруға арналған.

Тозуға шыдамды сораптар құрамында 0,5 г/л-ға дейін механикалық қоспалары бар сұйықты сора алады.

Ұңғылық ортадан тепкіш сораптың жұмыстық органы ретінде жұмыстық дөңгелектен және бағыттаушы аппараттан тұратын, цилиндрлік (ЦҚ) және көлбеу цилиндрлік (КЦҚ) қалақшалары бар сораптың сатысын қарастыруға болады (3.5-сурет).



3.5-сурет. ЭОТС-тың сатысының құрылымы
1-бағыттаушы аппарат; 2,4-сақиналы қалақшасыз камера; 3-жұмыстық дөңгелек; 5- төменгі тірек шайбасы; 6-қорғау төлкесі; 7- жоғарғы тіреу шайбасы; 8-білік.

Сырткы диаметрлі 86 және 92 мм сораптарда номинальды өнімділіктері 125 $м^3$/тәу дейін жететін ЦҚ-лы сатылары қолданылады, диаметрі 103 мм-ге дейінгі сораптарда өнімділігі 160 $м^3$/тәу дейін және диаметрі 144 мм сораптарда - 250 $м^3$/тәу дейінгі мәндерде жатады.

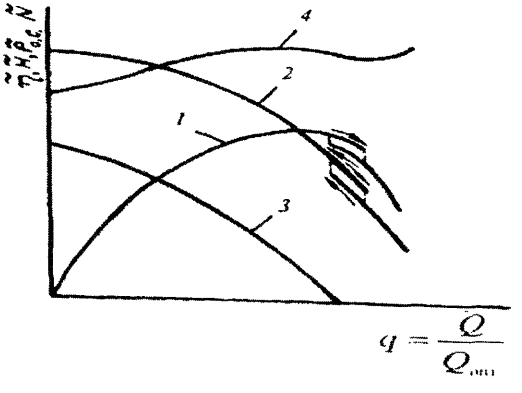
КЦҚ-лы сатылары үлкен берілісті сораптарда қолданылады. Өзінің қолдану аймағында КЦҚ-ның ЦҚ-ға қарағанда ПӘК-і жоғары болады және оның берілісі ЦҚ-ға қарағанда 1,5 есе үлкен болады. Сатылардың сыртқы диаметрлері 70, 80, 90 және 100 мм болады.

Сатылар әрбір секцияның цилиндрлік тұрқының ойығында орналасады. Сораптың бір секциясында оның монтажды биіктігіне қарай 39-дан 200-гк дейінгі сатылар орналасу мүмкін. Сораптардың сатыларының максимальды саны 550 данаға дейін жетеді.

Осындай көп сатылары бар ЭОТС-ты құрастыру үшін және білікті осьтік күштен босату үшін қалқымалы жұмыстық дөңгелек қолданады. Сораптағы жұмыстық дөңгелек осьтік бағытта білікке бекітілмейді және бұрылып кетуден призмалық шпонкамен ұсталынады. Бағыттауыш аппараттардың тіреуіш беттерімен шектелген аралықта дөңгелек осьтік бағытта еркін қозғала алады.

Дөңгелек әрбір СС-ның (сораптық саты) жекелеңген осьтік тірегіне тіреледі, бұл тірек алдыңғы сатының бағыттаушы аппаратының тіреуші бортынан және жұмыстық дөңгелектің ойығына прессталған антифрикциялы тозуға шыдамды шайбадан тұрады; осы жағдайда дөңгелектің алдыңғы ныгыздауышы аркылы сұйықтың ағып кету мөлшерін нөлге жақын деп есептеуге болады. Бірақ қалқитын жұмыстық дөңгелегінің механикалық ПӘК-і дөңгелектің төменгі тірсуішінің үйкелісі шығынына байланысты төмендейді. Бұл шығындардың шамасы бірінші жуықтау кезіндегі жұмыстық дөңгелекке әсер ететін осьтік күшке тура пропорционал болады.

Сорап сатысының салыстармалы сипаттамалары 3.6-суретте көрсетілген.



3.6-сурет. Сатының салыстырмалы сипаттамалары:
1-салыстырмалы ПӘК (η); 2-салыстырмалы қысым (H); 3- салыстырмалы осьтік қысым ($P_{ос}$); 4- салыстырмалы қуат (N); q- салыстырмалы беріліс; Q-нақты беріліс; $Q_{опт}$ -максимальды ПӘК-қа сәйкес оптимальды беріліс.

Салыстырмалы өлшемді нақты өлшем мен ПӘК максималды мәнге ие болатын оптимальды режимдегі соған сәйкес өлшемге қатынасы деп түсінуге болады.

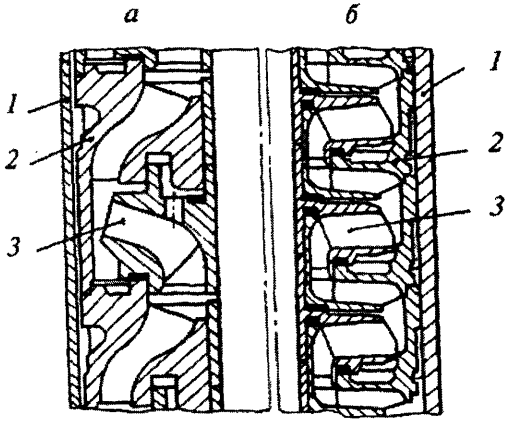
Осьтік күштің нөлдік берілісі шамамен 10% жоғарылап кеткен режимдерде СС-ның жұмыстық дөңгелегі "қалқып шығу" мүмкін, яғни тірекке дейін жылжып кету мүмкін. Ал бұл тірек бағыттаушы аппараттың тірегінің бортынан және жұмыстық дөңгелектің үшкірленген жерінде прессталған шайбадан тұрады. Берілістің жоғарлатылуы кезінде жұмыстық дөңгелектің қалқып шығуы қысымның, ПӘК-тің секіргіш төмендеуімен ере жүрсді және қолданатын қысымның едәуір өсуімен сүйемелденеді. Ашық ысырмалы режимнен берілістің төмендеуі кезінде, салыстырмалы мағыналық берілісі кезінде жұмыстық дөңгелек төменгі орналасу орнына түседі, яғни: q=0,9-1,0.

Қазіргі кезде ЕЦҚ-лы сатылардың дөңгелектерінен осьтік күштен босатудың ең таралған әдісі мынадай түрде болады: бұл босатуды екінші жоғарғы ныгыздауыштың қасында, дөңгелекті жетектеуші дискінің сырт жағында камера жасау арқылы жүзеге асырылады. Осы камерада жетектеуші дискідегі тесіктер арқылы дөңгелектің кіру жағындағы қысымдар теңестіріледі. (3.7-сурет, *а*). Жұмыстық дөңгелегінің босатылуы осьтік күшті едәуір азайтуға мүмкіндік береді. Мұндай сатылардың жұмыстық дөңгелектерінің осьтік күштері босатылмаған басқа сатыларға қарағанда бірнеше артықшылықтары бар: жұмыстық дөңгелектің жекеленген төменгі тірсуішінің жұмыс ресурсы жоғары болады және сатының ПӘК-і де жоғары деңгейде болады.

Жұмыстық дөңгелектерінің осьтік күштері босатылған сатының кемшіліктері ретінде оларды жасау технологиясының қиындатылуын, шығарып дайындалуына көп еңбек кажет етстіндігін және босаткыш тесіктердің уақыт өте келе коқыстануы арқасында және жұмыстық дөңгелегінің жоғарғы ныгыздауышының тозуы кезіндегі функционалдық бұзылуын атауға болады.

СС-ның жекеленген осьтік тіреуішін және сатыаралық ныгыздауышын күшсйту үшін сатының екітіреуішті конструкциясын қолданады. СС-ның екітіреуішті конструкциясы біртірсуішті конструкцияға қарағанда бірнеше артықшылықтарға

ие. Олардың мынадай түрлері бар: сатының жекеленген төменгі өкшесінің тозуға шыдамдылығы, біліктің коррозиялы-аггресивті және абразивті аққыш сұйығынан сенімді ажыратылуы, жоғарылатылған жұмыс істеу ресурсы және сатыаралық нығыздауыштардың осьтік ұзындықтары арттырылғандықтан сорап білігінің жоғары беріктігінің қамтамасыз етілуін атап айтуға болады. ЭОТС-да олар нығыздауыштан басқа қосымша радиальды подшипник ретінде жұмыс істейді.

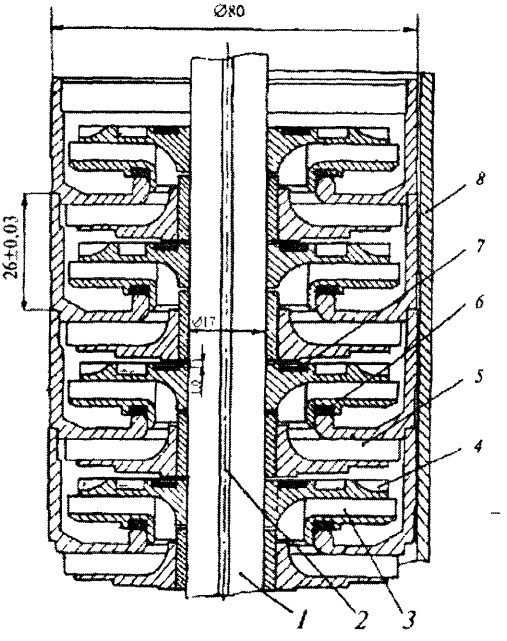


3.7-сурет. Сорап сатыларының конструкциясы:
а-босатылған жұмыстық дөңгелекті, б-екітреуішті;
1-тұрқы; 2-бағыттаушы аппарат; 3- жұмыстық дөңгелек.

Біртірсушті сатыларға қарағанда екітірсуішті сатыларды жасап шығару технологиясы өте күрделі болады.

Әртүрлі сораптардың сатылары жұмыстық материалдарымен, үйкеліс екіліктерімен және де басқа конструктивті бөлшектерімен бір-бірінен ажыратылады.

«Новомет» фирмасы жасап шығаратын сораптық саты басқа түрлеріне қарағанда бірқатар жақтарымен ерекшленеді (3.8-сурет).



3.8-сурет. "Новомет" фирмасының ортадан тепкіш-құйынды сораптың сатылары:
1-білік; 2-шпонка; 3-жұмыстық дөңгелек; 4-радиальды қалақша; 5-бағыттаушы аппарат; 6- төменгі тіреуішті шайба; 7- жоғарғы тіреуішті шайба; 8-сорап түрқысы.

Жұмыстық дөңгелектің (3)үстіңгі дискісінде радиальды қалақшалары (2) бар, осы қалақшалар бағыттаушы аппараттың (1) төменгі дискісімен қосылып құйынды сораптың қарапайым конструкциясын құрайды. Мұндай конструкцияның көптеген артықшылықтары бар: біріншіден, сатының қысымы 15-25%-ға артады, бұл сораптың ұзындығын сақтай отырып, сораптың қысымын арттыруға немесе тұрақты қысымды сақтай отырып, сораптың ұзындығын қысқартуға мүмкіншілік береді. Екіншіден, құйынды сатының болуы газ-сұйықты қоспаның гомогенизациясын қамтамасыз етеді, бұл батырмалы сораптың беру сұйығында көп мөлшерде бос газ болған кезде де жұмыс істеуіне мүмкіншілік береді. Үшіншіден, үстіңгі дискіде

радиальды қалақшалардың болуы жұмыстық дөңгелекке әсер ететін осьтік күштің төмендеуін қамтамасыз етеді, бұл өз кезегінде жұмыстық дөңгелектің төменгі тіреуіш шайбасының (4) жұмыс істеу ресурсын көбейтеді. "Новомет" фирма сорабының жұмыстық дөңгелегі ұнтақты металлургия әдісімен жасалынатындықтан, оның сенімділігі мен ПӘК-і одан әрі артады.

3.2. Мұнай кәсіпшілігінің ортадан тепкіш сораптарын есептеу және құрастыру

Қалақшалы сораптардың ішінде мұнай кәсіпшілігінде ең көп қолданылатыны ортадан тепкіш сораптар болып табылады.

Сорапты жобалағанда оның беріліс мөлшерін, арынын, өзгеретін сұйықтың сипаттамасын, атқаратын функцияларын, сонымен қатар қосымша талаптар, мысалы габаритінің шектелуі, массасы, климаттық факторларға байланысты қолданылуы мен орналасуын көрсетеді.

Сораптың атқарылатын функциялары оның конструкциясының кейбір ерекшеліктерімен, жекеленген материалдарымен, құбырларға жалғау жүйесімен және беріліс мөлшерімен анықталады.

Ортадан тепкіш сораптардың конструктивтік өндеуінің жұмыстық реті мынадай:

1. Жұмыстық дөңгелектің (немесе бағдарлаушы аппарат) кедергі мөлшері, ағын каналдарының есептелуі және олардың график түріндегі суреттелуі.

2. Жұмыстық дөңгелек және бағыттаушы аппарат қалақшасының профилінің құрастырылуы. Жасап шығару, сынау және сорап сатысының эксперименталді түрде аяқталуы.

3. Негізінен жетектеуші қуатты есептеу, геометриялық өлшемдер (білік, корпус, радиалды мойынтіректер, білікті тіректер және т.б.) және сораптың элементтерінің беріктігінің график түрінде суреттелуі.

4. Бөлімдегі жалпы қабылданған белгілеулер: ω – дөңгелектің бұрыштық жылдамдығы; c – абсолютті, u – айналмалы және w – сұйықтың дөңгелектегі салыстырмалы сызықтық жылдамдықтары; жылдамдықтағы индекстер олардың орналасуын

анықтайды: 0 – қалақшаға кірс бериск дейін; 1 – дөңгелекке кірердегі қалақшалар арасындағы; 2 – 1-шідегі-дей, бірақ дөңгелектсн шығар кездегі жылдамдық; 2∞ – қалақ-шалардан шыққан соңғы жылдамдықтар.

3.2.1. Ортадан тепкіш сораптыесептеу мысалдары

Теориялық есептеу. Негізгі бастапқы деректер:

Айдалатын сұйық мөлшері: $Q = 0{,}0416$ м^3/с = 150 м^3/сағ;

Қажетті тегеурін мәні: H=36 м;

Сорап білігінің айналу жиілігі: n=24,16 с$^{-1}$;

Бұрыштық жылдамдық: ω =152 рад/с;

Айдалатын сұйықтың тығыздығы (әдетте, су тығыздығын қабылдайды): ρ =1000 кг/м^3.

Жұмыстық дөңгелектің ағын каналын есептеу.

1. Тезжүріс коэффициенті

$$n_s = n\sqrt{Q}/(gH_{c1})^{3/4} = 24{,}16\sqrt{0.0416}/(9{,}81*36)^{3/4} = 0{,}0605.$$

Ортадан тепкіш сораптар үшін бұл коэффициенттің мәні рұқсат стілгсн аймакта жатыр, алайда ол сораптың ПӘК-ң аздығын көрсетеді.

2. Жұмыстық дөңгслек каналындағы сұйық мөлшері:

$$Q_k = Q/\eta_{об} = 0{,}0416/0.96 = 0{,}0433 \text{ м}^3/\text{с},$$

мұндағы, $\eta_{об} = 1/(1+6*10^{-3}(n_s)^{-2/3}) = 0{,}96$ сораптың көлемдік ПӘК-і.

3. Жұмыстық дөңгелектің кіре берісіндегі келтірілгсн диаметрді есептейміз:

$$D_{1пр} = 0.95\sqrt[3]{Qk/n} = 0.95\sqrt[3]{0.0433/24.16} = 0.115\text{м}.$$

4. Сораптың жалпы ПӘК-і гидравликалық, көлемдік және механикалық ПӘК-терінің көбсйтіндісінен тұрады:

Гидравликалық ПӘК $\eta_г = 1 - \frac{0.42}{(\lg D_{1пр} - 0.172)^2} = 1 - 0{,}117 = 0{,}88.$

Сонда сораптың жалпы ПӘК-і $\eta = \eta_г\ \eta_{об}\ \eta_м = 0{,}88*0{,}96*0{,}95 \cong 0{,}8$

Мұнда механикалық ПӘК-ті арнайы әдебиеттен $\eta_м$ =0,95-ке тең етіп қабылдаймыз.

5. Сораптың өндіретін қуаты мына формуламен анықталады:

$$N = Q_к \rho\ gH/\ \eta = 0{,}0433 *1000 * 9{,}81 * 36/0{,}8 = 19115Вт = 19{,}1кВт.$$

6. Білік диаметрінің мөлшері:

$$d = \sqrt[3]{N / n[\tau]} = \sqrt[3]{19100/ 24.16*16*10^6} = 0.037м.$$

Сорап материалының рұқсат етілген кернеуі $[\tau]$=16*10^6 Па-ға тең етіп алынған.

7. Төлкенің сыртқы диаметрі:

$$d_{вт} = 1{,}2\ d_в = 1{,}2*0{,}037 = 0{,}044м.$$

8. Дөңгелектің кіре берісіндегі диаметрі былай есептелінеді:

$$D_0 = \sqrt{(\frac{4Q_k}{\pi c_0}) + d_{ст}^2} = \sqrt{(4 * 0{,}0433/3{,}14 * 2{,}8) + 0{,}044^2} = 0{,}147м;$$

$$c_0 = 0{,}95\sqrt[3]{Q_k n^2} = 0.95\sqrt[3]{0.0433*24.16^2} = 2.8м/с.$$

9. Қалақшаның шетіндегі дөңгелек радиусы:

$$D_1 = 0{,}85*D_0 = 0{,}85*0{,}147 \cong 0.125м.$$

10. Ені

$$b_1 = \frac{Q_k}{\pi D_1 c_{0m}} = \frac{0.0433}{3.14*0.125*2.8} = 0.0394м,$$

мұндағы, $c_{0m}=c_0$.

11. Қалақша жиегінің кіру бұрышы :

$$\beta_{1л}=\beta_1=\delta=18°17'=25°17';$$

$$\text{tg}\,\beta_1=\frac{c_{1m}}{u_1}=3.14/9.5=0.33;$$

$$c_{1m}=kc_{0m}=1.12*2.8=3.14м/с;$$

$$u_1=\frac{\omega D_1}{2}=152*0.125/2=9.5м/с;$$

$$\beta_1=18°17'.$$

12. Дөңгелектің сырткы диаметрі:

$$D_2=2u_2/\omega=2*28.3/152=0.37\text{м};$$

$$u_2=\sqrt{gH_t/c_{2u}}=\sqrt{9.81*40.9/0.5}=28.3м/с$$

$$H_t=\frac{H}{\eta_г}=36/0{,}88=40{,}9м$$

$$c_{2u}=2(1-\rho_к)=2(1-0{,}75)=0{,}5.$$

Қатынас $\frac{D_2}{D_1}$=0,370/0,125=2,96.

D_2/D_1 катынасының алынған мәні сорап типінің дұрыс таңдалмағанын көрсетсді. Әйтсе де бұл қатынас көп сатылы сорапты таңдауға ұсынылады. Сондықтан жоғарыда есептелген мөлшерлер осы типтегі сорапты есептеуге жаратылған.

Қайта есептеудің нәтижелері бойынша бірінші жуықтау мәндері төменде келтірілген.

Параметр	n_s	$\eta_{об}$	$Q_k, м^3/с$	$D_{1пр}, м$	$\eta_г$	η	N
Мәні ...	0.102	0,97	0,0429	0,115	0,88	0,81	18,9
Параметр	d,м	$d_{вт}, м$	$c_{0m}, м/с$	$D_2, м$	$D_1, м$	$b_1, м$	k_1
Мәні	0,037	0,044	2,78	0,147	0,125	0,039	1.12
Параметр ..	$c_{1m}, м/с$	$u_1, м/с$	$\beta_{1л}$	$D_2, м$	$u_2, м/с$	k_2	D_2/D_1
Мәні	3,11	9,5	25°	0,263	20	1,04	2,1

D_2/D_1 қатынасы колайлы шектерде болады және есептеуді жалғастыруға болады.

13. Дөңгелектің енін келесі формула бойынша анықтаймыз:

$$b_2 = \frac{Q_k}{\pi D_2 c_{2m}} = \frac{0.0429}{3.14*0.263*2.5} = 0.021м,$$

мұндағы, $c_{2m} = 0,9c_{0m} = 0.9*2.78 = 2,5$ м/с.

14. Қалақша жиегінің шыға берісіндегі бұрышты есептейміз

$$\sin\beta_2 = \sin\beta_{1л}\frac{\omega_1 k_2 c_{2m\infty}}{\omega_2 k_1 c_{1m}} = \sin 25°*1.1*\frac{1.04}{1.12}*\frac{2.5}{3.11} = 0.35,$$

бұдан $\beta_2 = 20°18'$ тең екенін табамыз.

15. Қалақшалар саны

$$z_л = k\frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1}\sin\frac{\beta_2 + \beta_{1л}}{2} = 6,5\frac{0,263+0,125}{0,263-0,125}\sin\frac{20°+25°}{2} = 7.$$

16. Теориялық тегеурін мәні:

$$H_{pt} = (1+\rho)H_t = (1+0.258)*20.45 = 25.7м,$$

$$\rho = \frac{2\phi}{z_л}\frac{1}{1-(D_1/D_2)^2} = \frac{2*0.7}{7}*\frac{1}{1-(0.125/0.263)^2} = 0.258;$$

$$\psi = \frac{\pi}{2}\left[\sin\beta_2 + (D_1 / D_2)^2 \sin\beta_{1л}\right] =$$

$$= \frac{3.14}{2}\left[\sin 20°18' + (0.125 / 0.263)^2 \sin 25°\right] = 0.7;$$

$$H_t = H / \eta_0 = 18 / 0.88 = 20.45 м.$$

17. Есептеулерді тексеру :

$$c_{2m} = k_2 c_{2m'} = 1.04 * 2.5 = 2.6 м / с;$$

$$u_2 = (c_{2m} / 2tg\beta_2) + \sqrt{(c_{2m} / 2tg\beta_2)^2 + gH_{\text{ст}}} =$$

$$= (2.6 / 2tg20°) + \sqrt{(2.6 / 2tg20°)^2 + 9.81 * 25.7} = 19.7 м / с$$

$$D_2 = 2u_2 / \omega = 2 * 19.7 / 152 = 0.26 м;$$

$$b_2 = Q_k / (\pi D_2 c_{2m'}) = 0.0429 / (3.14 * 0.26 * 2.5) = 0.021 м;$$

$$k_1 = \frac{1}{1 - (z_1 S_1 / \pi D_1 \sin\beta_{1л})} = \frac{1}{1 - (7 * 0.004 / 3.14 * 0.125 \sin 25°)} = 1.2;$$

$$k_2 = \frac{1}{1 - (z_1 S_2 / \pi D_2 \sin\beta_2)} = \frac{1}{1 - (7 * 0.003 / 3.14 * 0.125 \sin 25°)} = 1.08;$$

$$\omega_1 = k_1 c_{1m} / \sin\beta_{1л} = 1.20 * 3.14 / \sin 25° = 8.9 м / с;$$

$$\omega_2 = k_2 c_{2t} / \sin\beta_2 = 1.08 * 2.6 / \sin 20° = 8.2 м / с;$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = 8{,}9 / 8{,}2 = 1{,}08.$$

Қалақшаның қалыңдығын кіре берісте 54 мм. шыға берісте S_2 – 3 мм-ге тең етіп қабылдаймыз.

k_1 және k_2 коэффициенттері алдында қабылданғаннан (1,12 и 1,04) айтарлықтай ерекшеленеді (3 % жоғары). D_2, k_1, k_2, w_1 және w_2 параметрлерін қолданып, екінші жуықтап жақындауды есептеу үшін 11 пунктке ораламыз.

Екінші жуықтаудың есептік нәтижелері төменде келтірілген:

Параметр	c_{1m}, м/с	$\beta_{1л}$	b_2, мм	β_2	$z_л$	$H_{рт}$, м	c_{2m}, м/с
Мәні	3,36	26°30′	21	20°30′	7	25.8	2.7

Параметр	u_2, м/с	D_2, м	k_1	k_2	ω_1, м/с	ω_2, м/с
Мәні	20	0,263	1,19	1,08	8,37	8,32

k_1 және k_2 коэффициенттері алдында қабылданғандарға (1,12 и 1,04) жуықтайды (1,2 и 1,08). Сондықтан есептеуді аяқтауға болады.

Дөңгелектің геометриялық есептік нәтижелері төменде келтірілген.

Параметр	D_1, м	b_1	$\beta_{1л}$	D_2, м	b_2,	β_2	S_1,мм	S_2,мм	$z_л$
Мәні	0,125	39	26°30′	0,263	21	20°30′	4	3	7

Жұмыстық дөңгелектің ағысты бөлігін есептеу ЭЕМ-нің көмегімен атқарылуы мүмкін. ЭЕМ-ге енгізудің бастапқы деректері; Q — сораптың берілген беріліс мөлшері; H – сораппен туындайтын тегеурін; n – біліктің айналу жиілігі; ω – біліктің бұрыштық жылдамдығы; ρ – сұйықтың тығыздығы; g – ауырлық күшінің үдеуі; $\eta_м$ – сораптың механикалық ПӘК-і; $[\tau]$ – бұру кезіндегі білік материалының рұқсат етілген кернеуі; l – бөлгіш, сорғы сатыларының санына тең; k_1 және k_2 - ығыстыру коэффициенті; S_1 және S_2 – кірердегі және шығардағы қалақша қалыңдығы; $\rho_к$ – реактивтік коэффициент; $c_{от}$ – қалақшаға кірердегі сұйықтың абсолютті жылдамдығының меридиандық проекциясы; δ – шабуыл бұрышы.

Берілген мысалда сораптың бірінші сатысынан келесілеріне өту үшін $D_2/D_1 \geq 2{,}5$; болуы тиіс. Төлкс диаметрінің мәні білік

диаметрі арқылы және көмекші коэффициентінің m мәнін бүтін санға дейін дөңгелектсумен (мм- де) анықталады.

Жұмыстық дөңгелек осінің координат нүктелерін есептеу. Негізгі берілген бастапқы деректер: r_1=138/2=69 мм; r_2=250/2=125 мм; β_{1_7}=30°30'=0,532 рад. - β_2=24°=0,4187 рад.

Тордың бөліну санын таңдайды z_0 =20.

Есептеу алгоритммен жүргізіледі.

$$A= 0,532 - 0,4187 = 0,1133 \text{ рад}; \quad c=0,125 - 0,059 = 0,066 \text{ м},$$
$$\Delta q = 0,66/20 = 0,0038 \text{ м};$$

$$R = (0.066(\cos 0.4187 - \cos 0.532 * \cos 0.1133) - 0.13(\sin 0.4187 - \sin 0.532 * * \sin 0.1133))/\sin^2 0.1133 = 1.283м$$

$$k_2 = \frac{0.066}{2}\left(\frac{1}{tg0.532} + \frac{1}{tg0.4187}\right) = 0.13м;$$

$$R^2 = 1.646;$$

$$H = 1.283\cos 0.532 - 0.066 = 1.0399;$$

$$h_i = \sqrt{1.646 - (1.0399 + i\Delta q)^2} - \sqrt{1.646 - (1.0399 + (i+1)\Delta q)^2}.$$

H, R, Δq және i-дің (0, 1, 2, 3,...., 20) мәндерін программаға қойып, қажетті h_i мәндерін есептеп береді.

i	1	2	3	4	5	6	7
$10^3 h_i$	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9
i	8	9	10	11	12	13	14
$10^3 h_i$	4.9	4.9	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2
i	15	16	17	18	19	20	
$10^3 h_i$	5.3	5.3	5.4	5.44	5.51	5.58	

Сызу h_i мәнімен программа бойынша жүргізіледі.

3.3. Мұнай өндірісіндегі сораптарының ортадан тепкіш газ сепараторлары

ЭОТСҚ қолданылатын ұңғыларда газбен күресудің келесі әдістері белгілснген:

- сораптьі белгілі зонаға түсіру, бұл зонада қабылдаудағы қысым сораптың оптимальды берілісін және оның тұрақты жұмысын қамтамасыз етеді;
- сепаратордың әртүрлі конструкцияларын қолдану:
- сораптың қабылдау жағында бытыратушы (диспергиялайтын) құрылғының орнатылуы;
- құбыр сыртындағы кеңістіктен газдың түсірулуін мәжбүрлеу;
- "конусты" және "сатылы" комбинциялынған сораптарды қолдану.

Сораптың қабылдауында мұнайдың қанығу қысымын немесе оған жақын қысымды орнату. Бұл әдіс технологиялық және ұйымдастырулық жағынан оңай болғандықтан, кеңінен таралған, бірақ жоғарыда айтылған әдісті қолдану үшін сорапты үлкен тереңдікке түсіру керек, ал бұл тиімсіз болады. Мұның себебі - СКҚ-ға, кабельге, электр энергиясына және СПО-ға қосымша қаражат керек және де бұл технологиялық жағынан көп жағдайда мүмкін емес.

Сепараторларды қолдану. Бұл әдіс сораптың қабылдауында газ бен сұйықты бөліп, газды құбыр сыртындағы кеңістікке шығара алатын арнайы құрылғыларды қондыру қажет етеді.

Диспергаторларды қолдану. Диспергаторлардың қолдануын беру сұйығында газдың шектік көлемінің мәнін 0,1-ден 0,25-ке дейін көбейтуге мүмкіндік береді, бұл ортаның жұқадисперсты құрылымының пайда болуы арқылы жүзеге асады. Диспергаторлар тұтқырлы эмульсияның құрылымын жақсы бұзатындықтан оларды суланған ұңғыларда пайдалануға өте тиімді.

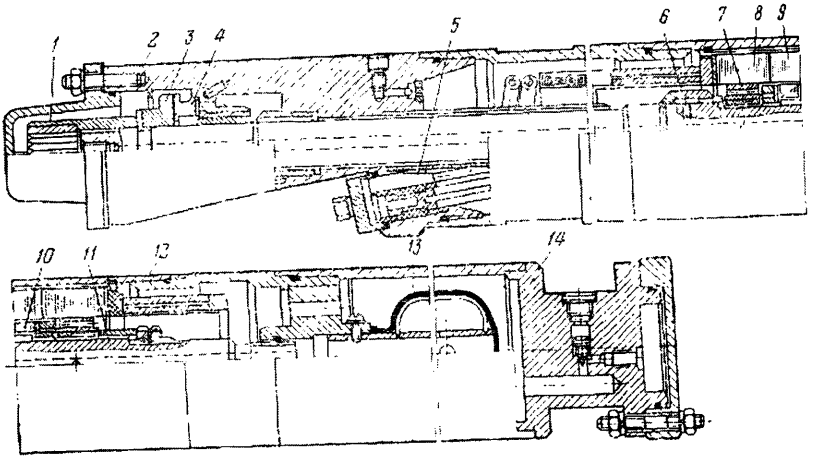
Диспергатор ағында күшті турбулизатор болып табылады және газ-сұйықты қоспаның құрылымын тегістейді. Диспергатор сораптың бірнеше сатысының орнына оның сыртында немесе ішінде қондырылуы мүмкін.

Құбыр сыртындағы кеңістіктен газдың мәжбүрлеп түсірілуі. Ұнғыны қолдану кезінде сораптың қабылдау зонасындағы газдың бір бөлігі сұйықтан құбыр сыртындағы кеңістікке бөлініп шығады. Онда ол оның ішінде жиналып, газ сұйықты сораптың қабылдауына дейін ығыстырып, сорапқа түседі де оның берілісін азайтып немесе құрғақ үйкеліс режиміндегі төтенше жағдайға әкелуі мүмкін. Одан басқа газ қабатқа қарама-қарсы бағытта болып сұйықтың ағынын азайту мүмкін.

Аралас (комбинированный) сораптарды қолдану. Егер сериялы сораптың қабылдауында кейбір сатыларды үлкен өнімділікті сатымен алмастырса газдың "нашар" әсері азаяды. Каналдың үлкен аумағына ие болған бұл сатылар қабылдауға газ-сұйық қоспасының үлкен мөлшерде енуін қамтамасыз етеді. Сериялы сораптарға түскенде сығылу және газдың сұйықта еруінің арқасында қоспаның көлемі азаяды, бұл арқылы оптималды өнімділік іске асады.

3.4. Батырмалы электрқозғалтқыш

Батырмалы электроқозғалтқыш үш фазалы асинхронды қысқа тұйықталған қозғалтқыш болып табылады (3.10-сурет) және оның ішкі аумағы маймен толтырылған. Ол ішінде статор мен ротор орналаскан тұрқыдан (12), подшипниктерге қондырылған біліктен (11), ал головкасында өкшеден (пята) (3) және өкшеастылықтан (4) тұратын тірсуіш подшипник орналаскан. Статор бөлек магнитті (8) және магнитті емес (9) секциялардан кезектесіп жиналады. Ротор роторлы қаңылтырлар пакетінен (10) құралады. Магнитті емес секцияларда радиалды сырғанау подшипниктері (7) орналаскан. Статордың орамы және "тиін торының" мыс стерженьдері арнайы ойықтарға жатқызылған. Статор орауының шығарымдары (вывод) головкада (2) орналаскан кабельдік енгізудің (5) (ввод) колодкасымен байланыстырылады [1].



3.9-сурет. Батырмалы электрокозғалтқыштың сұлбасы

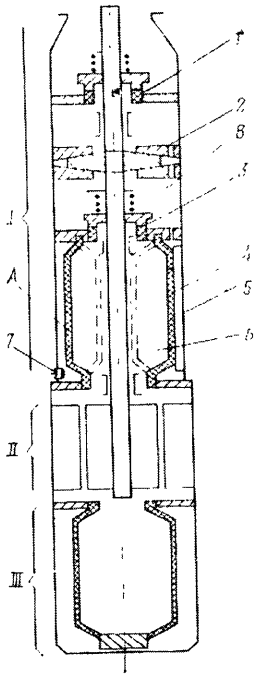
Электрокозғалтқыш ішіндегі майдың циркуляциясын (айналымы) қамтамасыз ету үшін қозғалтқыштың бос білігіне турбина (6) орнатылған. Оның айналуы кезінде май ротор және статор арасында қозғалады да статордың жинағындағы (набор) арнайы тесіктерден ағып, біліктің төменгі жағында орналасқан сүзгіден (13) өтеді. Осы кезде май подшипниктерді майлайды және жылуды қызу көзінен тұрқыға жеткізеді, ал ол өз кезегінде қабат сұйығымен суытылады. Қозғалтқышты толтыру үшін тұтқырлығы аз, жаксы майлау қасиеттері бар және тесу кернеуі жоғары май қолданылады (40 кВ-тан төмен емес).

Сораптың табанында (14) гидрооқшаулағыш компенсатор орнатылады, ол электрокозғалтқышпен фланецті қосылыс арқылы байланысады.

Электрокозғалтқыштың тұрқысының жоғары бөлігі протектормен фланецті қосылыспен байланысады, электрокозғалтқыштың білігі протектор білігімен шлицті муфта (1) арқылы байланысады.

Протектор электрокозғалтқышты қабат сұйығынан гидравликалық қорғау және температура өзгергенде майдың көлемінің өзгеруін компенсациялау қызметін атқарады. Ол электрокозғалтқыш пен сораптың арасында орналасады.

Протектордың құрылымын *Г* типті гидрокорғау үлгісінде қарастырамыз (3.10-сурет) [1].



3.10-сурет.
Гидрокорғау протекторы

Протектор I электрокозғалтқыштан II төмен орналасқан май көлемінің компенсаторынан III, майысқақ диафрагамасы бар бөлгіш камерадан (4), қапталдық нығыздауыштары (1) және (3) бар біліктен және тірсуіш өкшеден (2) тұрады.

Протектор келесі әдіспен жұмыс істейді: *А* ішкі қуысына тұтқырлығы аз маймен толтырылады, мысалы электрокозғалтқыш толтырылған трансформатор майы. Бұл қуыс электрокозғалтқыш аумағы арқылы май аумағының компенсаторылық қуысы *В*-мен байланысады. Иілгіш элемент қоршаған ортаның қысымын *Б* қуысына жібереді.

Майдың жұмсалуы кезінде компенсатор көлемі азаяды. Қызу нәтижесінде майдың көлемі ұлғайған кезде компенсатордың көлемі де үлкейеді.

В қуысында екіжақты өкшені – сорап білігінен осьтік қысымды қабылдайтын тіреуіш пошипникті майлауға арналған май орналасады. Өкшеден жоғары және төмен жақтарда қаптауыш нығыздауыштар орналасады: төменгісі – электрокозғалтқышпен жалғанған ішкі қуысты В герметизациялайды, ал жоғарғысы – тіреуіш подшипникті майлауға арналған майдың ағып кетпеуі үшін арналған.

Майдың жұмсалуы кезінде *Б* - қуысынан *А* - қуысына клапан (7) арқылы қабаттың сұйығы келіп түседі, ол жерде сұйық тұндырылып мұнай және суға бөлінеді. Майдың толық жұмсалуынан кейін мұнай түтік (5) және тесік арқылы *В* қуысына түседі де ротордың білігінің подшипниктерін майлайды.

ЭОТСҚ қолдануға арналған ұңғы сағасының құрылғылары СКҚ-ның агрегаты мен кабельдің ілінуін, ұңғы өнімінің манифольдқа түсірілуін, СКҚ тізбегімен шегендеуші тізбегі арасындағы кеңістікті герметизациялауын, кабель кіруін, манифольдқа газдың қысымының артуы кезінде құбыраралық кеңістіктен газдың қайта кіруін, ұңғыны зерттеуге арналған приборлардың орнатылуын – СКҚ тізбегінде және құбыраралық кеңістіктегі қысымды өлшеу үшін манометрлер, ұңғыда сұйықтың деңгейін өлшеу және т.б. камтамасыз етеді.

Шегендеуші тізбекте орнатылатын сағалық жабдықтың ішінде кабельмен СКҚ-ны герметизациялайтын нығыздауыштар және алынып салынатын тұрқылары орналасқан құбыр басы (трубная головка) бар. Нығыздауыштар алынатын фланецпен қысылады. Құбыр сыртындағы кеңістіктен газды шығарып жіберу үшін колеконы орнату карастырылған, ол құбыраралық кеңістікті кері клапан арқылы манифольдпен байланыстырады. Құбыр басы ұңғыны зерттсу кезінде қолданылатын және аспаптарды қосу үшін арналған тесіктермен жабдықталған.

Кабельдік желі батырмалы қозғалтқышқа электр энергиясын тасымалдауға қызмет етеді. Ол негізгі дөңгелек пішінді кабельден және оған жалғанған жалпақ кабель мен кабель енгізгішінен (ввод) тұрады. Дөңгелек пішінді кабель СКҚ-ның бойымен орналасып, басқару станциясынан батырмалы агрегатқа дейін тартылады. Одан сәл жоғары бөлікте ол жалпақ кабельмен жалғанады, өз кезегінде соңғысы агрегат бойымен орналасып, электрлі қозғалтқышқа муфта арқылы беріледі.

Қондырғының басқару станциясы агрегатты іске қосу және ажырату жұмыстарымен қатар оның жұмыс режимін бақылайды. Сонымен бірге станцияның көмегімен қондырғыны қолмен немесе автоматты басқару режимдерін іске асыру, қондырғыны диспетчерлік пункттен қашықтан басқару немесе уақыттық реле арқылы программалы басқару мүмкіндіктері карастырылған.

Қондырғыларды электр энергиясымен жабдықтау жүйесінде қолданылатын трансформатор желілік кернеуді қажетті деңгейге дейін көтеруге арналған. Себебі, кабельдердегі ток күшінің аздығынан оның шығыны азаяды да, электрлі

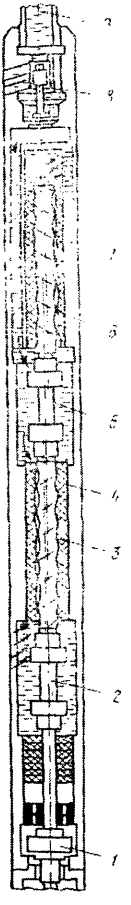
қозғалтқышты іске қосу мен оның техникалық көрсеткіштерін жоғарылатуға мүмкіндік береді. Трансформаторлар маймен суытылатын етіп жасалынады және магниттік өткізгіштен, жоғары және төменгі кернеулі орамдардан, радиатор мен май сақтайтын ыдыстан тұрады.

3.5. Ұңғылық бұрандалы сорап қондырғылары

Бұрандалы сораптар көлемдік сораптардың келесі артықшылықтарына ие болады: салыстырмалы аз берілім кезінде едәуір жоғары тиімділік (16-200 $м^3$/тәу беріліс кезінде 60-70%), тұтқырлы сұйықпен жұмыс жасау кезіндегі жұмысының жоғары тиімділігі ($6 \cdot 10^{-4}$ $м^2$/с дейін). Одан басқа сорап берілісі бір қалыпты соққысыз болады және жұмыс істеу кезінде тұрақты эмульсиялар болмайды. Сорап жұмыстық мүшелерінің жасалуының қарапайымдылығымен ерекшеленеді. Оның кемшілігіне олардың тегеуріндерінің шамасы ұзын бұрандалар мен құрсаулар (шеңбер) жасауының технологиялық мүмкіндіктерімен шектелгенін және сораптың бұрандасы тек қана өз осімен ғана айналмай, сонымен бірге эксцентриситет бойымен айналуын жатқызуға болады. Бұл бұрандамен жетектің білігін байланыстыратын эксцентрикалық муфталарды қолдануға мәжбүр етеді, ал ол өз кезегінде оның конструкциясын күрделендіреді. Сорап білігінің эксценриситет бойынша айналуы агрегатта радиальды инерциялы күштерді тудырады.

Негізінен бұрандалы ұңғылық сораптар мұнай кенорындарында қабат сұйықтарын алу кезінде өзінің жоғары тиімділігін көрсетті, әсіресе сұйықтардың тұтқырлықтары жоғары болған кездерде.

Ұңғылық бұрандалы сораптың қондырғысында компенсаторы және гидроқорғауы бар батырмалы электроқозғалтқыш, бұрандалы ұңғылық сорап, кабель, кері және ағызып жіберетін клапандар, орнатылған СКҚ, саға қондырғылары, трансформатор және басқару станциясы бар. Қозғалтқыш ЭОТС қозғалтқышын ұқсас 50 $с^{-1}$ айналу жиілігінде және одан кем айналу жиілігіде ($25с^{-1}$) қолданылады, бірақ олардың конструкциялары принципиальдық жағынан бірдей болады.



3.11-сурет. Бұрандалы сораптың құрылымы

Сериялы шығарылатын екі жұмыстық органы бар ұңғылық бұрандалы сорап екі жұмыстық бұрандалардан (3) және (6), (4) және (7) құрсаулардан, (2) және (5) эксцентрикалық муфталардан (бір муфта бұрандаларды бір-бірімен қосады, ал екіншісі төменгі бұранданы сораптың қосқыш білігімен байланыстырады), жоғары жұмыстық мүшенің қабынан, сақтандырушы поршеньді-золотникті клапаннан (8) және іске қосу муфтасынан (1) тұрады.

Ұңғыдан шығатын сұйық қабылдауыш торлар арқылы сораптың жұмыстық мүшелеріне түседі. Айналатын бұрандалар сұйықты бұрандалардың арасындағы кеңістікке айдайды, ол жерден жоғарғы жұмыстық мүшенің қабығы (кожух) арқылы сақтандырушы клапанға 8, ал одан кейін СКҚ -ға (9) түседі.

Бұрандалардың арасындағы кеңістіктегі айдау қысымы жоғарғы және төменгі бұрандаларға әсер етіп, олардың жинағын осьтік күш салудан босатады. Бұл кезде сораптың беру үлгісі екі бұранданың берілімдерінің қосындысына тең. Сораптың тегеуріні бір бұрандалы сораптың тегеурінінс тең болады.

Сораптың бұрандалары арнайы құрылғысы бар токарлы станокта легирленген болаттан жасалып, тозуға төзімді және шыдамды хромдық қабатпен капталады. Бұрандалар тек қана өз осінен ғана емес, сонымен бірге эксцентриситет бойынша айналатындықтан, конструкторлар радиалды инерциялы күштердің азаюының жолдарын іздейді. Бұл күштерді құрсаудың осіне қатысты бұранданың осьтің

эксцентриситетін, бұранданың айналу жиілігін және бұранда массасын кеміту арқылы азайтуға болады.

Екі универсалды шарнирі және олардың арасындағы білікшесі бар эксцентрикалы муфталар бұрандаларға күрделі планетарлы қозғалыс жасауға мүмкіндік береді. Айналу моментін беруші муфталардың конструкциялары, осьтік күш салуларды қабылдауға есептелген. Бұл күш салулар әсіресе, қуыста екі бұранданы байланыстыратын муфтада жоғары болады, бұл жерде бұрандаларға айдау қысымы әсер етеді.

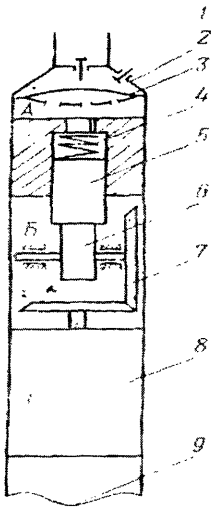
Сақтандырушы клапан (8) сораптың жұмыстық мүшелерін айдалатын сұйықтың жеткіліксіз майлауынсыз жұмыс істеуінен және сораптың едәуір тегеуріні кезінде жұмыс істеуінен сақтандырады. Бұл жағдайларда клапан СКҚ -дан шыққан сұйықты ұңғыдағы сорап қабылдауына жібереді. Клапан тұрқы, золотник және поршені бар ершіктен тұрады [1].

Іске қосу муфтасы сораптың төменгі жағында орналасқан сораптың қосушы білігімен және гидрокорғаудың арасында болады. Ол суырмалы жұдырық (кулачок) арқылы сораптың электрқозғалтқышын өзінің айналу моментінің максимумына сәйкес келетін біліктің айналу жиілігіне жеткенде іске қосуын қамтамасыз етеді. Бұл сораптың сенімді іске қосуын қамтамасыз етеді. Бұдан басқа муфта сораптық бұранданың жұмыстық бағытына кері айналуынан сақтайды.

Бұрандалар кері бағытта айналған кезде, біріншіден сұйық СКҚ-дан ұңғыға ағады, екіншіден сорап жинауындағы резьбаның шешіліп кетуі мүмкін.

3.6. Диафрагмалы ұңғылық сорап қондырғылары

Диафрагмалы ұңғылық сорап қондырғылары электрожетектеушісі бар көлемді плунжерлі сораптарға жатады. Бұл сораптарда алынатын сұйық қабылдаушы және айдаушы клапандар арқылы өткенде, сораптың және жетектеушінің қозғалмалы бөлшектермен тікелей әсерлеспейді. Ол олардан резиналы диафрагмамен бөлінген. Бұл берілген сораптардың қолданудың спецификасын түсіндіреді. Олар агрессивті қабат сұйығы және құрамында едәуір механикалық қоспалары (қабаттан шығатын құм, т.б.) бар сұйықты шығарып алуға арналған.



3.12-сурет. Диафрагмалы сораптың сұлбасы

Диафрагмалы ұңғылық сорап қондырғысы ұңғыға СКҚ-ға түсірілген батырмалы сорап агрегатынан (сораптың және электрожетектеушінің), құбырлардың жанында жүретін кабельден, СКҚ тізбегіне орнатылған жіберуші клапаннан, сағалық жабдықтардан және жоғары бетте орналасқан басқару станциясынан тұрады.

Батырмалы агрегатта айдаушы (1) және сорушы (2) клапандары, диафрагма (3), серіппе (3) және поршень (5) болады. Поршеннің астында бұрыштық тісті беріліс (7) арқылы айналатын эксцентрик (6) орналасқан. Одан төмен электроқозғалтқыш (8) және компенсациялаушы диафрагма (9) орналасқан [1].

Поршеннің үстіндегі *А* қуысы және жетектеушінің жанындағы *Б* қуысы маймен толтырылған. *А* қуысында қатаң бекітілген май көлемі болады. Бұл қуыстан ағып кеткен майдың қалпына келуін, цилиндр тұрқысында орналасқан арнайы клапанмен қамтамасыз етіледі. Бұл клапаннан *А* қуысындағы артық май да шығарылады. Клапандарды диафрагмамен итеруші (толкатель) арқылы байланыстырылған көмекші поршень басқарады.

Батырмалы агрегат келесі түрде жұмыс істейді. Қозғалтқыш білігі және бұрыштық тісті беріліс айналған кезде эксцентрик 6 айналып, эксцентрикке серіппемен (4) қысылған поршень (5) жоғары және төмен қозғалады. Сұлбада поршеннің жоғарғы орындағы жағдайы көрсетілген. *А* қуысының көлемі өзгермегендіктен, поршень төмен жылжыған кезде май поршеньмен босатылған кеңістікті толтырады, ал диафрагма (3) төменге түседі (диафрагманың төменгі жағдайы пунктирмен белгіленген). Сораптың клапан астындағы жұмыстық қуысында қысым төмендеп, ұңғыдағы сұйық сорапқа сорылады. Эксцентриктің келесі айналым кезінде ол поршеньді жоғары жылжытып, май дифрагмаға басып, оны жоғарғы жағдайға

әкеледі. СКҚ-ға (1) клапан арқылы сұйық айдалады. Сонымен айдалатын сұйық тек қана клапандарды, диафрагманы және жұмыстық куыстың қабырғаларына ғана тиеді. Поршеннің (5) қозғалуы үшін *Б* куысының көлемінің өзгеруі диафрагмамен (5) компенсацияланады.

Бұрыштық тісті беріліс және поршеннің эксцентрикалық жетектеушісі габариті шектелген батпалы агрегатта орналасқан соң, олардың қуаты 3-6 кВт-пен шектелген. Электрқозғалтқыш үш фазалы, асинхронды және маймен толтырылған. Электрқозғалтқыш білігінің айналу жиілігі 1350-1500 мин$^{-1}$. Тісті беріліс айналу жиілігін шамамен 2 есе азайтады. Осыған орай поршеннің бір минуттағы қадам саны 750-ге, ал қадамының ұзындығы 15 мм-ге тең болады. Құрамында 1,8%-ға дейін механикалық қоспалары бар катты суланған сұйықтың (90%) алынуы кезінде отандық сораптар мынадай аралық жөндеу периодына ие болады – 200 тәулікке дейін. Дәл осы жағдайдағы ЭОТС (ЭЦН) сораптарының аралық жөндеу жұмысының периоды 2-3 есе кіші болады.

3.6.1. ПДН типті плунжерлі-диафрагмалы сораптар

ПДН типті плунжерлі-диафрагмалы сораптар тұтқырлығы жоғары және құрамында механикалық қоспалары бар қабаттық сұйықты шегендеуші құбырларының минималды диаметрі 114 немесе 121,7 мм-лік мұнай ұңғыларынан сорып шығаруға арналған.

Қабат сұйығындағы механикалық қоспалардың концентрациясы 50 г/л-ден артық болмау керек және ерітілген еркін газ құрамы – 10%-дан аспауы қажет. Қабаттағы сұйықтың максималды температурасы 80^{0}С, ал оның ең үлкен тұтқырлығы $9 \cdot 10^{-3}$ м^2/с шамасында болуы қажет.

Климаттық орындалуы В, ал орналасу категориясы 5 (МЕСТ 15150-69).

ПДН типті плунжерлі-диафрагмалы сораптарға тапсырыс беру немесе басқадай құжаттарда көрсету мақсатында олардың шартты белгілері мынадай индекстерден тұрады:

ПДН – плунжерлі диафрагмалы сорап;

40 немесе 50 – штоктың диаметрі, мм;

1500, 2000 немесе 2500 – сораптың ұңғыға түсірілетін шекті шамасы, м;

2,5; 1,6 немесе 1,1 – плунжердің шектік жүрісі, м;

Т – сораптың ауыр мұнайға арналып жасалғаны (клапандары екіқабатты);

Ц – сораптың диафрагмасы цилиндрлі болып жасалынған (басқа сораптарда диафрагманың пішіні жалпақ болып келеді).

Белгілеудің соңында климаттық орындалу В және МЕМСт 15150-69 бойынша орналасу категориясы (5), сонымен бірге техникалық шарттардың нөмірі ТУ 3665-104-05747979-2004 көрсетіледі, [1].

Мысал ретінде шток диаметрі 40 мм, ұңғыға түсірілетін шектік шамасы 1500 м, плунжердің шектік жүріс ұзындығы 2,5 м, климаттық орындалуы В, орналасу категориясы (5) және техникалық шарттары ТУ 3665-104-05747979-2004-ке сәйкес келетін ПДН типті плунжерлі-диафрагмалы сораптың шартты белгілерін келтірейік:

ПДН-40-1500-2,5 В5 ТУ-3665-104-05747979-2004.

Сол сияқты цилиндрлі диафрагмасы бар:

ПДН-40-1500-2,5Ц В5 ТУ-3665-104-05747979-2004.

Сол сияқты екіқабатты клапандары бар ауыр мұнайға арналған:

ПДН-40-1500-2,5Т В5 ТУ-3665-104-05747979-2004 немесе

ПДН-40-1500-2,5ЦТ В5 ТУ-3665-104-05747979-2004.

3.1-кесте

Сораптың айдайтын ортасына байланысты тағайындалу көрсеткіштері

Ортаның аты мен тағайындалуы	Ортаның көрсеткіші	Көрсеткіштердің мәндері
Құрамында механикалық қоспасы 50 г/л-ден аспайтын ұңғылық сұйық	Температура, ^{0}C Тұтқырлық, м^2/с Тығыздық, кг/м^3 Сутегілік көрсеткіш pH Су құрамы Газ факторы, %	80 $9*10^{-3}$ 830-110 4,2-6,8 кез келген 10

3.6.2. Сораптың құрылымы мен жұмыс қағидасы

Сорап негізгі екі бөліктен тұрады (3.13-сурет): үстіңгі бөлік – гидроцилиндр деп аталады. Мұнда цилиндрден (10) және штоктан (11) тұратын жұмыстық жұп орналасқан. Астыңғы бөлікте сораптың орындауына байланысты саны 1 ден 3-ке дейін диафрагмалық ыдысшалар (17) бар. Диафрагманың (18) көмегімен ыдысша осьтік бағытта екі қуысқа бөлінген – коллекторлы, мұнда барлық ыдысшалар бір кеңістікке коллекторлы құбырмен (6) біріктіріледі және ыдысшаның қабырғасындағы тесік арқылы сору камерасымен жалғасқан қуыс. Коллекторлы қуысқа жұмыстық денс – И-8А (МЕМСт 20799-88) майы құйылып, оның көмегімен жұмыстық дененің қысымы арқылы диафрагма қарсы бөттегі қабырғаға итеріледі.

Штоктың жоғары қарай жүрісінде гидрожүктің (3.15-сурет) қуысында вакуум пайда болады да, ыдысшалардағы диафрагмалар коллекторлы қуыстың қабырғасына жылжуға мүмкіндік алады. Қабат сұйығының қысымымен сору клапаны (2) ашылып, сору патрубогі (3) арқылы сұйық сору камерасына келіп түседі. Сонымен бірге, айдау клапаны (15) сорап компрессорлы құбырдағы (СКҚ) сұйық бағанасының қысымымен ұсталып тұрады да қабат сұйығы диафрагманы шеткі жағдайға – коллекторға қарай ығыстырып сору камерасын толтырады.

Штоктың төмен қарай жүрісі кезінде цилиндр қуысының көлемі кемиді және жұмыстық денс коллекторлы қуыстан диафрагманы сығу арқылы ыдысшаларға айдалады. Өз кезегінде диафрагма қабат сұйығын тесік арқылы сору камерасына айдайды да, онда артық қысым пайда болады. Айдай клапаны ашылады да, коллекторлы қуыстың көлемінен ығыстырылған жұмыстық дененің көлеміне тең өндірілетін сұйық көлемі СКҚ-ға беріледі.

Диафрагмалар сұйық бағанасының қысымын жасау арқылы 1 кгс/см^2 -ден жоғары емес қысым құламасымен жұмыс істейді, себебі ыдысшалардың коллекторлы қуыстарындағы майдың қысымы қабат сұйығы бағанасының қысымына қарсы тұрады.

Штоктың жоғары қарай жүрісінде цикл қайталанады.

Диафрагмалы сораптар өнімділіктің кең диапазонында жұмыс істей алады және ол шама бір минуттағы екіжақты жүрістің шекті санына байланысты болады. Сораптың өнімділігінің шамасын өзгерту үшін немесе тербелгіштің бір

минуттағы екіжақты жүрісінің саны басқа түрін қолданып, штоктың жұмыстық жүрісінің ұзындығын таңдау кезінде шток жүрісінің келтірілген қатынасы мен тербеліс циклінің санының көбейтіндісі мына теңсіздікпен анықталуы керек:

$$n \cdot L \leq 15, \qquad (3.1)$$

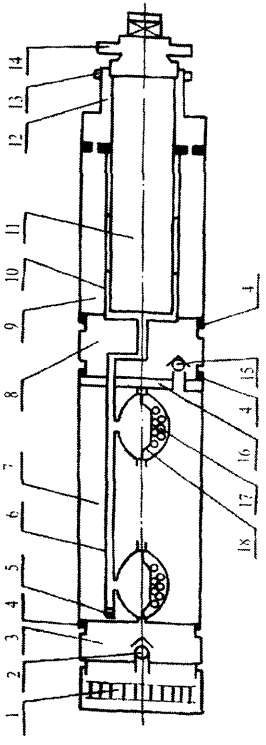
мұндағы: n – бір минуттағы цикл саны;

L – шток жүрісінің ұзындығы.

Сорапты ұңғыдан көтеру кезінде сұйықты СКҚ тізбегінен ағызып жіберу үшін, тұтынушының талабына сәйкес сорап мембранды типті ағызу клапанымен жабдықталуы мүмкін (3.13-сурет). СКҚ-ға суды 2-4 МПа (немесе 20-40 кгс/см^2) қысыммен бергенде ағызу клапанының мембранасы (3) қиратылып, қабаттық сұйық СКҚ-ны босатады.

Сонымен бірге, қирату мембрананы қысымы ($P_{кир}$) мына формуламен анықталады:

$$P_{кир} = H_{дин} + P_1 + 2\text{-}4, \text{ МПа}, \qquad (3.2)$$



3.13-сурет. ПДН-44-1200 маркалы плунжерлі-диафрагмалы сорап:
1-сүзгі; 2-сору клапаны; 3-сору патрубогы; 4-нығыздағыш; 5-ағызу клапаны; 6-коллекторлы құбыр; 7-гидравликалық жүйе (сораптың өзі); 8-муфта; 9-гидрожетек; 10-цилиндр; 11-шток; 12-аударғыш; 13-фиксатор; 14-құйрықша; 15-айдау клапаны; 16-букса; 17-ыдысша; 18-диафрагма.

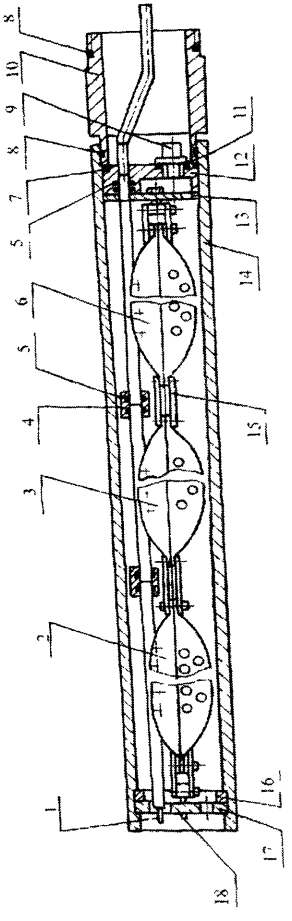
мұндағы: $H_{дин}$ – қабат сұйығының төменгі деңгейінен ұңғының сағасына дейінгі динамикалық максималды көтеру биіктігі, МПа. P_1 – қабат сұйығының сағалық деңгейдегі қысымы, МПа.

Көрсетілген формулаларға сәйкес сораптарды тұтынушы оларды жасаушы кәсіпорынға сорапты пайдалану кезіндегі жұмыстық қысымы $H_{дин}$ і P_1 (МПа) туралы ақпар беруі қажет.

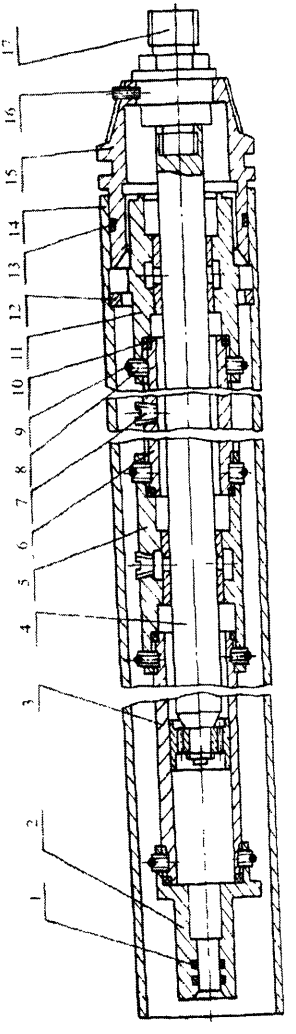
Егер тұтынушыдан мәлім етілген ақпарат келіп түспесе, онда жасаушы-кәсіпорны клапандарды қирату қысымы $P_{қыр}$ P і *2-4* (МПа)-ға тең ағызу мембраналарымен қамтамасыз етуге құқы бар; мұндағы, P – сораптың максималды қысымы, МПа.

Диафрагмалы сораптар плунжердің төменгі орнын белгілейтін фиксаторлармен (13) жабдықталады (оны ұңғыға түсіру үшін). Сорапты ұңғыға тек қана штокты батырып және фиксатормен бекіткеннен кейін түсіруге болады. Фиксатордың қимасының кесу күші 30 000 Н. Сораптар өндіріс орнына ыдысшалары толтырылып, жиналған күйінде жеткізіледі. Ыдысшаларға құйылған май регламенттеуден өтеді, диафрагманың қысыммен қабырғаға жабыспауын қамтамасыз етеді және ол өз кезегінде диафрагма ыдысшаның тесігіне қысылып, жыртылып кетуден сақтайды. Диафрагмалы сораптардың жекелеңген жетектері болмайды. Жетек көзі ретінде кез келген типті тербелмелі станок қолданылады және ол штоктың жұмыстық жүрісінің ұзындығы мен екіжақты жүрістерді толық қамтамасыз етеді.

3.14-суретте диафрагмалы сораптың гидравликалық жүйесінің үлкейтілген сұлбасы көрсетілген. Гидравликалық жүйеде бірінің үстіне бірі орналасқан үш ыдысша бар (1, 2 және 6). Олар бір біріне планкалардың (16) көмегімен параллель қосылған және өнімділіктері де үш еселенеді. Ал 3-суретте сораптың гидрожетегінің сұлбасы берілген. Мұнда штоктың (4) цилиндрдегі (3) жоғары-төмен қозғалысы арқылы диафрагмалы сораптың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз етеді.



3.14-сурет. Гидравликалық жүйе:
1-ағызу клапаны; 2-төменгі ыдысша; 3-ортадағы ыдысша; 4,10-муфталар; 5,7,8,11- сақиналар; 6-жоғарғы ыдысша; 9-айдау клапаны; 12-букса; 13-жоғарғы тірек; 14-сораптың қабығы; 15-планка; 16-гайка; 17-төменгі тірек; 18-бұранда



3.15-сурет. Гидрожетек қондырғысы:
1,10,13-сақиналар; 2-сору патрубогы; 3-цилиндр; 4-шток; 5,11-ығыздағыш; 6-гидроқорғау цилиндрі; 7-тығын; 8-бұранда; 9-сым; 12-гайка; 14-корпус

3.2-кестеде «Ливгидромаш» зауыты жасап шығаратын плунжерлі-диафрагмалы сораптардың түрлері көрсетілген.

3.2-кесте

Көрсеткіш аттары	ПДН 40-1500-2,5	ПДН 40-1500-2,5Т	ПДН 40-1500-2,5Ц	ПДН 40-1500-2.5ЦТ	ПДН 40-2000-2,5	ПДН 40-2000-2,5Т
Сораптың теориялық өнімділігі, $м^3$/тәул.: -шток жүрісі 2,5 м, 6 қос жүріс/мин -шток жүрісі 2,5 м, 6 қос жүріс/мин -шток жүрісі 2,5 м, 6 қос жүріс/мин	27,1 6,5					
1 минуттағы қос жүрістің шектік мәні	6					
Қысымы, МПа	15				20	

3.7. Гидропоршеньді сораптық қондырғыларды қолдануғаарналған ұңғылық жабдықтар

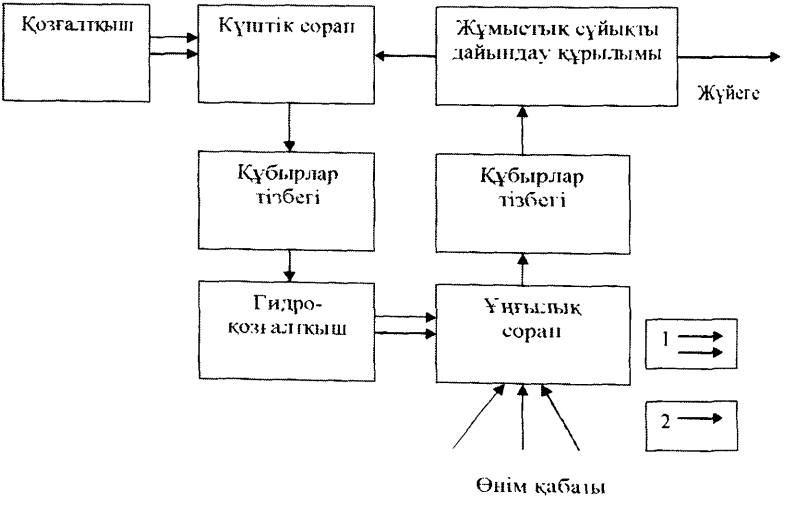
Гидропоршеньді сораптар гидрожстекшсушінің барлық ерекшеліктеріне және мұнайды механикалық өндіруге арналған басқа қондырғыларға қарағанда көптеген артықшылықтарына ие болады. Оларды қолдану механикалық энергияны беруші қатынастарды қажет етпейді (штанга, канат, кабельдер, т.б.); кез-келген қисық сызықты ұңғыны қолдануға мүмкіндік береді; сұйықтың алым мөлшерін реттеуге және бірнсше ұңғыға ортақ гидрожстектсушіні қолдануға болады. Одан басқа еркін-лактырылғыш (свободно-сбрасываемого) типті сорапты қолдануға; терендік аспаптарын гидропоршеньді сорап сұйық ағынымсн бірге тасымалдауға; өндірілген сұйықты алғашқы өңдеу үшін химиялық реагенттерді қолдануға болады. Сорапты

ауыстыру кезінде ұңғының жұмысын бастырмай (тоқтатпай) жасалынуы мүмкін.

ГПСА-ның (ГПНА) құрылыс сұлбасы 3.16-суретте көрсетілген.

Гидропоршенді сорапты қондырғылар келесі түрде классификацияланады:

- жұмыстық сұйықтың циркуляциясының принципиальды сұлбасы бойынша – ашық немесе жабық жүйелі;



3.16-сурет. ГПСА-ның структуралық сұлбасы:
1-энергияны механизм арқылы берілісі;
2-энергияның сұйық арқылы берілісі.

- ұңғылық сораптың жұмыс істеу принципі бойынша – бірлік, қосжүрісті немесе дифференциалды жүрісті;
- гидроқозғалтқыштың жұмыс істеу принципі бойынша – қос немесе дифференциалды жүрісті;
- батырмалы агрегаттың түсіру әдісі бойынша – СКҚ тізбегімен түсірілетіндер, фиксацияланған немесе еркін – ұңғыға тасталынатындар;
- бір жерлік қондырғысымен жұмыс істейтін ГПСА-лардың (ГПНА) саны бойынша – индивидуальды немесе топтық.

Мұнай өндіргіш ұңғыларда жұмыс істеу үшін золотникті реттеушісі және поршеньді гидравликалық қозғалтқышы бар тереңдік поршеньді сораптар қолданылады.

Ұңғылық жабдықтардың құрамына мыналар кіреді: ұңғылық сорапты агрегат; СКҚ тізбектері; әртүрлі ұңғылық аспаптар – пакерлер, якорьлер, центраторлар; ажыратқыш клапандар, т.б. Ұңғылық сораптық агрегаттың құрамында плунжерлі және поршеньді гидравликалық қозғалтқыштар болады. Сонымен бірге, сораптың плунжері штоктың көмегімен гидравликалық қозғалтқыштың плунжерімен байланыстырылған. Жоғары беттен гидравликалық қозғалтқышқа күштік (силовые) сораптар арқылы қысыммен жұмыстық сұйық беріледі (бұл механикалық қоспалардан тазартылған және газ бен судан ажыратылып, арнайы дайындықтан өткізілген өндірілген мұнай болу мүмкін). Золотник-реттеуші немесе гидравликалық қозғалтқыштың ауыстырып қосушысы (переключатель) жұмыстық сұйықты кезекпен оның поршенінің астына және үстіне орналасқан қозғалтқыш цилиндрінің штокті және жұмыстық қуыстарына жібереді. Қозғалтқыш поршені қайтымды-илгерілмелі қозғалысқа жіберіліп, шток арқылы бұл қозғалысты сораптың плунжеріне береді. Золотниктің жұмысы тереңдік агрегатының поршеньдерін қосатын штокпен немесе арнайы басқару жүйесімен басқарылады.

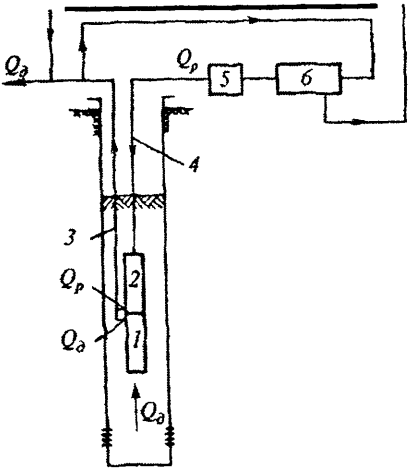
Сорап өндірілген сұйықты жоғарыға көтерді. Қозғалтқышта жұмыс жасап шыққан жұмыстық сұйық көтергіш құбырларға бағытталады, бұл құбырлар арқылы ұңғыдан өндірілетін сұйық бірге жүреді де, жоғары бетке олардың қоспасы шығады.

Бетте жұмыстық сұйықты ұңғылық агрегатқа беретін сорап және жұмыстық сұйықты дайындайтын жүйе орналасқан. Ұңғыдан көтерілген сұйықтың бір бөлігі өнім жинаушы кәсіпшілік жүйеге (НГДУ) бағытталады, ал бір бөлігі жұмыстық сұйықты дайындайтын ашық жүйеге бағытталады. Ол жерде сұйықтан бөлінген су және газ кәсіпшілік жүйеге бағытталады, ал тазаланған жұмыстық сұйық беттік сорапқа барады (3.18-сурет) [1].

Жұмыстық сұйықтың ашық циркуляциялау және оны дайындау жүйесінде тұндырғыштар, сепараторлар, реагентті беруші құрылғылар (мысалы, тұракты эмульсияларды айыру үшін) және кей кезде жылытқыштар болады. Әдетте, жоғарғы

бетте орналасқан күштік сораптар плунжерлі болады, бірақ жоғары тегеурінді ортадан тепкіш сораптар да қолданылу мүмкін.

Жұмыстық сұйықтың жабық циркуляциялы сұлбасы да қолданады. Бұл жағдайда, ұңғыда қосымша үшінші құбыр болу керек, бұл құбыр бойынша қозғалтқышта жұмыс істелінген жұмыстық сұйық өндірілген сұйықпен араласпай жоғары көтеріледі. Сондықтан, жұмыстық сұйықты дайындау операциясы жеңілдейді. Бұл кезде сұйықтан негізінен тек қана механикалық қоспаларды айыру керек (қажалған бөлшектердің тозу өнімдері, құбырдың қабыршақтары, т.б.). Беттік қондырғылар едәуір оңайлатылады, бірақ, ұңғыға үш құбыр түсірілетіндіктен бұл барлық жағдайларда мүмкін емес, ал кей жағдайларда мүлдем іскс аспайды.



3.18-сурет. Гидропоршеньді қондырғының сұлбасы:
1-ұңғылық сорап; 2-батырмалы қозғалтқыш; 3-жұмыс істелінген сұйық және ұңғының өнімін көтеру үшін арналған канал; 4-жұмыстық сұйықты батырмалы агрегатқа жеткізуші канал; 5-беттік күштік сорап; 6-жұмыстық сұйықты дайындау жүйесі.

Қатар қолданылатын бірнеше ұңғыларға бір ғана қуаты жоғары қондырғы сұйығын дайындайтын беттік жүйені қолдану тиімді болады (7-40 ұңғыларға). Сонымен бірге, ұңғылық

гидропоршеньді сораптардың бірнеше типтік өлшемдері болуы мүмкін. Бұл жағдайда қызмет көрсету жұмыстары жеңілдейді және қондырғылардың саны азаяды. Мұндай қондырғылар топтық деп аталады, ал индивидуальды қондырғыларда әрбір қолданылатын ұңғының жанында беттік сорап және жұмыстық сұйықты дайындау жүйесі болады.

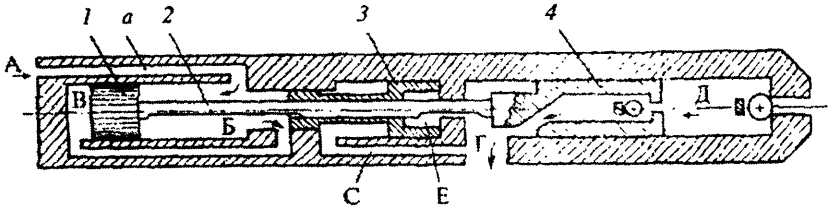
3.8. Гидропоршеньді сораптың батырмалы агрегаты

Батырмалы агрегат сораптан және ағынды сұйықтың золотникті реттеушісі бар қозғалтқыштан тұрады. Қозғалтқыш дифференциалды, бір немесе қосжақты жүрісті болады. Жұмыстық қуыстардың қозғалтқыш және сорап бөліктерінде әртүрлі орналасуына байланысты, батырмалы гидропоршеньді сорап агрегаттарының 900-дан астам сұлбасы бар. Бірақ жүзеге асқан сериялы және тәжірибелі үлгілердің саны шамалы. Негізінен бұл қозғалтқыштары және қосжақты немесе дифференциалды жүрісті сораптары бар агрегаттар. Ең қарапайым түрдегі агрегаттарда дифференциалды жүрісті қозғалтқыш немесе сорап болады, ал қосжақты жүрісті агрегаттар күрделірек болады, бірақ олардың ПӘК-тері жоғары болады және жұмыс істеу режимі бірқалыпты болады (поршеньдердің жоғары және төмен түсу жылдамдықтары бір-біріне жақын болады).

ОКБ БН конструкторлары – Чичеров Л.Г., Калинин В.М және т.б. конструкторлармен ұсынылған сұлба бойынша жасалған дифференциалды жүрісті ең қарапайым агрегатты қарастырайық. Батырмалы агрегат (3.19-сурет) қозғалтқыш цилиндрінен және поршеннен (1), қозғалтқыш поршенін сорап поршенімен байланыстыратын штоктан (2), золотниктан (3), сораптың поршені және цилиндрінен (4) тұрады. *А* каналы бойынша жұмыстық сұйық қозғалтқыштың поршенінің астындағы *Б* қуысына түседі, бұл қуыста жұмыстық қуыстың тұрақты қысымы жасалынады [1].

Суретте көрсетілген поршеннің және золотниктің тұрған жағдайында, *Б* және *В* қуыстары (қозғалтқыш поршеннің үстінде және астында) бір-бірімен байланыстырылған. Шток өзінің астыңғы жағымен сораптың қуысынан шығады, бұл жерде қысым ағызып шығарылатын сұйық бағанының қысымына тең.

Жұмыстық сұйықтың қысымы ағызылып шығарылатын сұйық бағанының қысымынан үлкен. Қозғалтқыш поршенінің үстінен және астынан ағызылып шығарылатын сұйық бағанының қысымы әсер етеді. Штокқа үстінен жұмыстық сұйықтың қысымы, ал астынан ағызып шығарылатын сұйықтың қысымдары әсер етеді. Осылайша штокқа үстінен астына қарай жүретін күш пайда болады, бұл күш бүкіл поршень тобын астына қарай тартады. *Д* қуысынан айдаушы клапан арқылы сораптың поршень үстіндегі *Г* қуысынан алынатын сұйықтың ағып кетуі болады. Сораптың сорушы клапаны бұл кезде жабық болады. Сораптың цилиндріне кіретін шток көлеміне тең болатын, ағызып шығарылатын сұйықтың бір бөлігі көтергіш каналға итеріледі.



3.18-сурет. Дифференциалды батырмалы агрегаттың сұлбасы

Поршеньдердің шеткі төменгі жағдайында штоктың жоғарғы жағындағы бойлық канавканың *Б* қуысын золотник астындағы камерамен байланыстырады, золотник күштер айырымының әсерінен жоғарғы жағдайға келіп, *Б* және *С* каналдарын байланыстырады. Осылайша *Б* қуысы *Г* қуысымен байланыстырылады, қозғалтқыш поршенінің үстінде ағызылып шығарылатын сұйық бағанының қысымы орнатылады. Қозғалтқыш поршенінің астындағы *Б* қуысында жұмыстық сұйықтың тұрақты қысымы қалады. Нәтижесінде қозғалтқыштың поршеніне *Б* және *В* қуыстарындағы қысымдарының айырымынан туатын күштер әсер етеді, поршеньді топ жоғары қарай қозғалысын бастайды.

Сораптың айдаушы клапандары жабылып сорушы клапандары ашылады. Ұңғы қуысынан сорап цилиндріне (*Д* қуысына) сұйықтың сорылуы болады. Штоктың төменгі жағында орналасқан шеткі жоғарғы жағдайдағы бойлық канавка *Е* қуысын золотниктің

Г қуысымен байланыстырады. Золотник астындағы қысым ағызылып шығарылатын сұйық бағанасының қысымына дейін төмендейді. Золотник үстінде жұмыстық сұйықтың үлкен қысымы әсер етеді. Қысым құламасының (перепад) әсерінен золотник төменгі жағдайға қозғалады (3.7-сурет). Осыдан кейін батпалы агрегаттың жұмыс циклі қайталынады.

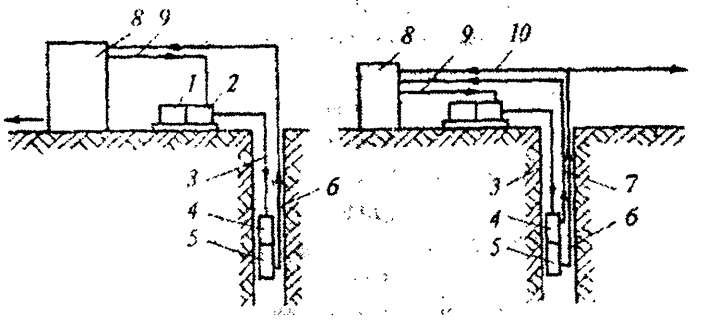
Жер үстіндегі сорап агрегаттары бір ГПСА және де бірнеше әртүрлі ұңғыларда орналасқан ГПСА-ға да жетектеуші болу мүмкін. Олардың арасындағы сұйықты реттеу үшін, жұмыстық сұйықтың шығын стабилизаторы бар реттеуші гребенкалар қолданылады. Гидропоршеньді сорапты қондырғылардың беттік жабдықтарын келесі түрде ажыратылады:

- жұмысшы сұйықтың циркуляциясының принциптік сұлбасының типі бойынша (ашық немесе жабық);
- бір беттік қондырғы арқылы жұмыс істейтін ГПСА саны бойынша (индивидуальды немесе топты).

Қондырғылардың негізгі ерекшеліктерін қарастырайық.

Жұмыстық сұйықтың циркуляциясының сұлбасының типі жұмыстық сұйықтың жоғары бетке қайтарылу тәсілін анықтайды. Жабық сұлбалы қондырғыларда сұйық пайдалы жұмыс істеген соң гидрокозғалтқыштан бөлек канал арқылы жер бетіне көтеріледі. Ұңғылық сораптан шығатын қабаттың өнімі өзінің бөлек каналы арқылы көтеріледі.

Көрсетілген екі типтік қондырғылардың принципиальды сұлбалары 3.19-суретте көрсетілген.



3.19-сурет. Гидропоршеньді сорапты қондырғылардың беттік жабдықтарының принципиальды орналастыру сұлбалары (сол жақта-ашық сұлба, оң жақта –жабық сұлба)

Олардың әркайсысында қозғалтқыш (1) күштік сорапты (2) іске қосады, ол құбырлар тізбегі (3) арқылы жұмыстық сұйықты гидропоршеньді агрегаттың (ГПСА) қозғалтқышына жеткізеді. Қозғалтқышпен (4) іске қосылатын ұңғылық сорап (5) ГПСА, ұңғыдағы қабаттық сұйықты алып, құбырлар тізбегімен (6) жоғары бағыттайды. Ашық сүлбелі қондырғыларда жұмыстық сұйық жоғары бетке құбырлар тізбегімен (6), ал жабық сұлбалы қондырғыларда бөлек тізбекпен (7) көтеріледі.

Ашық сұлбалы қондырғыларда қабаттың және жұмыстық сұйықтардың қоспасы тізбектен (6) жұмыстық сұйықты дайындаушы құрылғыға (8) бағытталады, одан тазартылған мұнай құбырмен (9) күштік сораптың (2) қабылдауына түседі, ал әртүрлі қоспалары бар ағынның қалған бөлігі жинақтаушы кәсіпшілік коллекторға бағытталады.

Жабық сұлбалы қондырғыларда сұйық дайындау құрылғысының буферлі ыдысына (8) қайтарылады, ол жерден құбырмен (9) күштік сораптың қабылдауына (2) бағытталады. Тізбектен (7) шыққан қабат сұйығы жинағыш кәсіпшілік коллекторға жіберіледі, ал сұйықтың шағын бөлігі (1-2%) жұмыстық сұйықтың шығынын толтыру үшін құбырмен (10) дайындау құрылғысына (8) бағытталады, [2].

ГПСА сораптарының барлық конструкцияларын ұңғылық сораптардың жұмыс істеу принципі бойынша үш топқа бөлінеді: бірлік, қос және дифференциалды жүрісті.

Жұмыстық сұйықты дайындау блогының сипаттамалары негізінен қондырғының гидравликалық сұлбасымен ескеріледі: жабық немесе ашық. Бірінші жағдайда, күштік сораптың өнімділігінен оның өнімділігі 1-3%, екінші жағдайда – 50%-ға тең болады.

Әдетте, жұмыстық сұйық ретінде еркін және сүзілген газдан, судан және абразивтан тазартылған өңделмеген мұнай қолданылады. Жабық сұлбаны қолданғанда жұмыстық сұйықтың аз мөлшерін дайындауы кезінде қиындық тудырмаса, ашық сұлбалы қондырғыларға сұйықтың тазартылуы күрделі болып келеді.

ГПСА және күштік сорап ұзақ уақыт жұмыс істеуі үшін жұмыстық сұйыққа жоғары дәрежедегі талаптар қойылады. Бұл талаптардың орындалмауы, мысалы құрамында абразивтің

болуы, үйкеліс парларының қарқынды тозуына әкеліп соғады: сорап ішіндегі нығыздауыш плунжері, поршень-цилиндр, ГПСА-ғы клапан мен золотниктің бөлшектері, коррозиялы-активті компоненттердің көбеюі ішкі қуыстардың жұмыстық бстерінің және гидрожүйенің коррозиясына әкеледі.

Гидропоршеньді сорап қондырғысын таңдаған кезде негізгі мақсат – оның сұлбасын және жинақтаушы жабдықтардың сипаттамаларын анықтау (ұңғылық және бсттік). Есептеулердің алғашқы мәліметтері кәсіпшілік мәліметтерінен алынады, тек СКҚ-ның өлшемдері ғана гидропоршеньді сорап қондырғысының (ГПСА) сұлбасына қарай таңдалады. ГПСА сұлбасын өндіру көлеміне және ұңғының шегендеуші тізбегінің өлшеміне қарай таңдайды. Аз алымдар үшін жұмыстық сұйықтың тұйық циркуляциясын және лақтырылатын батырмалы агрегаты бар ГПСА сұлбасын қолдануға болады, орташа алымдар үшін жұмыстық және өндірілетін сұйықтың араласуын және лақтырылатын батырмалы агрегатын қажет етеді, үлкен мөлшерде алымдар кезінде ГПСА сұлбалары үшін СКҚ-да түсірілетін батырмалы агрегаттар қолданылуы қажет. Мысалы, лақтырылатын батырмалы агрегаты бар қондырғыны жұмыстық сұйықтың көтеру сұлбасына және құбырлардың түсіруіне қарай келесі параметрлерде қолдануға болады:

1) жұмыстық сұйықтың тұйық циркуляциясы: екі параллель СКҚ тізбегі болғанда және ұңғыда пакердің орнатылуы кезінде – егер шегендеуші құбырлар диаметрі 168 мм болса 100м^3/тәу дейін өндіру, ал егер диаметр 146 мм болса, онда шамамен 20м^3/тәу дейін өндіру үшін.

2) жұмыстық сұйықты өндірілген сұйықпен араласқанда, бір СКҚ тізбегі және пакер бар болғанда – егер диаметр 146 мм болса, 500м^3/тәу өндіру үшін.

Үлкен берілістер кезінде ұңғыға СКҚ тізбегінде түсірілетін батырмалы агрегаттарды қолдану керек.

3.9. Гидропоршеньді сораптарды есептеу

ГПСА қондырғы тораптарының параметрлерін есептеу негізінде келесі кезеңдерден тұрады:

1. Сораптың динамикалық деңгей астындағы қажетті бату тереңдігін сораптың толтырылу коэффициенті мен газ факторы берілген кезде анықтау.

2. Сораптың түсірілу тереңдігін сұйықтың динамикалық деңгейінің орналасуына және сораптың осы деңгейге батуын ескере анықтау.

3. Батырмалы агрегаттың типтік өлшемдерін анықтау.

4. Беттік жабдықтардың құрамын және параметрлерін анықтау.

Сораптың динамикалық деңгей астында қажетті бату тереңдігін анықтау, штангалы сораптарға ұқсас анықталады. Сораптың ұңғыға түсірілу тереңдігін динамикалық деңгейдің орналасу тереңдігін белгілі статистикалық деңгейдің орналасуымен, өнімділік коэффициенті және алынатын сұйықтың көлемі бойынша табады. Сораптың түсірілу тереңдігі ұңғыдағы сұйықтың динамикалық деңгейінің орналасуының және осы деңгей астында сораптың бату тереңдігінің қосындысына тең болады.

Батырмалы агрегаттың типтік өлшемдері сораптың берілісі, тегеуріні және батырмалы агрегаттың габариті бойынша анықталады. Сораптың берілісі алдын ала беріледі. Егер өндірілген сұйық СКҚ-ның бос ішкі қуысымен көтерілсе және сұйықтың тұйық циркуляциясы қолданса, батырмалы сорапты дамытатын тегеурін анықталады. Егер сұйық сақиналы қуыспен көтерілсе, онда берілген формулада ағынға қарсы анықталған кедергінің тәуелділіктерін өзгерту керек. Бұл тәуелділіктер өндірілген және жұмыстық сұйықтардың араласуы кезінде де дәлелденеді.

Батырмалы агрегаттың габариттері ұңғының қабылданған жабдықталу сұлбасына (параллельді немесе концентрикалық тізбектер, пакер қолдануы), жұмыстық сұйықтың қабылданған сұлбасына және ұңғының шегендеу құбырларының диаметріне қарай таңдалады.

Беттік жабдықтардың параметрлері, яғни оның берілісі және жұмыстық сұйықтың қысымы батырмалы қозғалтқыш плунжерінің диаметріне, қадам ұзындығына және қадам жиілігіне тәуелді болады. Бұл көлемдердің есептелуі кезінде жүйедегі сұйықтың ағып кетуін және золотниктің ауыстырып қосуы кезінде болатын сұйық шығынын ескеру керек. Беттік

сораптың жұмыстық сұйығының қысымын есептеу кезінде қозғалтқыш және сорап поршеньдерінің, поршеньдерді қосатын штоктың, құбыр ішіндегі және батпалы агрегаттың өзінде тегеурін шығынының, агрегаттағы қозғалатын бөлшектердің үйкеліс күшінің өлшемдері ескеріледі.

3.10. Жұмыстық сұйықтың шығынын анықтау

Гидропоршеньді сорапты таңдау кезінде жұмыстық сұйықтың меншікті шығыны максималды кеміту қажет (өндірілген мұнайдың тоннасына шаққандағы шығынды).

Жұмыстық сұйықтың шығымы ($м^3$/тәу) мынаған тең болады:

$$Q_{жұм}=1440(2F_2-f)s\cdot n\cdot K_р. \qquad (3.3)$$

Бұл жерде: F_2 – батырмалы қозғалтқыш плунжерінің көлденең қимасының ауданы, $м^2$; f – штоктың көлденең қимасының ауданы, $м^2$; s – батырмалы қозғалтқыш плунжерінің қадам ұзындығы, м; n – плунжердің минутына жасайтын қос қадамдарының саны; $K_р$ – жұмыстық сұйықтың шығымдық коэффициенті (нақты шығымның теориялық шығымға қатынасы).

3.11. Жұмыстық сұйықтың күштік қысымын анықтау

Күштік (бсттік) сораптың жұмыстық сұйығының күштік қысымын (тегеурінін) анықтау үшін, батырмалы агрегаттың төмен және жоғары қарай қозғалған кездегі оның плунжерларына әсер ететін статикалық күштердің тепе-теңдік теңдеуін қолданады (3.21-сурет):

$$F_2p_n+(F_1-f)p_n+p_{тр}=(F_2-f)p'_p+F_1p_n; \qquad (3.4)$$

$$F_2p''_n+(F_1+f)\,p_n-(F_2+f)\,p_н+F_1\,p_н+p_{тр}. \qquad (3.5)$$

Бұл жерде: F_2,F_1,f – қозғалтқыш плунжерінің және штоктың көлденең қимасы, $м^2$; $p_н$ – көтергіш тізбектегі тегеурін шығынын ескере отырып айдалатын сұйық бағанасының қысымы; p_n – тіреудің керуі (қысымы), МПа; $p_{тр}$ – батырмалы агрегаттағы тегеурін шығындары (плунжердегі және штоктағы механикалық үйкелістерге байланысты орын алады), МПа;

p'_p және p''_p – батырмалы агрегат қоғалтқышы плунжерінің жоғары және төмен қозғалған кездегі оның жұмыстық сұйығының қысымдары, МПа.

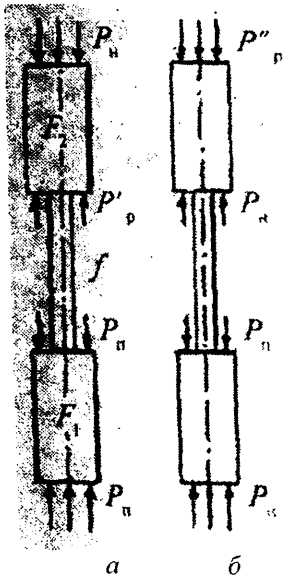
Бұл теңдеулерден p'_p және p''_p анықталады.

Батырмалы агрегаттың кіру жағындағы жұмыстық сұйықтың орташа қысымы төмендегідей:

$$p_{op} = (p''_p + p'_p)/2. \qquad (3.6)$$

Жоғарғы беттік сораптағы жұмыстық сұйықтың анықталған мөлшері мен қысымы, оны каталог бойынша таңдауға мүмкіндік береді. Сорапты таңдау кезінде оның ұзақ уақыт бойы және үзіліссіз жұмыс істеуі қажеттілігін және сораптың индивидуальды қондырғылары жеңіл паналарда (укрытие) орналасатынын ескеру керек.

Құбырлардың ұзын тізбектері жұмыстық сұйықтың қысымының тербелістерін бірқалыптандыратын өте жақсы компенсатор болғандықтан, плунжердің жоғары және төмен қозғалған кездегі жұмыстық сұйығының қысымының есептік теңсіздігі, олардың жоғары және төмен қозғалыстағы жылдамдықтарының әртүрлі болатындығын көрсетеді.



3.20-сурет. Гидропоршеньді агрегаттың плунжерлі тобына әсер ететін күштерді есептеу сұлбасы:
а - жоғары қозғалған кезде;
б-төмен қозғалған кезде

Плунжерлі топ жұмыс жүрісін жасаған соң жұмыстық сұйық қысып шығарылады да, сорып алынған сұйықпен араласады. Батырмалы агрегаттан СКҚ тізбегімен және одан әрі қабылдаушы резервуарға араласқан сұйықтың қозғалысы кезде орын алатын тегеуріннің шығыны Дарси-Вейсбах формуласы бойынша анықталады:

$$h_{cu}=K_c HV^2_3/2g(d_n-d_u) , \qquad (3.7)$$

мұндағы: K_c – гидравликалық кедергінің коэффициенті; d_n – көтергіш құбырлардың ішкі диаметрі, м; d_u – тегеурінді (орталық) құбырлардың сыртқы диаметрі, м.

K_c -ті анықтау үшін Рейнольдс санын Re білу керек, ол сұйықтың ағу жылдамдығына V байланысты.

Күштік сораптағы жұмыстық сұйықтың қысымы (МПа) былай анықталады:

$$P_{сн}- P_p + P_{пр}-P_r , \qquad (3.8)$$

мұндағы, $P_{пр}$ – жұмыстық сұйықты батырмалы агрегатқа әкелетін тізбектегі қысымның шығыны, МПа.

3.12. Гидропоршеньді қондырғының қуатын және пайдалы әсер коэффициентін анықтау

Батырмалы агрегаттың пайдалы қуаты (кВт):

$$N_A \quad (10^3 QH_u\gamma_ж)/102 , \qquad (3.9)$$

мұндағы, Q – сораптың өнімділігі, м^3/с; $H_u=H-h+h_{re}$ – сұйық бағанындағы манометрлік тегеуріні, м; H – сораптың түсіру тереңдігі, м; h – динамикалық деңгей астындағы сораптың бату тереңдігі, м; h_{re} – батырмалы агрегаттан қабылдаушы резервуарға дейінгі құбырдағы гидравликалық кедергі. Қондырғының толық қуаты (кВт):

$$N_1=(10^3 Q_{раб}p_{op})/10,2\eta_{ас} , \qquad (3.10)$$

мұндағы: $Q_{раб}$ – жұмыстық сұйықтың шығыны, м^3/с; $p_{ор}$ – күштік сораптың шығу жағындағы жұмыстық сұйықтың орташа қысымы; $\eta_{а.с}$ – күштік агрегаттың ПӘК-і.

Қондырғының ортақ ПӘК-і:

$$\eta_{қ} = N_{а}/N_{у} . \qquad (3.11)$$

4. ШТАНГАЛЫ СОРАП ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

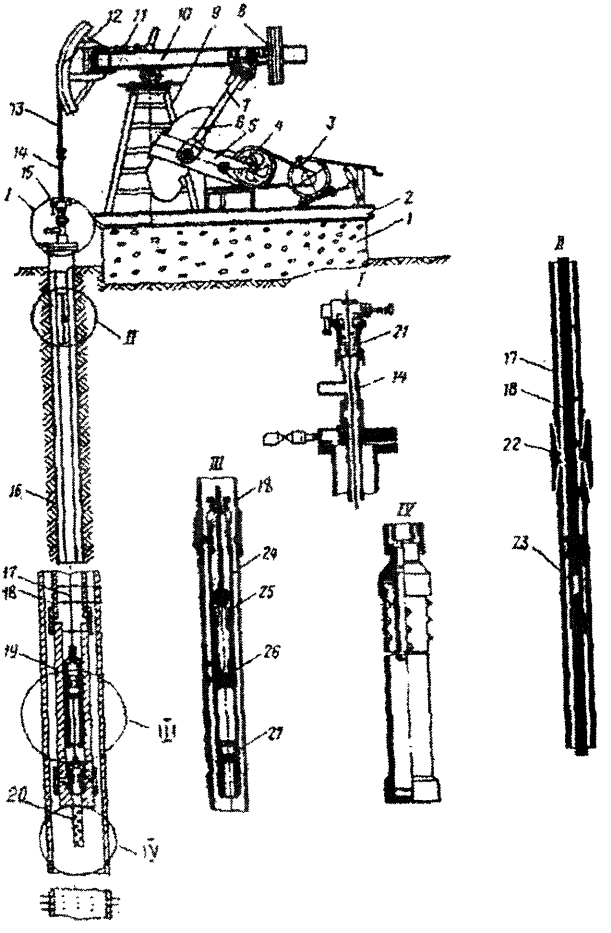
4.1. Ұңғыманы штангалық сораптармен пайдалануға арналған жабдықтары

Штангалық сораптармен ұңғымаларды пайдалану әдісінің негізіне ұңғымаға түсірілетін іс-әрекеті қайтымды көлемдік сораптар кіреді және олар жер бетінде орналасқан жетектеуші механизммен механикалық түрде байланысқан. Барлық мұндай жабдықтар кешені штангалық ұңғымалы сорапты қондырғы деп аталады (ШҰСҚ).

Штангалық сорапты қондырғы сағалық жабдықтан, штангалық сораптардың тізбегінен, сораптық компрессорлы құбырлардың тізбегінен, ұңғымалы сораптан және қосымша жер асты қондырғысынан тұрады. Бөлек жағдайларда қандай да бір элемент орын алмауы мүмкін, сол кезде оның қызметін ШҰСҚ-ң басқа элементтері атқарады.

Сораптық штангалардың тізбегі бір-бірімен бұрандалармен байланысқан және штангалардан құралған өзекше (стержень) түрінде келтірілген. Сораптық штангалар тізбегі механикалық энергияны жетек механизмінен ұңғыманың сорабына береді. Ұңғымалық сорап (негізінен плунжерлі болып келеді) қайтымды-ілгерілмелі қозғалатын штангалардың механикалық энергиясын қабаттық сұйықтарды жоғарыға тартып шығару энергиясына түрлендіреді.

Көп жағдайда ШҰСҚ-да жетек ретінде балансирлі тербелмелі-станоктарды қолданады (4.1-сурет). Балансирлі тербелмелі-станоктар массалы фундаментте (1) орналасқан рамадан (2) құралған. Рамада тірек (9) орнатылып, оған топсаның көмегімен балансир (10) бекітілген, оның бір шетінде бас (12) орналасқан, екінші шетінде оны шатунмен байланыстыратын топса бар. Шатун редуктордың шығар білігіне бекітілген кривошиппен (5) біріктірілген. Редуктордың кіру білігіне сына (клин) тәрізді белдікті беріліс арқылы электр-қозғалтқышы (3) жалғанған. Балансирдің басына штангалар тізбегі арқанды ілгіштің көмегімен (13) байланысады.



4.1-сурет. Штангалы ұнғымалы сорап қондырғысы (ШҰСҚ):
1-фундамент; 2-рама; 3-электр-қозғалтқыш; 4-сына-белбеулі беріліс 5-кривошип; 6, 8-контрасмалық жүктер; 7-шатун; 9-үстын; 10-балансир; 11-балансир басын бекітіп қою механизмі; 12-балансирдің басы; 13-арқан ілу құрылғысы; 14-жылтыратылған шток; 15-сағалық сальник; 16-шегендеу құбырларының тізбегі; 17-штанга тізбегі; 18-СКҚ; 19-тереңдік сорабы; 20-газды якорь; 21-штанганың шыңдалған нығыздағышы; 22-құбырлы цилиндр; 25-сорап плунжері; 26-айдау клапаны; 27-сору клапаны.

Сораптың арқанды ілгіші сораптық штангалар тізбегін тереңдікте орналасқан ұңғылық сораптың плунжерлерімен жалғастырады. Тізбек жеке штангалардан (17) жиналады. Штангалардың ұзындығы 6-дан 10 м дейін, диаметрі 12-ден 25 мм аралығында болады және бір-бірімен муфталар (23) арқылы жалғасады. Жылтырлатылған штоктың жоғары класты тазалықпен өңделген беті болады және оны бірінші немесе сальникті штанга деп атайды.

Сораптық компрессорлы құбырлар тізбегі қабаттық сұйықты жер бетіне шығарады және сағалық арматураны тереңдегі ұңғылық сораптың цилиндрімен біріктіреді. Ол жеке құбырлардан (18) құралған, ұзындықтары 8-12м, диаметрі 48-114мм және шығар жердегі құбырлар буынымен біріктірілген [2].

СКҚ-ды герметизациялау үшін тізбек құрылғысының жоғарғы бөлігінде сағалық сальник орнатылған. Сальник арқылы жылтыратылған штанга өткізілген ұңғыма сағасының жабдықтарынан өндірілетін сұйықты алып кететін жері болады және ол арқылы сұйық алынады да, сүзгі тор арқылы өндіріске жіберіледі.

Әрекеті бір жақты ұңғымалық сорапты қарастырайық III. Ол СКҚ тізбегіне жалғанған цилиндрден (24) және штанга тізбегіне жалғанған плунжерден (25) тұрады. Айдау клапаны (26) плунжерге, ал сору клапаны (27) – цилиндрдің төменгі бөлігінде орнатылған.

Сораптың төменгі бөлігінде қажетті жағдайда газды IV немесе құмды сұйықтан бөлетін якорь орнатылған. Газ құбыр сыртындағы кеңістікке СКҚ (18) және шегендеу (16) құбырлар тізбегінің арасы арқылы өтсді, құм якорьдің корпусында тұнып қалады.

ШҰСҚ-ның жұмыс істеуі кезінде оған энергия электрлі қозғалтқыштан редуктор арқылы кривошипті-шатунды механизмге беріліп, оның көмегімен айналмалы қозғалыс штангалар тізбегінің қайтымды-ілгерілмелі қозғалысына түрленеді. Тізбекпен байланысқан плунжер де қайтымды-ілгерілмелі түрде қозғалады. Плунжердің жоғары қарай қозғалысында айдау клапаны плунжердің үстіндегі сұйық қысымымен жабылады да, ол СКҚ бойымен жоғары көтеріледі.

Сол уақытта сору клапаны ашылып, плунжердің астындағы цилиндр көлемі сұйыққа толады.

Плунжердің төмен қарай жүрісі кезінде сору клапаны сұйық бағанасының қысымымен жабылады да, айдау клапаны ашылып сұйық плунжердің үстіндегі кеңістікке жиналады. Үстіңгі бетке көтерілген сұйық сағалық сальниктің бүйіріндегі бұрып алу тесігі арқылы өндірістік коллекторға жіберіледі.

Кәсіпшіліктің түріне немесе жекелеңген ұңғымаларға байланысты ШҰСҚ-лардың басқа конструкциялары қолданылуы мүмкін.

ШҰСҚ көптеген күрделі жүйелі тораптардан тұрады. Оның классификациясы 4.2-суретте морфологиялық матрица ретінде келтірілген.

Морфологиялық матрицаның үстіңгі қатары жетектеуші-лердің түрлері мен модификацияларын бейнелейді. Мұнда балансирлі тербелмелі-станок (ТС), трапециялы заңдылықпен қозғалатын ұзын жүргішті механикалық жетек, гидравликалық және пневматикалық жетек түрлері келтірілген.

Матрицаның екінші қатары сағаны герметизациялайтын жабдықтардың құрылымдық бірліктерін құрайды. Оның бірінші бағанасында тұтас жылтырлатылған штогы бар сағалық сальник бар, екіншісінде – қуысты жылтырлатылған шток, үшіншіде – тереңдетілген сальниктен, төртіншіде – ұңғылық тығыздатылған сальниктен, бесіншіде – таспалы немесе шыбықты қозғалмалы моменттерді қолданудан тұрады.

Сорапты штангылардың тізбегінің басқа нығыздатқыш-тарының түрлері ұңғы сағасында берілген жолдағы басқа блоктарда келтіруі мүмкін.

Үшінші қатарда штангалық тізбектердің түрлерін көрсететін блоктар орналасқан. Бірінші түрі – кәдімгі штангалардың тізбегі, оның бір-бірімен жалғанатын жеке элементтері бұранданың көмегімен біріктіріледі, екінші блокта – қосылған штангалар тізбегі, ол өзіне металды және металл емес штангаларды қосады, үшінші блокта – үзіліссіз болатты эллипс түрдегі штангалар, төртіншіде – үзіліссіз болатты арқанды штангалар, бесіншіде – болатты таспалы штангалар және т.б.

Төртінші қатарда ұңғылы сораптардың түрлері орналасқан. Плунжерлі бір сатылы сораптар бірінші блокта орналасқан,

жоғары тұтқырлы мұнайды шығаратын сораптар екінші блокта, төртіншісінде – елеулі механикалық қоспалары бар сұйықтарды көтеріп шығаратын сораптар.

Ұңғылы сораптардың жұмыстық мүшелерінің түрлері бесінші қатарда көрсетілген, ал алтыншы қатарда сораптардың клапанды түйіндерінің түрлері көрсетілген.

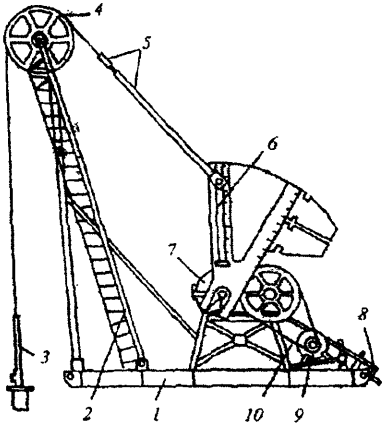
ШҰСҚ жетектеушісі					
Балансирлі ТС	Балансирсіз ТС	Ұзын жүргішті механикалық	Гидрожетек-теуіш	Пневмотикалық жетектеуіш	Өзіндік жетек
ШҰСҚ ұңғымалық сағалық жабдығымен					
Тұтас жылтырлатылған шток	Кеуек жылтырлатылған шток	Терендетілген сағалық сальник	Ұңғылық сальник	Рейкалы немесс таспалы сальник	
Штангалар колоннасы					
Резьбалы ағымды (прутковые) болат	Аралас (болат + пластмасс) резьбалы	Элипсті үзіліссіз ағымды	Үзіліссіз арканды	Үзіліссіз ленталы (болат)	Үзіліс-сіз лента лы
Ұңғымалық сораптар					
Отырғызылмаған	Отырғызылған	Тұтқырлық сұйықтар үшін	Газдалған сұйықтар үшін	Мех. Қосындысы бар сұйықтар үшін	
Ұңғыма сорабының жұмыстық мүшелері					
Тегіс плунжер	Канавкалы плунжер	«құмқырғыш» плунжері	Резеңкелі манжетті поршень	Металмен нығыздалған поршень	Диафрагма
Ұңғымалы сораптың клапандары					
Біршарлы	Екішарлы	Тарелкалы	Жапырақты		

4.2-сурет. Штангалы ұңғымалы сорап қондырғысының морфологиялық матрицасы

4.2-суретте келтірілген морфологиялық матрица вертикаль түрінде (бекіткіш элемент түрлері мен олардың бұрандасының бекіткіш элементтеріне дейін) және әр қатарда горизонталь түрінде жалғасуы мүмкін. Бүгінгі таңда кандай да бір қатар немесе бағана, толық толған түрінде көрінуі мүмкін, бірақ ертең жалғаса беретін ғылыми - техникалық прогресс үшін қатарлар мен бағаналарда жаңадан ондаған элементтер пайда болуы мүмкін.

4.2. Балансирсіз тербелмелі станоктар

Балансирсіз тербелмелі-станоктың редукторының жетектсуші бөлігі (4.3-сурет) балансирлі тербелмелі-станокқа ұқсас. Балансирсіз тербелмелі-станоктың кривошипінің құрылымы өзгешелеу болады. Оның пішіні V-тәрізді, бұрышы 30 градус. Соңғы көрсеткіш станоктың теңгеруін жақсартады және қарсыжүктердің салмағын азайтады. Кривошиптағы жүк балансирлі тербелмелі-станоктың кривошипындағыдай құрылымды орналасады. Ұңғы сағасының үстінде еңістелген тіректе ролик орналасқан, ол арқылы траверсаға жалғанған иілгіш ілгек біріктірілген, ал ол өз кезегінде шатундарға жалғанады. Балансирсіз тербелмелі-станоктың басына 30 және 60кН жүк түсетіндей стіп шығарылады. Жүрістің ұзындығы 0,45-5м дейін. Редуктордың шығар білігіндегі айналау моменті 80 кН·м-гс жетеді, [1].



4.3-сурет. Балансирсіз тербелмелі-станоктың үлгісі:
1-рама; 2-ұстын; 3-сальникті шток; 4-арқанды шкив; 5-траверса (шатунды ұстап тұратын белдік) және шатундар; 6-кривошип; 7-редуктор; 8-тормоз; 9-электрқозғалтқыш; 10-сыналы белдікті беріліс.

Тербелмелі - станоктың белгіленуінде (мысалы МБС3-1.8-700) келесі белгілеулер қабыланған: МБС– механикалық әрекетті балансирсіз станок; 3- штангалар ілгегіндегі жүктеме мөлшері, тс; 1.8 – жүріс ұзындығы, м; 700 – айналу моменті, кгс*м.

Балансирсіз тербелмелі-станоктың балансирлі түрлерімен салыстырғанда металл сыйымдылықтары мен өлшемдері шағын болып келеді. Оларда штангалар ілгегіндегі нүкте қозғалысының сипаттамасы біршама жақсартылған, мұнда гармониялық тербелістен ауытқу аз, сондықтан штангалар ілгегіндегі нүктенің үдеуі және қондырғыдағы инерциялық жүктеу аз болады. Алайда, иілгіш қатынастың жесткіліксіз беріктігі осы қондырғылардың өндіріске кеңінен енгізілуін тежеп отыр.

Балансирсіз тербелмелі-станокта (4.3-сурет) шатун мен балансир иілгішті байланыспен ауыстырылған.

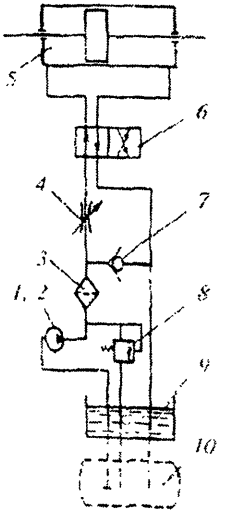
Әртүрлі құрылымдардың – тізбек, иілгіш металды таспаның, бірнеше сыналы белдіктердің, болатты арқанның иілгіштік байланыстары сыналды. Алайда, олардың барлығының жұмыс істеу мерзімдері ұзақ болмай шықты, осы себептен осы элементтерді ауыстыруға байланысты жиі-жиі инерционды операциялар жасау керек болды. Осыған байланысты соңғы кезде балансирсіз тербелмелі-станоктар ұңғымаларды аз мерзімді және сынақ мақсатында пайдалану үшін қолданылады. Сонымен бірге, балансирсіз тербелмелі-станоктың азайтылған салмағы осы қондырғыны бір орыннан екінші жерге ауыстыруға ыңғайлы етеді.

4.3. Ұңғылық штангалы сорап қондырғыларының гидравликалық және пневматикалық жетектері

Ұңғылық штангалы сораптық қондырғының гидрожетегі (4.4-сурет) атқарушы механизмнің жұмыс режимін реттейтін мүшелерге жұмыстық сұйықты беретін, яғни реттеуіш дроссель (4) және жіберуші клапан (7), содан кейін сұйық ағынын реттейтін золотник (6) және атқарушы механизмге (5) сұйық ағынын беретін күштік сорабы бар (1), (2) қозғалтқыштан құралған.

Атқарушы механизм қайтымды-ілгерілмелі немесе айналатын қозғалыстар жасай алады (4.4-сурет). Қайтымды-ілгерілмелі қозғалыс кезінде жұмыстық сұйық кезекті түрде поршеннің бір

немесе екінші жағына, яғни атқаратын механизм цилиндрінің қуысына немесе уақыт сайын цилиндрдің бір қуысына беріледі. Одан кейін сұйық атқарылатын механизмнен золотник арқылы ыдыска (9) барады да, одан ол қайтадан сораппен алынады. Ыдыс ныгызданбаған болуы мүмкін, ол кезде сораптың қабылдау жағында атмосфералық қысым ұсталынып тұрады. Ал ныгыздалған ыдыста (10) жоғары қысым ұсталынып тұрады, сондықтан оны қолдану нәтижесінде сораптың жұмыс циклін орындау – поршеннің бір жақтан екінші жаққа қарай жүріс құруын жеңілдетеді. Ыдыстар негізінде сүзгіштермен, металды өнімдерден тұратын жаңқаларды ұстап қалатын магнитті ұстағыштармен жабдықталған. Сұлбада қауіпті жоғарылатылған қысым кезінде жіберу каналын ыдыспен (9) біріктіретін сақтандырушы клапан (8) қарастырылған. Гидрожетекте, сонымен бірге сүзгіш (3) қарастырылған.

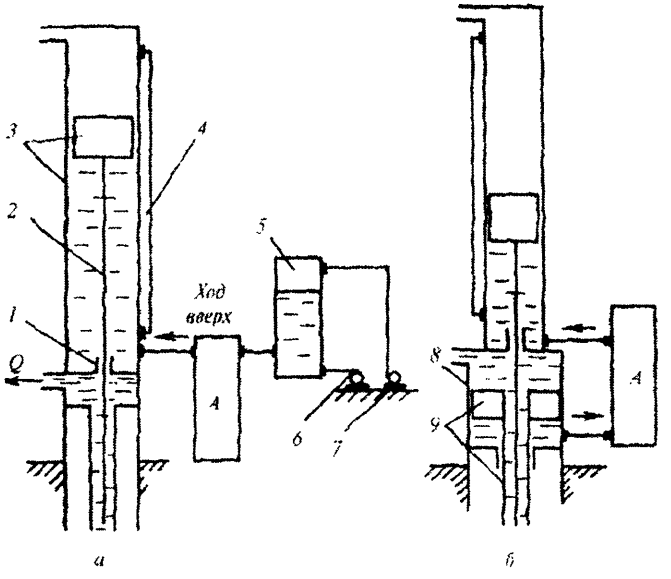


4.4-сурет. Сораптық қондырғының гидрожетегі

Золотникті (6) басқару қолмен және автоматты түрде іске асады. Автоматты басқару кезінде золотниктің жетегі механикалық датчиктардан келетін белгілермен басқарылады, олар жүйенің құбырларына қосылған. Гидрожетектегі сорап, әдетте аксиалды-поршеньді болады және жетекте жұмыстық сұйық ретінде майды қолданады. Атқарушы механизмнің жұмыс режимін реттеу 4.4-суретте келтірілген гидрожетек сұлбасы бойынша келесі түрде атқарылады: реттеуші дроссельдің (4) өту қимасын төмендете отырып, оның өзінде және сораппен дроссель арасында орналасқан құбырда ағынның кедергісін жоғарылатады. Қысымды жоғарылатқан кезде өткізгіш клапан (7) шамалы ашылады және сораппен (2) берілетін сұйықтың бір бөлігін

ыдыска (9) жіберді. Нәтижесінде атқарушы механизмге сұйықтың келуі төмендейді де, оның поршенінің қозғалуының жылдамдығы азаяды. Дроссельді аша отырып және онда кедергіні азайту арқылы, поршеннің (5) қозғалысын жылдамдатуға болады. Атқарушы механизмге түсірілетін жүктемені өзгерткен кезде сораптың шығар жеріндегі қысым автоматты түрде өзгереді және өткізгіш клапанның соған сәйкес реттеуі кезінде оның жұмыс режимі сақталады немесе өзгереді.

Гидро- және пневможетекті қондырғылардың штангалы сораптарының қондырғысында штангаларды қозғалысқа келтіретін негізгі түйіндердің сұлбалары бірдей болады. Штангалар шток арқылы цилиндрде орналасқан поршеньмен біріктіріледі. Шток поршеньге сальник арқылы өтеді. Поршеньге жоғарғы қысымды сұйықты немесе газды берген кезде, ол штангалардың қозғалысын жоғары бағытқа қарай көтерілуін іске асырады. Штанагалар төмен қарай механикалық жетекке ұқсас ауырлық күштері салмағының көмегімен қозғалады.



4.5-сурет. Гидротербелісі сұлбалары:
а) «Викерс» фирмасы шығарған қондырғылардың сұлбесі;
б) Ресейде шығарылған қондырғы сұлбасы.

Кейбір шетел фирмаларында пневможетек сораптың ілгегінің терсңдігі аз ұңғыларда және өнімділігі шамалы ұңғымаларда қолданылады. Қазіргі кезде гидрожетектер кең қолданыс тауып отыр.

Жетекті цилиндр (3) поршеньмен бірге ұңғыманың фланціне бекітіледі. Поршеньге жылтыратылған шток (2) жалғанған және ол сальник (7) арқылы өтеді. Қондырғыда гидрожетек жүйесі *А* бар, ол сұйықты кезекті түрде цилиндрдің жұмыстық куысына және теңгеруші аккумуляторға (5) береді. Аккумулятор гидрожетектегі жүктеменің теңгеруін құруға және электрқозғалтқыштың тұтынатын қуатын азайтуға мүмкіншілік береді.

Бұл қондырғының құрылымында барлық жабдықтар басқару жүйесі мен жұмыстық сұйығы бар бакты қоспанда ұңғының шегендеуші тізбегінің фланеціне бекітілетін етіп орындалған, [1].

4.4. Штангалар ілгегінің нүктесіндегі орын алатын күштер

Балансирлі тербелмелі-станоктың штанга ілгегінің нүктесіндегі жүктемелер былай шартталған:

1. сұйықтың және штангалардың ауырлық күштерінен болатын статикалық жүктемелерден, цилиндрлі плунжерлердің және штангалардың үйкеліс күштері;

2. штангалар тізбегінің үдеуінің және сұйық бағанасының қозғалысы кезінде пайда болатын, қозғалатын массалардың инерция күштері;

3. штангалар дірілдеуінің нәтижесінде пайда болатын динамикалық жүктемелер.

Тәжірибелік мәндер штангаларға түсетін минималды және максималды жүктемелердің қосындысы болады, олардың мөлшері динамометриялық өлшеулермен немесе есептеу жолымен анықталады.

Жоғарыда көрсетілгендей статикалық жүктеменің штангалардың жоғары қарай жүрісі кезіндегі максималды мөлшері мынадай болады [1]:

$$P_{ст} = P_{сұй} + P_{шт}, \qquad (4.1)$$

мұндағы: $P_{сұй}$ – плунжердің үстінде болатын сұйықтың ауырлық күші, $P_{шт}$ – сұйыққа батырылған штангалардың салмағы.

Есептеуді жеңілдету үшін қораптың түсу тереңдігін динамикалық деңгейге тең деп аламыз.

$$P_{ст} = q_{сұй} + q_{шт}LB_{у}, \qquad (4.2)$$

мұндағы: $q_{ж}$ – тереңдік сораптың плунжер үстіндегі 1 м сұйық бағанасының салмағы, $q_{шт}$ – ауадағы 1 м штангалардың салмағы, L – штангалардың ұзындығы, $B_{у} = 1 - \rho_{ж}/\rho_{шт}$ (мұнда $\rho_{сұй}$, $\rho_{шт}$ – сұйықтың және штанганың материалдарының тығыздығы).

Зерттеулер көрсетіп отырғандай, штангалардың құбырға үйкеліс күшін, егер ұңғының қисаюы 5-6°-тан аспаса, ескермеуге болады. Инерция күштері мына формуламен анықталады:

$$P_{i} = M \cdot I_{max}, \qquad (4.3)$$

мұндағы: M – қозғалатын бөлшектердің массасы, I_{max} – штангалар ілгегінің нүктесінің максималды үдеуі.

Шығарылатын сұйық сығылған және еркін газдардың әсерінен сығылатын болғандықтан, онда есептеуде тек штангалардың массасы ескеріледі:

$$M = P_{шт}/q.$$

Инерция күштерін ескере отырып, штангалар ілгегінің нүктесіндегі жүктеме мынадай мәнге ие болады:

$$P_{max} = P + P_{шт} \cdot B_{у} + P_{шт} \cdot Sn^{2}/1440. \qquad (4.4)$$

Штангалардың төменге қарай жүрісі кезіндегі динамикалық жүктеме келесідей анықталады:

$$\left.\begin{aligned} P_{и}&=\frac{P_{шт}}{q}L_{шт}=\frac{P_{шт}}{q}\cdot\frac{S}{2}\omega^2\left(1-\frac{r}{L}\right);\\ P_{тп}&=P_{шт}b_y\frac{P_{шт}}{q}\frac{S}{2}\omega^2\left(1-\frac{r}{L}\right)\cdot \end{aligned}\right\} \quad (4.5)$$

4.5. Балансирлі тербелмелі-станокты теңгеру әдістері

Штангалы тереңдік қондырғының жетекті қозғалтқышындағы біркелкі жүктеме жасау теңгеруші қондырғының көмегімен іске асырылуы мүмкін. Балансирлі тербелмелі-станоктарда теңгеруші қондырғылар кеңінен қолданыс тапқан, олар балансирда және роторда орнатылған жүктерден құралған.

Теңгеруші қондырғы деп қозғалтқышпен бірге оның жоғары және төмен қарай жүрісі кезінде атқарылатын жұмыстарының теңдігін айтамыз, яғни $A_{ж}=A_{т}$.

Қондырғы теңгеріліп тұратындай болатындықтан, балансирде орнатылатын жүктің салмағын анықтайық. Ол үшін қарапайым теорияны қолданамыз. Жылтыратылған штоктың деформация күштерінің механикалық жұмысы нөлге тең болады, өйткені оны үдеткен кезде инерция күштері оң таңбалы болады, ал тежеу кезінде теріс болады.

Штангалардың жоғары қарай қозғалысы кезінде орындалатын жұмыс штангалардың және сұйықтың орын ауыстыру операциясына жұмсалынады.

$$A_{ж} = (P_{сұй} + P_{шт}) * S. \quad (4.6)$$

Штангалардың төмен қарай жүрісі кезінде

$$A_{т} = - P_{шт} * S. \quad (4.7)$$

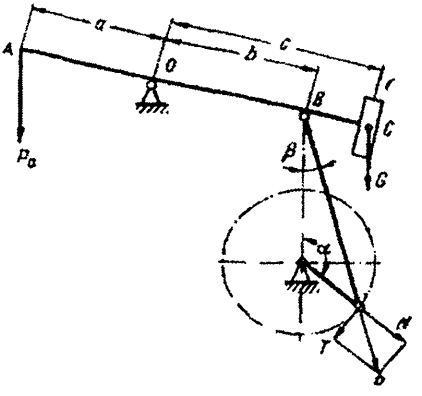
Екі жүріс үшін пайдалы жұмыс мынаған тең болады

$$A = P_{сұй} * S.$$

Балансирдің B нүктесіне теңгеруші жүкті G орналастырған кезде (4.6-сурет) механикалық жұмыс, жоғары және төмен қарай

жүрісі кезінде сәйкесінше тең болады (балансирдің алдынғы иінін артқысына тең деп болжаймыз):

$$\left.\begin{aligned} A_{ж} &= (P_{сұй} + P_{шт})*S - G*S; \\ A_{төм} &= -P_{шт}*S + G*S. \end{aligned}\right\} \qquad (4.8)$$



4.6-сурет

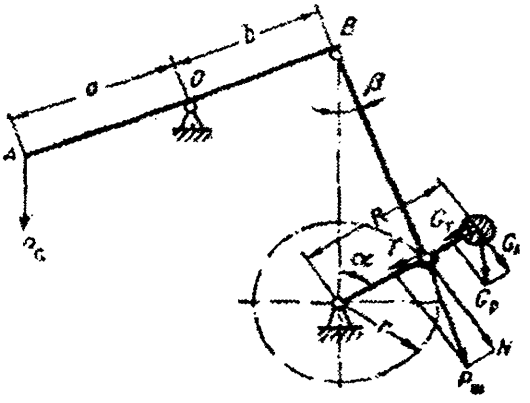
Егер теңгерілген тербелмелі-станокта $A_{ж}$ $A_{төм}$ теңдігі орын алса, онда теңдеулердің оң жақ бөліктерін теңестіргенде мынаны аламыз:

$$G \quad P_{сұй}/2 + P_{шт} \ . \qquad (4.9)$$

Тербелмелі-станоктарда жүкті B нүктесінде орнатпасақ және балансирдің иіндерінің ұзындықтарының әртүрлі екенін ескерсек, онда теңгеруші жүктің салмағы мынаған тең болады:

$$G = (P_{сұй}/2 + P_{шт})a/c. \qquad (4.10)$$

Осы теңгеру әдісі балансирлі деп аталады, бұл әдіс қарапайым болып табылады және оның негізгі кемшілігі ретінде – қосымша инерция күштерінің пайда болуын атауға болады, ал жүктің салмағы G белгіленеді. Пайда болатын инерциялы күштер қондырғының барлық бөлшектеріне теріс әсер ететінін ескеру қажет.



4.7-сурет

Бұл кемшілік тек роторлы теңгеру әдісіне жатады (4.7-сурет). Теңгеруші күшті G_p кривошипта орнатады. Штангалардың жоғары және төмен қарай жүрісі кезінде қозғалткышпен атқарылатын жұмыс мынаған тең болады:

$$\left.\begin{aligned} A_{ж} &= (P_{шт}+P_{сүй})*S-Gp*2*R; \\ A_{т} &= -Pшт*S+Gp*2*R\ . \end{aligned}\right\} \qquad (4.11)$$

Теңдеудің оң жақ бөлігін теңестіріп, мынаны аламыз ($a=b$ деп алса):

$$G_p = (2P_{шт}+P_{сүй}). \qquad (4.12)$$

Бірақ, $S = 2*r$, онда $G_p = \frac{r}{R}(P_{шт} + P_{сүй}/2)*r/R$ және

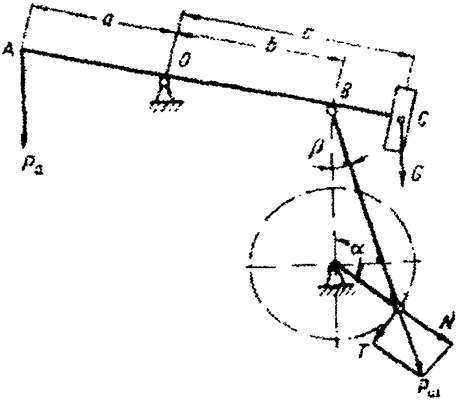
$$G_p = \frac{r_a}{R_b}(P_{шт} + P_{сүй}/2)*r/R. \qquad (4.13)$$

Роторлы теңгеру кезінде жүктсудің салмағы тұрақты және олардың кривошип бойымен оның орын ауыстыруын теңгереді, яғни радиусты R өзгертеді.

R -дің мәні мына формуламен анықталады:

$$R = (P_{шт}+P_{сұй}/2)*a*r/(в*Gp). \quad (4.14)$$

Роторлы теңгеру кезінде жүктердің қозғалысынан пайда болатын инерциялы күштер тек кривошипті білік подшипниктерімен қабылданады және оның тұрақты бұрыштық жылдамдығы кезінде кондырғының басқа бөлшектеріне берілмейді.



4.8-сурет

Үйкелістерді теңгеру мақсатында балансирға теңгеретін G жүкті орнатады (4.8-сурет). Ротордағы жүктің салмағы келесі түрде анықталады.

Штангалардың жоғары және төмен қарай жүрісі кезінде қозғалтқышпен шығындалатын жұмыстары мынаған тең:

$$A_{ж} = (P_{шт}+P_{сұй})*Sa - G*Sб - G_p*2*R,$$

$$A_т = -Pшт*Sa + G*Sб + G_p*2*R. \quad (4.15)$$

G жүгінің салмағымен өзгерте отырып, G_p жүгінің өлшемін анықтайық. Ол үшін теңдеудің оң жақ бөлігін теңестіреміз де, төмендегіні аламыз:

$$Gp = (P_{шт}+P_ж/2)*r*a/(R*в) - c*r/(P*R). \quad (4.16)$$

Үйлескен теңгерулік негізінен қуаттылығы орташа тербелмелі-станоктарда қолданылады, онда балансирлі теңгеруді қолдану қарама-қарсы салмақтың әсерінен елеулі инерция күштерінің пайда болуына әкеледі. Қондырғының теңгеру дәрежесін электркөзғалтқыш тұтынатын тогының мөлшерін өлшеу арқылы бақылайды. Оның максималды мәні штангалардың жоғары және төмен қарай жүрісі кезінде бірдей болуы қажет.

4.6 Штангалы ұңғымалық сораптық қондырғыны есептеу

Бұл тақырыпта ШҰСҚ жабдықтарын таңдау кезінде «қарапайымнан күрделісіне қарай» қағидасы қолданылған. Алдымен А.Н. Адонин диаграммасымен [1] анықталатын жабдықтарды графикалық таңдау әдісі келтіріледі, одан соң ШҰСҚ жұмысының режимдік параметрлерін анықтайтын аналитикалық әдістер көрсетіледі; қарапайым формулаларды қолдану арқылы жабдықтардың негізгі жұмыстық параметрлерін анықтайтын Муравьев И.М., Крылов А.Г. және Оркин К.Г. әдістері қарастырылады; содан кейін жабдықтарды нақты есептеулері үшін және штангалар тізбегі мен құбырдың деформациясын, үйкеліс күші мен сұйықтың тұтқырлығын ескерілетін параметрлер режимінде А.Н. Адонин, А.С. Вирновский, Л.Г. Чичеров формулалары келтіріледі.

4.7. ШҰСҚ жабдықтарын таңдау мен сораптың жұмысының параметрлерін анықтау

Графикалық әдіс А.Н. Адониннің диаграммасын қолдануға негізделген (4.9-сурет). Оны қолдану кезінде ұңғыма дебитін Q, $м^3$/тәу және сораптың түсіру тереңдігін L, м білу қажет. Тербелмелі-станоктың типтік өлшемі мен сорап плунжерінің диаметрі А.Н. Адонин диаграммасымен дебит проекциясы мен сораптың түсіру тереңдігінің қиылысу нүктесі арқылы анықталады. Сораптың типі түсіру тереңдігі мен өндірілетін сұйықтың параметріне қатысты табылады. Түсіру тереңдігі 1200 м-ден асса және өндірілетін сұйықта абразивті бөлшектердің көрсеткіші көлемді болғанда (1,5 г/л-ден жоғары) қондырмалы сораптарды қолдану қажет.

Сораптық құбырлардың диаметрін таңдау кезінде сораптың өлшемі мен типін ескеру қажет. Қондырмалы сораптарды қолдану кезінде СКҚ диаметрі плунжердің диаметрінен 28-32 мм-ге үлкен болуы қажет. Қондырмасыз (құбырлы) сораптарды қолданғанда мұндай көрсеткіш 14-18 мм-ден) аспауы қажет.

Штангалы сорап диаметрі мен болаттың беріктік топтарын келтірілген кернеуді кейінгі тексеру ессбінде 4.1, 4.2 және 4.3 - кестелері бойынша таңдайды. Ілу тереңдігі 1200 м-ден жоғары кезінде штанганың сатылы тізбегін қолдану керек. Көміртекті штанганың (болат 40У) екісатылы тізбегінде бейімділік ретінде штанганың жоғарғы сатысының пайыздық ұзындығын плунжердің диаметріне тең етіп алуға болады.

Сорап жұмысының режимдік параметрін жақын айқындау үшін штанга ілмесінің жүру нүктесінің максималды ұзындығын алу және тербелудің қажетті санын төмендегідей анықтау керек:

$$n=n_{max}Q_н/Q_{max}, \qquad (4.17)$$

мұндағы, n_{max} – тербелмелі-станок сипаттамасы бойынша оның максималды тербелу саны; $Q_н$ – ұңғыманың нақты дебиті; Q_{max} – максималды параметр кезіндегі (А.Н. Адонин диаграммасынан анықталады) сораптың максималды өнімділігі.

Сорап жұмысының режимдік параметрін нақты анықтау үшін аналитикалық әдістерді қолданады.

Бірінші әдісті Муравьев И.М. және Крылов А.Г. ұсынған, одан соң Оркин К.Г. ары қарай дамытқан, [2]. Ол қабылданған тербелмелі-станоктың плунжерінің диаметрін D, тегістелген шток қадамының ұзындығын S және тербелу санын n анықтау үшін пайдаланылады. (Ары қарай тербелмелі-станок типі D, S, n параметрлерін және теңестіргіштің басына түсетін күш мөлшерінің анықталуынан кейін өзгеруі мүмкін).

Сорап жұмысының оңтайлы (оптималды) режимін таңдағанда штангада минималды кернеу алуды көздейді және теңестіргіштің басына түсетін жүктеме де минималды мәнге ие болуы қажет.

Штангада минималды кернеуді алу үшін сорап жұмысының негізгі параметрлері (беріліс коэффициенті $\eta=0,7$ және мұнайдың тығыздығы $\rho=900$ кг/м^3) өзара келесі тәуелділікке сәйкес анықталады:

$$n = 8,9 \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{S^2 \cdot q_{cp}}}\ ; \qquad (4.18)$$

4.1-кесте

Көміртекті штанганың ұсынылған түсіру тереңдіктері ($\sigma_{кр}$=70 МПа)

Сорап диаметрі, мм	28	32	38	43	56	68	93
Штанга диаметрі, мм	Бірсатылы тізбек ұзындығы, м						
16	1150	1020	860	720	-	-	-
19	1300	1170	1000	860	650	-	-
22	-	-	-	-	790	590	380*
25	-	-	-	-	-	-	470
Штанга диаметрі, мм	Екісатылы тізбектің саты ұзындығы (%-бен алғанда)						
19	34	38	45	55	-	-	-
16	66	62	55	45	-	-	-
Түсу терендігі L, м	1480	1310	1100	920*	-	-	-
Штанга диаметрі, мм							
22	28	31	36	42	55	-	-
19	72	69	64	58	45	-	-
Түсу терендігі L, м	1620	1460	1260	1060	320	-	-
Штанга диаметрі, мм							
25	-	-	-	-	42	56	-
22	-	-	-	-	58	44	-
Түсу терендігі L, м	-	-	-	-	960*	720	-
Штанга диаметрі, мм	Үшсатылы тізбектің саты ұзындығы (%-бен)						
22	26	29	-	-	-	-	-
19	28	32	-	-	-	-	-
16	46	39	-	-	-	-	-
Түсу терендігі L, м	1760	1570	-	-	-	-	-
Штанга диаметрі, мм							
25	-	-	27	33	-	-	-
22	-	-	30	35	-	-	-
19	-	-	43	32	-	-	-
Түсу терендігі L, м	-	-	1490	1270	-	-	-

* Жұлдызшамен белгіленген штангалардың ұзындығын тек келесі есептеулерге тәжірибелік түрде кабылдауға болады.

4.2-кесте

20ХН қалыптанған болаттан ($\sigma_ш$=90 МПа) жасалған штангалы сораптың ұсынылған түсіру тереңдіктері

Сорап диаметрі, мм	28	32	38	43	56	68	93
Штанга диаметрі, мм	Бірсатылы тізбек ұзындығы, м						
16	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	1000*	760	490
25	-	-	-	-	-	-	610
Штанга диаметрі, мм	Екісатылы тізбектің саты ұзындығы (%-бен)						
19	35	39	46	55	-	-	-
16	65	61	54	45	-	-	-
Түсу тереңдігі L, м	1890*	1680*	1410*	1180*	-	-	-
Штанга диаметрі мм							
22	28	30	35	41	54	-	-
19	72	70	65	59	46	-	-
Түсу тереңдігі L, м	2080	1870	1610	1370	1050	-	-
Штанга диаметрі мм							
25	-	-	28	32	40	55	-
22	-	-	72	68	60	45	-
Түсу тереңдігі L, м	-	-	1810*	1570*	1230*	910	-
Штанга диаметрі, мм	Үшсатылы тізбектің саты ұзындығы (%-бен)						
22	25	28	-	-	-	-	-
19	28	32	-	-	-	-	-
16	47	40	-	-	-	-	-
Түсу тереңдігі L, м	2270*	2010*	-	-	-	-	-
Штанга диаметрі, мм							
25	20	23	26	31	-	-	-
22	23	26	30	45	-	-	-
19	57	51	44	34	-	-	-
Түсу тереңдігі L, м	2450*	2200*	1900	1620*	-	-	-

* - Штангалардың ұзындықтарын келесі есептеулерге тәжірибе түрінде қабылдауға болады

4.3-кесте

Штангалары 15 НМ сорбиттелген болаттан ($\sigma_ш$=110 МПа) жасалған сораптардың ұсынылған түсіру тереңдіктері

Сорап диаметрі, мм	28	32	38	43	56	68	93
Штанга диаметрі, мм	Бірсатылы тізбек ұзындығы, м						
16	1970	1600	1340	1120	-	-	-
19	2050	1830	1580	1350	1020	750	470
22	-	-	-	-	-	-	600
Штанга диаметрі, мм	Екісатылы тізбектің сатыларының ұзындығы (%-бен)						
19	35	39	46	55	-	-	-
16	65	61	54	45	-	-	-
Түсу тереңдігі L, м	2300	2060	1730	1450	-	-	-
Штанга диаметрі мм							
22	27	30	35	41	54	74	-
19*	73	70	65	59	46	26	-
Түсу тереңдігі L, м	2550	2280	1970	1690	1280	935	-
Штанга диаметрі, мм	Үшсатылы тізбектің сатыларының ұзындығы (%-бен)						
22	25	28	33	40	-	-	-
19	29	32	39	46	-	-	-
16	46	40	28	14	-	-	-
Түсу тереңдігі L, м	2750	2460	2070	1740	-	-	-

$$F_{n.l}=0{,}25\sqrt{Qnq_{cp}}\ , \qquad (4.19)$$

мұндағы: q_{cp} – екісатылы штанганың 1м ұзындығының орташа массасы; n – плунжердің бір минуттағы жүріс саны. $F_{n.l}$ – плунжер қимасының ауданы.

Оңтайлы режимді таңдау үшін алдымен қабылданған тербелмелі-станок типінің мүмкін болатын S көрсеткіші беріледі де, (4.18) формуласы бойынша соған сәйкес n көрсеткішін табады.

Одан әрі қабылданған S көрсеткіші мен алынған n көрсеткіштері үшін плунжер қимасының ауданы сорап өнімділігінің формуласынан анықталады, см^2 :

$$F_{пл}=Q/(S*n), \qquad (4.20)$$

мұндағы: Q - сораптың өнімділігі, $м^3$/тәу; S – сальникті штоктың жүрісінің ұзындығы, м.

Осыдан

$$D_{пл}=\sqrt{F_{пл}/0{,}785}.$$

Содан кейін стандартты n көрсеткіштері беріледі де, (4.19) формуласымен соған сәйкес $F_{пл}$ мәнін, ал (4.20) формуласымен S мәнін анықтайды.

Тербелмелі-станоктың S және n қабылданған жұмыс ауданына кіретін барлық режимдер үшін, теңестіргіш басына түсетін жүктеме анықталады.

Статикалық теория бойынша максималды күштеме:

$$P_{max}=F_{п}\rho_c Lg + q_{орт}Lg[b+Sn^2/1440], \qquad (4.21)$$

мұндағы: L – сорапты түсіру тереңдігі, м; $b=\rho_ш - \rho_c / \rho_ш$ – сұйықтағы штанганы жеңілдету коэффициенті; $\rho_ш$, ρ_c – сәйкесінше штанганың материалы мен сұйықтың тығыздықтары; $S_n^2/1440$ – инерциялы жүктеме факторы; g – еркін түсу үдеуі.

Штанганың бастапқы төмен жүрісі кезіндегі минималды жүктеме:

$$P_{min}=q_{орт}Lg[b-Sn^2/1440]. \qquad (4.22)$$

Содан кейін теңестіргіш басындағы P_{max} жүктемесі аз болатындай режим таңдалады және штангадағы максималды және минималды кернеулер анықталады:

$$\sigma_{max}=P_{max}/f_ш; \qquad (4.23)$$

$$\sigma_{min}=P_{min}/f_ш,$$

мұндағы: $f_ш$ – штанганың көлденең кимасының ауданы.

Штанга материалын таңдау үшін $\sigma_ш$ анықтайды:

$$\sigma_{ш} = \sqrt{\sigma_a \sigma_{\max}}\ , \qquad (4.24)$$

мұндағы: σ_a $\dfrac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$ – ассиметриялық циклдегі кернеудің амплитудалық мәні.

$\sigma_{мүм\ ш} \geq \sigma_{ш}$ болатындай 4.4-кестесінен штангаға сәйкес материал таңдалады.

Одан кейін штанганың беріктік қорының коэффициентін анықтайды:

$$\eta = \sigma_a / \sigma_{max}, \qquad (4.25)$$

мұндағы, σ_a – штанга материалының ағу шегі.

Есептеу бойынша алынған D және n параметрлері стандартты емес болуы мүмкін. Сондықтан берілген дебит бойынша плунжердің стандартты диаметрін пайдалану кезіндегі тербеліс саны анықталады:

$$n = n_e D_e / D_{ст}, \qquad (4.26)$$

мұндағы: n_e – тербелістің есептік саны; D_e – плунжердің есептік диаметрі; $D_{ст}$ – плунжердің стандартты диаметрі.

Егер n стандартты емес болса, стандарт жағын мәнді немесе қажетті диаметрдегі электрокозғалтқыштың шкивін жасау керек:

$$d_{эк} = n \cdot d_p \cdot i / n_{эл}, \qquad (4.27)$$

мұндағы: n – бір минуттағы тербеліс саны; d_p – редуктор шкивінің диаметрі; i - редуктордың беріліс саны; $n_{эк}$ - электркозғалтқыш білігінің айналу жиілігі, мин$^{-1}$.

4.4-кесте

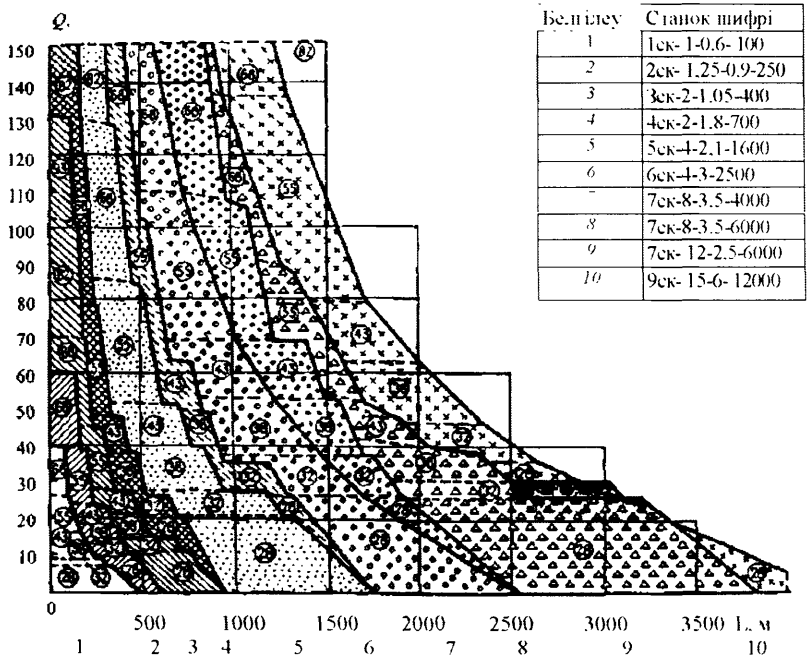
Штанга материалының механикалық сипаттамалары

Болат маркасы	Ағу шегі, МПа	Бринель бойынша қаттылық, НВ	Шақтама $\sigma_ш$, МПа	Сорап диаметрі, м	Штангаларды өңдеудің түрі	Пайдалану шарты
40	320	217	70 120 100	28 – 95 28 – 43 55 – 95	Нормальдау ЖЖТ-пен нормальдау	Коррозиялы емес
20Н2М	390	200	90 60 130 110 100	28 – 95 -«- 28 – 43 55 – 95 28 – 95	Нормальдау -«- ЖЖТ-пен нормальдау	Коррозиялы емес -«-
	520 260		100 70	28- 95 -«-	Көлемдік шыныктыру	Коррозиялы емес
15Х2НМФ	630 255		100 90	28 – 95 -«-	Көлемдік шыныктыру	Коррозиялы емес

4.8. ШҰС қондырғыларын есептеу мысалдары

1-есеп. Тербелмелі станокты, диаметрін және сорап түрін, штанга мен СКҚ-ы таңдап, берілген шарттарға сәйкес сораптың жұмыс параметрлерінің режимін анықтау керек. Ұңғыманың дебиті – 35м^3/тәу, мұнайдың тығыздығы – $\rho_м$ = 850 кг/м^3 , сорапты түсіру тереңдігі – 1400м, сораптың беріліс коэффициенті η=0,7.

Шешімі: А.Н. Адонин диаграммасы бойынша Q=35 м^3/тәу проекциясы мен L=1400 м қиылысынан СК 8-3,5 – 4000 және сораптың плунжерінің диаметрі 32 мм-ге тең екенін табамыз. 1200 м-ден төмен терсңдіккс сәйкес маркасы НВ1Б-32-30-15 кондырмалы сорапты таңдау керек [1].



Белгілеу	Станок шифрі
1	1ск- 1-0.6- 100
2	2ск- 1.25-0.9-250
3	3ск-2-1.05-400
4	4ск-2-1.8-700
5	5ск-4-2.1-1600
6	6ск-4-3-2500
7	7ск-8-3.5-4000
8	7ск-8-3.5-6000
9	7ск- 12-2.5-6000
10	9ск- 15-6- 12000

4.9-сурет. Тербелмелі станоктарға арналған А.Н. Адонин диаграммасы
(1-шеңберлердегі сандар ұңғыма сорабының диаметрін белгілейді; 2-диаграмманың астына орналасқан 1-ден 10-ға дейінгі сандар станок шифрін белгілейді)

НВ-1Б типті сораптар мұнай ұңғымаларынан механикалық қоспасы 1,3 г/л дейінгі тұтқырлы сұйықты және 10%-дан аспайтын еркін газды сору үшін арналған. Сораптың цилиндрі ретінде беріктілігі жоғары, тозуға төзімділігі жоғары және тасымалдылық қасиеттерімен сипатталатын бүтін, төлкесіз цилиндр қолданылған.

НВ- 1Б-32 үшін мынадай СКҚ таңдалады: 32+28=60 мм, СКҚ 60х5,0 мм. Бұл сорапқа СКҚ-60 мм қондырылатын ОМ-60 маркалы құлыпты тіреу қажет.

4.1-4.3 кестелерінен диаметрі 22 мм (31%) және диаметрі 19 мм (69%) көміртекті болаттан ($\sigma_ш$=70 МПа) жасалған штанганы таңдаймыз.

Түсірудің жалпы 1400 м-ге тең тереңдігінде штангалар секциясының 434 м ұзындығына сәйкес диаметрі =22 мм, ал 966 м ұзындығына – диаметрі 19 мм-ге тең штангалар таңдалады.

МЕмСТ 5866 бойынша 7СК 8-3,5 - 4000-ның режимдік параметрлері: $S_д$=1,7; 2,1; 3,0; 3,5 м – штанганың ілу нүктесінің жүру ұзындықтары.

Тербеліс саны n=5-12 мин$^{-1}$

Ц2П-750 редукторының i=38 берілістік қатынасындағы шкивтің диаметрі - 1000 мм болады.

ТС-тың жұмысын жалғастыруды қамтамасыз ету үшін кадамның максималды ұзындығын қабылдап, А.Н. Адонин диаграммасы бойынша тербелмелі-станоктың максималды параметрлерінде жұмыс істей алатын және диаметрі 32 мм сораптың максималды өнімділігін табу қажет.

Диаграмма бойынша мынаны табамыз: Q_{max}=38 м^3/тәул. Сонда S_{max}=3,5 м жүріс ұзындығында (4.17) формуласымен тербеліс саны былай анықталады:

$$n=12*35/38=11 \text{ мин}^{-1}.$$

Штанганың минимум кернеуіне сәйкес келетін сораптың жұмыс параметрін аналитикалық әдіспен анықтаймыз.

$S_д$ мен n (4.18)-(4.20) формулалары бойынша стандартты көрсеткіштерді беру арқылы, $F_{шт}$ мен $D_{шт}$ анықтап, 4.5-кестесін құрамыз.

4.5-кесте

N° реж	S, м	n	$F_{шт}$, см^2	$D_{шт}$, см
1	1,675	15	15,32	4,42
2	2,1	12,9	14,21	4,25
3	2,5	11,5	13,39	4,13
4	3,0	10,2	12,58	4,00
5	3,5	9,2	11,96	3,9
6	12,45	5	6,186	2,81
7	5,15	9	8,30	3,25
8	3,35	12	9,58	3,49

Штанганың екісатылы тізбегінің орташа массасы

$$q_{орт}=q_1\cdot 0,31+q_2\cdot 0,69=3,14\cdot 0,31+2,35\cdot 0,69=2,60 \text{ кг/м},$$

мұндағы, q_1, q_2 – сәйкесінше штанганың 1 м жоғарғы және төменгі секциясының массалары.

4.4-кестесінен көреміз, сораптың η=0,7-ге тең орташа беріліс коэффициентінде қабылданатын жұмыс режимдері 5-ші және 4-ші болады, бірақ та бұл режимдерде плунжер диаметрінің мәні үлкен болады.

Оңтайлы режимді таңдау үшін штанганың ілу нүктесіндегі жүктеменің максималды мәнін (4.21) формуласымен табамыз:

$$P^5_{max}=11,96\cdot10^{-4}\cdot850\cdot1400\cdot9,81+2,6\cdot1400\cdot9,81[0,892+3,5\cdot9,2^2/1440]=$$
$$=13962+39198=53160 \text{ Н},$$

мұндағы, $b=(7850-850)/7850=0,892$;

$$P^4_{max}=12,58\cdot10^{-4}\cdot850\cdot1400\cdot9,81+2,6\cdot1400\cdot9,81[0,892+3,0\cdot10,2^2/1440]=$$
$$=14686+39592=54278 \text{ Н}.$$

Мұнда оңтайлы режим 5-ші және P_{max}=53,2 кН-мәні ең кіші. Минималды күштемені (4.22) формуласымен есептейміз:

$$P^5_{min}=2,6\cdot1400\cdot9,81[0,892-(3,5\cdot9,2^2)/1440]=24506 \text{ Н}.$$

(4.23) формуласы бойынша максимал және минимал кернеулерді және (4.24) формуласымен $\sigma_{ш}$ мәндерін анықтаймыз:

$$\sigma_{max}=53160/0,785\cdot0,022^2=53160/3,8\cdot10^{-4}=139,9\cdot10^6 \text{ Н/м}^2=139,9 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{min}=24506/3,8\cdot10^{-4}=64,5\cdot10^6 \text{ Н/м}^2=64,5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_a=(139,9-64,5)/2=37,7 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{ш}=\sqrt{139,9\cdot37,7}=72,6 \text{ МПа}.$$

4.1-4.3 кестелерінен $\sigma_{м\,ш}$ = 90 МПа коррозиясыз шарттары үшін маркасы 20Н2М болаттан жасалған штанганы таңдаймыз.

Штанганың беріктік қорының коэффициенті (4.25) формуласы бойынша мынаны құрайды:

$$\eta=390/140,0=2,8.$$

Плунжердің стандартты диаметрін қолдана отырып (5- режим үшін 38 мм болады) (4.26) формуласымен қажетті тербелу санын анықтаймыз:

$$n=9,2\cdot 39/38=9,44 \text{ мин}^{-1}.$$

НВ1Б-38-35-15 сорабы үшін жүру ұзындығы 3,5 м және түсіру тереңдігі 1500 м. ал СКҚ диаметрі 73х5,5 мм-ге тең болады.

Стандартты емес тербелу саны үшін электркозғалтқыштың шкив диаметрін (4.27) формуласымен анықтаймыз:

$$D_{ш}=9,44\cdot 1000\cdot 38/1470=244 \text{ мм}.$$

Сонда, аналитикалық есеп нәтижесінде біз СКҚ-ң, сораптың диаметрін үлкейтіп, тербелу санын 11-ден 9,4 мин$^{-1}$-ге дейін азайттық және кестелі-графикалық есеппен салыстырғанда маркасы 20Н2М болаттан жасалған берік штанганы таңдадық.

4.9. Тербелмелі станок теңестіргішінің басына түсетін жүктемені анықтау

Жүктемені анықтау негізгі екі топқа бөлінетін әртүрлі теориялармен жүзеге асады: статикалық және динамикалық.

А.Н. Адонинның зерттеулеріне сәйкес сорудың статикалық және динамикалық режимдерінің аралығы Коши параметрінің интервалында (ауыспалы аймақ) орналасқан, [1]:

$$\mu=\omega L/a=0,35\div 0,45, \qquad (4.28)$$

мұндағы, a-штангадағы дыбыс жылдамдығы.

Бірөлшемді тізбек үшін a=4600 м/с, екісатылы үшін a=4900 м/с. ал үшсатылы үшін a=5300 м/с.

Қазіргі уақытта Коши параметрі $\mu\leq 0,5$ болғанда негізгі режимдер қолданылады. $\mu\geq 0,7$ болғанда көптеген формулалар үлкен резонансты күштердің әсерінен қолданылмайды.

1. Статикалық теория бойынша максималды жүктеме И.М. Муравьев формуласы бойынша анықталады, [1]:

$$P_{max}=P_c+P_{ш}(b+m), \qquad (4.29)$$

мұндағы: P_c – биіктігі $h_д$-ға тең, буферлік қысымды $P_с$ есепке алғандағы плунжер үстіндегі сұйықтық бағанының салмағы;

$$P_c=F_{шт}(h_д\rho_c g+P_б), \qquad (4.30)$$

мұндағы: b – сұйықтағы штанганың жеңілдету коэффициенті,

$$b=1-\rho_c/\rho_ш ; \qquad (4.31)$$

m – динамикалық фактор

$$m=S_Д n^2/1440, \qquad (4.32)$$

мұндағы: $S_Д$ – штанганың ілу нүктесінің жүру ұзындығы; n – бір минуттағы тербеліс саны.

Штанганың ауадағы салмағы:

$$P_ш=(q_1L_1+q_2L_2)g.$$

Минималды жүктеме штангаға сұйықтық салмағы әсер етпей отырған кезде және штанганың бастапқы кездегі төмен қарай жүрісінен байқалады, ал динамикалық фактор алып тасталынады:

$$P_{min}=P_ш(b-m). \qquad (4.33)$$

2. А.С. Вирновский формуласы бойынша жүктемені анықтау. А.Н. Адонин [1] зерттеулерінс сай олар жүктеме өлшеулерінің тәжірибелік нәтижелерімен өте жақсы сәйкестігін көрсетеді:

$$P_{max}=P_c+P_{шт}'+\frac{1}{3}\alpha_1\frac{D}{d_{шт}}\sqrt{\frac{\omega^2 S_Д}{g}}\cdot(P_{шт}+0{,}3\varepsilon P_c')\sqrt{a_1\varphi-\frac{\lambda_{шт}}{S_Д}}+$$
$$+\alpha_1^2\,\omega^2 S_Д/2g\,[\alpha_1-2\lambda_{шт}/S_Д\varphi]\,|1-\varphi/2|P_{шт}, \qquad (4.34)$$

мұндағы: P_c – биіктігі $h_д$ болатын, ауданы $F_{шт}$ тең буферлік қысымын есепке алғандағы сұйықтық бағанының салмағы; $P_c'=(F_{шт}-f_{шт})\,\rho_c gL$ – сақиналы кеністіктегі сұйықтық бағанасының салмағы; $F_{шт}$, $f_{шт}$ – сәйкесінше плунжер мен штанганың

көлденең қималарының аудандары; L – сорапты түсіру тереңдігі; $P_{шт}$ – ауадағы штанга тізбегінің салмағы; $P_{шт}'$ – сұйықтағы штанга тізбегінің салмағы.

Минималды жүктеме формуласы алдыңғы (4.34)-тен шығады, егер $P_c'=0$, $P_c=0$ мәндерін қойсақ, ал кинематикалық α_1 мен a_1 коэффициенттерді штанганың төмен қарай жүру кезінде аналогиялық коэффициенттеріне α_2 мен a_2 -ге ауыстырып, соңғы екі мүшенің таңбаларын қарама - қарсы қолдансақ:

$$P_{min}= P_{шт}' - \alpha_2 \, 1/3 \cdot D/d_{шт} \sqrt{\frac{\omega^2 S_A}{g}} \sqrt{a_2\varphi - \frac{\lambda_{шт}}{S_A}}$$

$$P_{шт} - \alpha_2^2 \, \omega^2 S_A/2g \cdot |\alpha_2 - 2\lambda_{шт}/S_A\varphi| \, |1-\varphi/2| P_{шт}, \qquad (4.35)$$

мұндағы, S_A – штанганың ілу нүктесінің жүру ұзындығы; $P_{шт}$ – ауадағы штанга тізбегінің салмағы; $P_{шт}'$ – сұйықтағы штанга тізбегінің салмағы; α_1, α_2, a_1, a_2 – А.С. Вирновскийдің кинематикалық коэффициенттері,

$$a_1,\ a_2=2(V_{max})_{1,2}/(\alpha_{1,2}\cdot\omega S_A),$$

мұндағы: V_{max} – штанганың ілу нүктесінің нақты максималды жылдамдығы; 1 – жоғарыға жүру кезінде; 2 – төменге жүру кезінде; D, $d_{шт}$ – сорап пен штанганың диаметрлері; ω – бұрыштық жылдамдық, 1/с, $\omega=\pi n/30$; $\lambda_{шт}$ – сұйықтық бағанының салмағына байланысты штанганың ұзаруы,

$$\lambda_{шт}=P_c L/Ef_{шт}, \qquad (4.35')$$

мұндағы: $\varepsilon = (F_{шт} - f_{шт})/(F_{құб} - f_{шт})$ – сорaптан құбырға ауысқан кездегі сұйықтың қимасының өзгеру коэффициенті; $F_{құб}$ – құбырдың ішкі каналының ауданы; $f_{құб}$ – металл бойынша құбыр қимасының ауданы; $\varphi=f_{құб}/(f_{құб}+f_{шт})$ – аудандардың қатынас коэффициенті.

Егер есеп сатылы тізбек үшін жүргізілетін болса, онда $f_{шт}$ орнына мынаны алу керек:

$$f_{шт\,орт}= \frac{1}{\varepsilon_1/f_{шт1} + \varepsilon_2/f_{шт2} + \ldots + \varepsilon_n/f_{шт\,n}}, \qquad (4.36)$$

мұндағы, ε_1.....ε_n – екісатылы штанга тізбегінің үлестері, $\sum\varepsilon_i=1$.

3. А.Н. Адониннің қарапайым түрге келтірілген А.С. Вирновский формулаларын кең диапазонда қолдануға болады: $S_A \leq 5$ м, $n \leq 24$ мин$^{-1}$, $D \leq 93$ мм:

$$P_{max}= P_c+P_{шт}'+0{,}011\ D/d_{шт}nP_ш \sqrt{\varphi S_A - \lambda_{шт}} +1000 \text{ Н};$$

$$P_{min}= P_{шт}'- 0{,}011\ D/d_{шт}nP_ш \sqrt{\varphi S_A - \lambda_{шт}} - 1000 \text{ Н}. \qquad (4.37)$$

4. И.А. Чарный формуласы бойынша динамикалық теория негізіндегі максималды жүктеме былай анықталады [1]:

$$P_{max}= P_c+P_ш[b+Sn^2/1800 \cdot tg\mu/\mu], \qquad (4.38)$$

мұндағы: $tg\mu/\mu$ – штанга дірілін есепке алатын коэффициент

$$\mu=\omega L/a, \text{ рад/с}=\mu 180/3{,}1416 \text{ о/с};$$

$$P_{min}= P_ш[b- Sn^2/1800 \cdot tg\mu/\mu].$$

5. А.Н. Адонинннің эмпирикалық формуласы бойынша динамикалық теория негізіндегі максималды жүктеме:

$$P_{max}= P_c+P_ш+(P_ш+\varepsilon P_c)\ m{\cdot}r{\cdot}n^{2,24\ -0,33t*0,001}/900+2500S, \qquad (4.39)$$

мұндағы, m – кинематикалық коэффициент,

$$m=1+\frac{1+\frac{r}{L_{шат}}}{\sqrt{1-\left[\frac{r}{k}\right]^2}}. \qquad (4.40)$$

мұндағы: $L_{бұғ}$ – бұлғақтың (шатунның) ұзындығы; k – теңестіргіштің артқы иінінің ұзындығы.

4.10. Штангалы сораптың плунжерінің жүріс ұзындығын анықтау

1. Статикалық күш әсерімен бірге плунжердің жүру ұзындығы былай анықталады:

$$S_{пг} = S_A - \lambda = S_A - (\lambda_ш + \lambda_{күб} + \lambda_{сым\ ш} + \lambda_п), \qquad (4.41)$$

мұндағы: S_A – штанга ілу нүктесінің жүру ұзындығы (тегістелген штоктың); λ – статикалық деформация қосындысы; $\lambda_ш$ – жоғары жүріс кезінде плунжердің үстіне немесе астына түсетін қысым әсерінен болатын штанганың деформациясы:

$$\lambda_ш = \Delta P_c L / E_ш f_ш , \qquad (4.42)$$

мұндағы: ΔP_c – плунжер үстіндегі сұйық бағанының салмағын анықтаймыз:

$$\Delta P_c = F(P_{сг} + P_б + P_г - P_c). \qquad (4.43)$$

мұндағы: F – цилиндрдің өтпелі қимасының ауданы; $P_{сг}$ – плунжер үстіндегі сұйық бағанының қысымы; $P_б$ – лактыру сызығының буферлі қысымы; $P_г$ –құбырдағы сұйық ағынының кедергісіне негізделген қысым шығыны; P_c –динамикалық деңгей астылық сорапты батыру тереңдігі мен сүзгі және сорап клапанындағы сұйық ағынының кедергісімен анықталатын плунжердің астындағы қысым: $P_c = P_э - P_{кі}$; $E_ш$ – штанга материалының серпімділік модулі, L – сораптың ілу тереңдігі, $f_ш$-штанганың көлденең қимасының ауданы.

Штанганың төменге жүру кезіндегі құбырдың деформациясы:

$$\lambda_{күб} = \Delta P_c\ E_{күб} / E_{күб} f_{күб} \qquad (4.44)$$

мұндағы: ΔP_c – плунжер үстіндегі сұйық бағанының салмағы; $E_{күб}$ – құбыр материалының серпімділік модулі. $f_{күб}$ – құбырдың (металл бойынша) көлденең қимасының ауданы.

Штанганың төменге жүру кезінде оларға P_c бойынша жоғарыға бағытталған осьтік күш әсер етеді. Ол күш айдау клапанындағы сұйықтың ағынының кедергісі мен плунжердің цилиндрмен үйкеліс әсерінен туындайды. Егер бұл күштер

штанганың төменгі ауырлығымен теңгерілмесе, онда плунжердің жүру ұзындығын азайтатын деформация мынаған тең:

$$\lambda_{сың\ ш} = P_c\, L / E_ш f_ш ; \qquad (4.45)$$

$$\lambda = \frac{P_c R_c^2 L_{сың}}{2EI\sqrt{1 + \frac{P_c R_c^2}{EI}} + 1}, \qquad (4.46)$$

мұндағы: $L_{сың} = P_c/q_ш$ – тізбектің сығымдалған бөлігінің ұзындығы; R_c –тізбектің сығымдалған бөлігінің иілген спиралінің радиусы:

$$R_c = D_{құб} - d_ш /2 \qquad (4.47)$$

мұндағы: $D_{құб}$ – құбырдың ішкі диаметрі, $d_ш$ – штанга диаметрі, I–штанганың көлденең қимасының инерция моменті, $q_ш$ – сұйықтағы 1 м ұзындықтағы штанганың салмағы.

Егер осьтік күш P_c <10 кН болса, онда $\lambda_ш$-ді анықтау үшін А. Лубинскийдің карапайым формуласын қолдануға болады, [1]:

$$\lambda_ш = P_c R_c^2 L_{сың} /8EI \qquad (4.48)$$

2. Плунжердің статикалық және динамикалық күштердегі жүру ұзындығын анықтау. А.Н. Адониннің зерттеулеріне сәйкес сұйықты сору кезіндегі статикалық және динамикалық режимдердің шегі Коши параметрінің аймағында орналасқан $\mu = 10L/a = 0{,}35 \div 0{,}45$, мұндағы $\omega = \pi n/30$ –кривошиптің бұрыштық айналу жылдамдығы, a – штангадағы дыбыс жылдамдығы (a=5100 м/с), [1].

Тұтқырлы сұйықтағы штанга қозғалысының кедергісін ескере отырып, екі сатылы штанга тізбегінде А.С. Вирновский мынадай тәуелділікті алған, [1]:

$$S_{ш\,1} = S_Л |(\cos\mu_1 + \mathrm{sh}^2\beta_1)(\cos^2\mu_2 + \mathrm{sh}^2\beta_2) - 1/2\, f_{ш2}/f_{ш1}(\sin 2\mu_1 \sin 2\mu_2 + \mathrm{sh}2\beta_1\, \mathrm{sh}2\beta 2) + |f_{ш2}/f_{ш1}|^2 (\sin^2\mu_1 + \mathrm{sh}^2\beta_1)(\sin^2\mu_2 + \mathrm{sh}^2\beta_2)|^{-1/2} - \lambda, \qquad (4.49)$$

мұндағы: $\beta_1 = bL_1/a$; b – үйкеліс тұрақтысы, әдетте ол 0,2 – 1,0 $с^{-1}$; μ_1 – Коши критерийі, $f_ш$ – штанга қимасының ауданы, $sh\beta = e^{\beta} - e^{-\beta}/2$ – гиперболалық синус.

Тұтқырлы сұйықтағы штанганың қозғалыс кедергісін есепке алмағанда плунжердің жүріс ұзындығы:

$$S_{пл} = \frac{S_A}{\cos\mu_1 \cos^2\mu_2 - f_{ш2}/f_{ш1} \cdot \sin\mu_1 \sin^2\mu} - \lambda. \qquad (4.50)$$

Тұтқырлы сұйықтағы штанга тізбегі екісатылы болса, онда

$$S_{пл} = \frac{S_A}{(\cos^2\mu + sh^2\beta)^{1/2}} - \lambda. \qquad (4.51)$$

Тұтқырлықты есептемегенде ($\beta=0$)

$$S_{пл} = S_A/\cos\mu - \lambda. \qquad (4.52)$$

2-есеп. Статикалық пен динамикалық теориялар бойынша плунжер жүрісінің ұзындығын анықтау.

Бастапқы берілгендер: плунжердің диаметрі $D_{пл}$=43 мм; сораптық штанганың диаметрі d=22мм; СКҚ диаметрі $d_{құб}$ =73х5,5 мм, сораптың түсіру тереңдігі L=1500 м; нығыздалған штоктың жүріс ұзындығы S=2,1м, динамикалық деңгей $h_д$ =1450 м, 1 минуттағы тербелу саны n=9, сұйықтың тығыздығы $\rho_с$=900 кг/м; плунжер қозғалысының кедергісі $P_к$=9 кН, лақтыру сызығындағы буферлік қысым – 1,0 МПа, мұнайдың кинематикалық тұтқырлығы ν =0,1 $см^2/с$ (80°С-та).

Шешімі: Коши параметрін (4.28) формуласымен анықтаймыз:

$$\mu = \omega L/a = 1{,}57 \cdot 1500/5100 = 0{,}462;$$
$$\omega = \pi n/30 = 3{,}14 \cdot 15/30 = 1{,}57\ с^{-1}.$$

Яғни, сору режимі динамикалық режим аймағында жатыр. Көтеру құбырындағы орташа жылдамдықты анықтаймыз:

$$V_{орт} = SnD^2_{пл}/[60(d^2_{шк} - d^2_{ш})] =$$
$$= 2{,}1 \cdot 15 \cdot 0{,}043^2/[60(0{,}062^2 - 0{,}022^2)] = 0{,}289\ м/с.$$

Рейнольдс саны:

$$Re= V_{орт}d/\nu=28,9\cdot6,2/0,1=1792<2300.$$

Гидравликалық кедергі коэффициенті:

$$\lambda_т= 64/Re=64/1792=0,036.$$

Құбырдағы сұйықтық ағынының кедергі есебінен болатын қысым шығынын мына қатынас бойынша анықтаймыз:

$$P_т =h\rho_c g= \lambda_т L\rho_c V^2/d\cdot2;$$
$$P_т=0,036\cdot1500\cdot0,289^2\cdot900/0,062\cdot2=0,0327 \text{ Мпа}.$$

Плунжер үстіндегі сұйықтық бағанасының салмағы ((4.43) формуласымен):

$$\Delta P_c=0,785\cdot0,043\cdot(13,24+1,0+0,033 - 0,441)=20,08 \text{ кН}.$$

Штанганың ұзаруы ((4.42)) формуласымен):

$$\lambda_ш=20,08\cdot10^3\cdot1500/[2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot3,8\cdot10^{-4}]=0,377 \text{ м}.$$

Штанганың төменгі жүруі кезіндегі құбырдың ұзаруы ((4.44) формуласымен):

$$\lambda_{құб}= 20,06\cdot10^3\cdot1500/[2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot11,66\cdot10^{-4}] = 0,123 \text{ м},$$

мұндағы, $f_{құб}= 0,785(0,073^2 - 0,062^2) = 11,66\cdot10^{-4}$ м^2.

Штанганың төменге жүруі кезіндегі кедергі күші есебінен штанганың сығылуы ((4.45) формуласымен):

$$\lambda_{сығ\ ш}= 4\cdot10^3\cdot1500/[2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot3,8\cdot10^{-4}] = 0,075 \text{ м}.$$

Штанганың иілу есебінен болатын жүріс шығынын (4.48) формуласымен анықтаймыз, себебі $P_c<10$ кН.

Алдын - ала анықтаймыз:

$$L_{сығ}= 4\cdot10^3/[3,14\cdot9,81(1 - 900/7850)] =146,7 \text{ м};$$

$$\lambda_и= \frac{4\cdot10^3\cdot0,02^2\cdot146,7}{8\cdot2,1\cdot10^5\cdot10^6\cdot1,15\cdot10^{-8}} = 0,012 \text{ м}.$$

Статикалық күш әсерінен плунжердің жүріс ұзындығы:

$$S_{пл}=S_{\Lambda}-\lambda=2,1-(0,377+0,123+0,075+0,012)=1,513 \text{ м}.$$

Штанга тізбегі бірсатылы болғандықтан, ал сұйықтық тұтқырлы болса, онда есептік формула ретінде (4.51) таңдаймыз:

b=0,6 деп қабылдап, β параметрін анықтаймыз:

$$\beta=bL/a=0,6\cdot 1500/5100=0,176;$$
$$sh\beta=(e^{0,176}-e^{-0,176})/2=(1,192-0,839)/2=0,176.$$

μ параметрі градус бойынша:

$$\mu=0,462\cdot 180/3,14=26,48^0=26^{\circ}29'; \cos\mu=0,895.$$

Плунжердің жүру ұзындығы (4.51) формуласы бойынша:

$$S_{пл}=\frac{2,1}{\sqrt{0,895^2+0,177^2}}-0,587=2,302-0,587=1,715 \text{ м}.$$

4.11. ШҰСҚ-ның өнімділігі мен беріліс коэффициентін анықтау

1. Элементарлы теория бойынша өнімділіктің формуласы:

$$Q_{иф}=1440Fn[S_{\Lambda}(\lambda_{шт}+\lambda_{құб})+225L^2n^2S_{\Lambda}/10^{12}], \qquad (4.53)$$

мұндағы: F – плунжердің көлденең қимасының ауданы; n – бір минуттағы қосжүріс саны; S_{Λ} – штанганың ілу нүктесінің жүріс ұзындығы; $\lambda_{шт}$, $\lambda_{құб}$ –сұйық бағанасының әсерінен болатын сораптық штангалар мен құбырлардың ұзаруы:

$$\lambda_{шт}+\lambda_{құб}=P_cL/E\sum[1/f_{шт}+1/f_{құб}], \qquad (4.54)$$

мұндағы: $P_c = h\rho_c Fg$ – плунжер үстіндегі сұйық бағанасының салмағы; L-сорап ілмесінің тереңдігі; $E=2,1*10^{11}$ Н/м^2 – болаттың серпімділік модулі.

Формуланың соңғы мүшесі (4.53) инерциялы күш – $\delta_и$ есебінен плунжердің жүріс ұзындығының ұлғаюын есептейді:

$$\delta_{н}=P_{c}L/(E\,f_{шт})=\omega^{2}rmL/(E\,f_{шт})=\pi^{2}n^{2}S_{A}L\rho L\,/\,(30^{2}\cdot 2\cdot 2{,}06\cdot 10'')=$$
$$=3{,}1416^{2}\cdot 7850\cdot n^{2}L^{2}S_{A}/\,(90\cdot 4{,}12\cdot 10^{12})=209\,n^{2}L^{2}S_{A}/\,10^{12}.$$

Штанганың жалғастырушы муфталарының массасын ескепке алып:

$$\delta_{н}=225n^{2}L^{2}S_{A}/\,10^{12}.$$

2. Элементарлы теория бойынша өнімділік (А.И. Адонин бойынша):

$$Q_{ф}=1440Fn[S_{A}(1+m\mu^{2}/2)-(\lambda_{шт}+\lambda_{куб})], \qquad (4.55)$$

мұндағы: $\mu = \omega L/a$ – Коши параметрі; a – штанга тізбегіндегі дыбыс жылдамдығы; m – сұйықтық бағанының инерция әсерін ескеретін коэффициент.

Мыналар үшін: $D_{п1} \le 43$мм, m=1 ;

$D_{п1}$ =55 мм, m=1,5 ;

$D_{п1}$ =68 - 70 мм, m=2,0;

$D_{шт}$ =82 мм, m=4,0;

$D_{пт}$ =93 мм, m=3,0;

$D_{шт}$ =120 мм, m=4,0.

3. А.С. Вирновскийдің өнімділік формуласы:

$$Q_{ф}=1440Fn[S_{A}/(\cos\mu)-(\lambda_{шт}+\lambda_{куб})], \qquad (4.56)$$

мұндағы: $S_{A}/\cos\mu$ мүшесі $\lambda_{ш}$ мен $\lambda_{куб}$ статикалық ұзаруы орын алмаған кездегі плунжердің орын алмасуын көрсетеді, яғни еркін штанганың еріксіз тербелістері үшін алынған.

Осыдан шығатын қорытынды мынадай: (4.56) формуласы кіші диаметрлі сораптар үшін ($D\le 43$ мм және $\mu\le 0{,}785$) ғана қолданылады.

(4.55) формуласын $\mu\le 0{,}55$ болғанда, плунжердің кез келген диаметрі үшін қолдануға болады.

μ-нің үлкен мәнінде ол 9% шамасында ағаттықты береді.

4. Жоғарғы тұтқырлықты сұйықты сору кезінде немесе кәдімгі тұтқырлықтағы сұйықты үлкен жылдамдықпен соруында гидродинамикалық үйкеліс күші жоғары мәнге ие болады. Ол сұйықтағы штанганың, құбырдағы сұйықтың қозғалысынан,

сондай-ақ сорап клапандарында туындайды. Бұл шарттарға сәйкес формуланы А.С. Вирновский келесі түрде тапқан:

$$Q_ф=1440Fn|S_A/|(\cos^2\mu+sh^2\beta)| - (\lambda_{шт}+\lambda_{құб})|, \qquad (4.57)$$

мұндағы: $\beta = hL/a$;h – үйкеліс тұрақтысы; c^{-1} (h =0,2÷1,0 c^{-1}); $sh\beta=(c^{\beta} - c^{-\beta})/2$ –гиперболалық синус.

$\beta = 0$ болғанда, (4.57) формуласынан (4.56) формуласы алынады.

5. Айдау клапанында сұйықтық ағынының кедергісінен және плунжердің цилиндрге үйкелісінен пайда болған, кедергі күштерінің жиынтығы кезінде (2.37) – (2.41) формулаларындағы $\lambda_{құб}+\lambda_{шт}$ мәндерін төмендегі түріне қажет:

$$\lambda= \lambda_{құб}+\lambda_{шт}+\lambda_{сж}+\lambda_{пз}. \qquad (4.58)$$

6. Тұтқырлы сұйықтағы штанга қозғалысына кедергіні есепке алған кездегі штанганың екі сатылы тізбегінде

$$Q_ф=1440FnS_{пт}, \qquad (4.59)$$

мұндағы, $S_{пт}$ (4.49) теңсілділігімен анықталады.

Терең-сораптық қондырғысының теориялық өнімділігі мына формуламен анықталады:

$$Q_т=1440FnS_A. \qquad (4.59')$$

ШҰСҚ-ң өнімділік коэффициенті: $\eta= Q_ф/ Q_т$. (4.60)

$Q_ф$ мәнін (4.53) формуламен анықтап, мынаны аламыз:

$$\eta=1 - P_cL/(S_AE) \sum[1/f_{шт} + 1/f_{т\,құб}] + 225n^2L^2S_A / 10^{12}, \qquad (4.61)$$
$$\eta =\eta_1 + \eta_2 .$$

Есептеуді жеңілдету үшін А. Ивановтың белгілі номограммасын қолдануға болады. Бұл номограмма бойынша ШҰСҚ-ң жұмыс параметрлерінің төртеуі белгілі болғанда, кез келген бесеуінің бірсуін (Q, D, S, n, η) жуықтап табуға болады.

3-есеп. Әртүрлі формулаларымен ШҰСҚ-ың өнімділігі мен беріліс коэффициентін анықтап, оларды салыстыру қажет.

Берілгендері: Ұңғыманың терендігі H=1500 м;
Сорапты түсіру терендігі L=1400 м;
Сораптың диаметрі $D_{нкт}$ =38 мм ;
Штанганың диаметрі $d_{шт}$ =19 мм, $d_{тр}$ =60 мм;
Мұнайдың тығыздығы $\rho_м$=850 кг/м^3
Штанганың ілу нүктесінің жүру ұзындығы
S_A=2,1 м
Тербелу саны n=10 мин$^{-1}$;
Оқпанды қысым $P_{окп}$ =30 кгс/см^2;
Судың құрамы n_c =0,25.

Шешімі: Сұйықтың тығыздығы:

$$\rho_c = \rho_м (1 - n_c) + \rho n_c = 850 \cdot 0,75 + 1000 \cdot 0,25 = 887,5 \text{ кг/м}^3.$$

Динамикалық деңгейге дейінгі ара қашықтық:

$$h_д = H - P_{окп} / \rho_c g = 1500 - 3 \cdot 10^6 / (887,5 \cdot 9,81) = 1155 \text{м}.$$

$P_{бүф}$ = 0 деп қарастырып, плунжер үстіндегі сұйық бағанасының салмағы:

$$P_c = h\rho_c F g = 1155 \cdot 887,5 \cdot 0,038^2 \cdot 9,81 = 11399 \text{ Н} = 11400 \text{ Н}.$$

1. А.М. Юрчук теориясы бойынша ((4.53) формуласымен) өнімділікті анықтаймыз, [3].

Алдын - ала анықталатын шамалар:

$$\lambda_{шт} + \lambda_{құб} = 11400 \cdot 1400 / 2,1 \cdot 10^{12} \left[1/2,83 \cdot 10^{-4} + 1/7,84 \cdot 10^{-4}\right] = 0,365 \text{ м};$$

$$f_{шт} = 0,785 \cdot 0,019^2 = 2,83 \cdot 10^{-4} \text{ м};$$

$$F = 0,785 \cdot 0,038^2 = 11,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$f_{құб} = 0,785(0,06^2 - 0,051^2) = 7,84 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2;$$

$$Q_ф = 1440 \cdot 11,34 \cdot 10^{-4} \cdot 10 [2,1 - 0,365 + 225 \cdot 1400^2 \cdot 10^2 \cdot 2,1 / 10^{12}] = 29,85 \text{ м}^3/\text{тәу}.$$

2. А.Н. Адониннің (4.55) формуласы бойынша өнімділік:

$$\mu = \omega L / a = \pi n L / 30 \cdot 5000 = 0,293.$$

Статикалық сору режимі: $D_{пл}<43$, m=1,

$$Q_ф=1440\cdot11,34\cdot10^{-4}\cdot10[2,1(1+0,293^2/2)-0,365]=29,80\ м^3/тәу.$$

3. А.С. Вирновскийдің (4.56) формуласымен өнімділікті анықтасақ:

$$\mu=0,293\cdot180/3,14=16,8^o.\ \cos\mu=0,957;$$

$$Q_ф=1440\cdot11,34\cdot10^{-4}\cdot10[2,1/0,957-0,365]=29,87\ м^3/тәу.$$

4. $h=0,6\ с^{-1}$ болғанда (4.57) формуласымен өнімділікті анықтаймыз:

$$\beta=0,6\cdot1400/5000=0,168$$
$$sh\beta=e^{\beta}-e^{-\beta}/2=1,182-0,846/2=0,168;$$
$$Q_ф=1440\cdot11,34\cdot10^{-4}\cdot10[2,1/(0,957^2+0,168^2)^{1/2}-0,365]=29,33\ м^3/тәу.$$

5. Плунжердің қозғалысының кедергі күшін $P_к=4$ кН деп алып, (4.58) формуласымен өнімділікті анықтаймыз:

(4.45) формуласымен штанганың $\lambda_{сыг}$ анықтаймыз:

$$\lambda_{сыг\ ш}=P_сL/Ef=4\cdot10^3\cdot1400/(2,1\cdot10^{11}\cdot2,83\cdot10^{-4})=0,094\ м.$$

Штанганың $P_к$ күшінің әсерінен иілу шамасын (4.48) формуламен есептесек:

$$\lambda_и=4\cdot10^3\cdot0,016^2\cdot195/(8\cdot2,1\cdot10^{11}\cdot6,39\cdot10^{-6})=0,019\ м,$$

мұндағы, $R_к=(0,051-0,019)/2=0,016$ м,

$$L_{сыг}=P_с/q_ш=4\cdot10^3/[2,35(1-887,5/7850)9,81]=195\ м.$$

(4.58) формуламен λ-ны табамыз:

$$\lambda=0,365+0,094+0,019=0,478.$$

(4.56) формуласымен өнімділікті табамыз:

$$Q_ф=1440\cdot11,34\cdot10^{-4}\cdot10[2,1/0,957-0,478]=28,03\ м^3/тәу.$$

Сонымен, өнімділіктердің бірінші үш формуламен табылған мәндерінің бір- бірінен айырмашылығы жоқ. Көрсеткіштердің едәуір айырмашылықтары кедергі күштерінің орын алуы және гидродинамикалық кедергінің мәні $h>0,6$ с$^{-1}$ болғанда байқалады.

6. Берілім коэффициентін анықтаймыз:

$$Q_т=1440FnS_Д=16,33\cdot2,1=34,29 \text{ м}^3/\text{тәу}.$$

Берілім коэффициентін (2.44) формуласымен тапсақ:

$$\eta= Q_ф/ Q_т=29,87/34,29=0,871.$$

Тұтқырлы сұйықтықты есепке алғанда:

$$\eta= 29,33/34,29=0,855,$$

ал кедергі күшін есепке алғанда

$$\eta=28,03/34,29=0,817.$$

4-есеп. Штангалар тізбегін беріктікке есептеу.

Штангаларда пайда болатын кернеулерді анықтау үшін, бір циклдегі жоғары және төмен жүруінің ең үлкен жүктемелерін табу қажет. Динамикалық және өтпелі жұмыс режимінде ол жүктемелер (4.34) және (4.35) формулаларымен анықталады. Одан кейін ең үлкен цикл кернеуін (σ_{max}), циклдік кернеу амплитудасын ($\sigma_а$) және келтірілген кернеуді $\sigma_к = \sqrt{\sigma_{max}\sigma_а}$ табады.

Қондырғының статикалық жұмыс режимі кезінде жеңілдетілген формулаларды қолданылады. Оларды қорытқанда штангалардағы радиалды және шеткі кернеулерді есепке алмайды:

$$\sigma_а=a_о/2\cdot D^2/\cdot d_ш\cdot\Delta P/(\rho_с g)+m_{орт}\rho_ш(\omega^2 S_Д/2)x, \qquad (4.62)$$

мұндағы, $a_о$ – аналитикалық есептеуге келмейтін, сұйық тығыздығын, үйкеліс күші мен баска да факторларды ескеретін және меншікті салмақтың өлшеміне ие болатын тәжірибелік

коэффициент. Оны 11500 Н/м ^{3} деп қабылдайды; x – штанганың есептелген кимасынан плунжерге дейінгі арақашықтық; D – плунжер диаметрі; $d_ш$ – штанга диаметрі; ΔP – плунжер үстіндегі қысымның төмендеуі; $\rho_с$ – сұйықтық тығыздығы; $\omega=\pi n/30$–кривошиптің айналуының бұрыштық жылдамдығы; $m_{орт}$ – СК жетілуінің орташа кинематикалық көрсеткіші:

$$m_{орт}= (m_{хв}+ m_{хн})/2.$$

Жоғарғы ($m_{хв}$) немесе төмен ($m_{хн}$) жүру кезіндегі кинематикалық көрсеткіші штанганың ілу нүктесінің максималды үдеуінің сол нүктенің гармоникалық қозғалысы кезіндегі көрсеткіш мәнінің қатынасына тең, яғни элементарлы теория бойынша:

$$m=\omega_п/ \omega_н=(1+ r/L_б)/\sin\beta^0_1,$$

мұндағы: β^0_1 – теңестіргіш пен теңестіргіштің иінінің шеткі жоғарғы жағдайы кезіндегі бұлғақ арасындағы бұрыш; r – кривошип радиусы; $L_б$ – бұлғақтың ұзындығы.

А.С. Аливердизаде формуласымен [2]:

$$m = \frac{1 + r / I_ш}{\sqrt{1 - (r / k)^2}}, \qquad (4.63)$$

мұндағы, k – теңестіргіштің артқы иіні.

Штангадағы орташа кернеу:

$$\sigma_{орт}=[D^2/(2\, d_ш^2) - 1]\Delta P+ \rho_ш g x, \qquad (4.64)$$

мұндағы: $\rho_ш$ – штанга материалының тығыздығы.

Орташа циклдік кернеу үшін тәуелділік, шеткі және радиалды штангадағы кернеулер, сұйықтың қозғалысы мен динамикалық күштер нақтыланады. Соңғылары 1,15-ке тең және a'_0 коэффициентімен есепке алынады. Нәтижесінде тәуелділік төмендегідей болады:

Бірсатылы тізбек үшін:

$$\sigma_{орт}=x(\rho_ш-\rho_с)g+a'_0\, D^2/(2\, d_ш^2)\Delta P. \qquad (4.65)$$

Штанганың сатылы тізбегі үшін мынаны алуға болады:

$$\sigma_a = (a_o/2)\cdot D^2 \Delta P/(d_{ш}^2 \rho_c g) + \\ + m_{орт}(\omega^2 S_A/2)\cdot \rho_ш (d_{ш}^2 x_1 + \ldots + d_{ш}^2 x_1^2)/d_{ш}^2; \qquad (4.66)$$

$$\sigma_{орт} = (\sum P_{ш}/ f_{x1})|1 - \rho_c/ \rho_ш| + a'_o \cdot D^2 \cdot \Delta P /(2\cdot d_{ш}^2), \qquad (4.67)$$

мұндағы, $\sum P_{ш}$ – төменде орналасқан секцияларды ескергендегі штанга тізбегінің i-ші секциясының салмағы, f_{xi} – i-нші штанга секциясының көлденең кимасының ауданы.

Штанганың сатылы тізбегін қолданғанда сатының ұзындығын жоғарғы секция сатылары үшін бірдей болатындай сн үлкен $\sigma_к$ көрсеткішін таңдайды, яғни

$$\sigma_{max1}\sigma_{a1} = \ldots \sigma_{maxI}\sigma_{aI}.$$

ТС-6-2,1-2500 үшін штанганың екі сатылы тізбегін беріктікке есептеп және таңдау керек.

Берілгендері: $D_{пл}$=38 мм;

Сорапты түсіру тереңдігі – 910 м;

Динамикалық деңгей – 880 м;

Сұйықтық тығыздығы – ρ_c=850 кг/м^3;

Буферлік қысым P_c=0,4 МПа.

Шешімі: Коши параметрін анықтаймыз.

ТС-6 үшін n_{max}=15 мин$^{-1}$, ω=1,57 с$^{-1}$,

μ=1,57·910/5100=0,283 (ω=1,57 с$^{-1}$).

Режим статикалық.

Плунжер үстіндегі қысымның төмендеуін (4.43) формуласымен анықтаймыз:

$$\Delta P_c = P_{ст} + P_б + P_т - P_o .$$

Құбырдағы сұйық қозғалысының гидравликалық кедергісін аз деп карастырамыз, яғни $P_т$=0.

Плунжер үстіндегі статикалық қысымды табамыз:

$$P_{ст} = 910\cdot 850\cdot 9{,}81 = 7{,}59 \text{ МПа}.$$

Плунжер астындағы қысым:

$$P_0=(L-h_t)\rho_c g=(910-880)\cdot 850\cdot 9{,}81=0{,}250 \text{ МПа},$$
$$P_c=0{,}4 \text{ МПа}.$$

Плунжер үстіндегі қысымның төмендеуі:

$$\Delta P=7{,}59+0{,}4-0{,}250=7{,}736 \text{ МПа}.$$

Тең үлестермен 16 мм және 19 мм штангаларды таңдаймыз. Төменгі секция үшін (диаметр 16 мм) ((4.62) формуласынан):

$$\sigma_{a1}=11500/2\cdot(0{,}038^2\cdot 7{,}736\cdot 10^6)/(0{,}016^2\cdot 850\cdot 9{,}81)+$$
$$+1{,}3\cdot 7850\cdot 1{,}57^2\cdot 2{,}1\cdot 455/2=30{,}11\cdot 10^6+12{,}02\cdot 10^6=42{,}13 \text{ Мпа}.$$

(4.67) формуласы бойынша мынаны табамыз:

$$P_{ш1}/f_{x1}=\rho_ш g x_1=7850\cdot 455\cdot 9{,}81=35{,}04 \text{ МПа},$$

$$\sigma_{ori}=35{,}04\cdot 10^6|1-850/7850|+1{,}15\cdot 0{,}038^2\cdot 7{,}736\cdot 10^6/(0{,}016^2\cdot 2)=$$
$$=56{,}35 \text{ МПа}.$$

Максималды кернеу:

$$\sigma_{max}=\sigma_{ori}+\sigma_a=56{,}35+42{,}13=98{,}48 \text{ МПа}.$$

Келтірілген кернеу:

$$\sigma_к=\sqrt{\sigma_a\sigma_{max}}=\sqrt{42{,}13\cdot 98{,}48}=64{,}41 МПа.$$

Жоғарғы секция үшін (диаметрі 19 мм) (4.66) формуласы бойынша:

$$\sigma_{a2}=11500\cdot 0{,}038^2\cdot 7{,}74\cdot 10^6/(2\cdot 0{,}019^2\cdot 850\cdot 9.81)+1{,}3\cdot 7850\cdot 1{,}57^2\cdot 2{,}1$$
$$(0{,}016^2+0{,}019^2)\cdot 455/(2\cdot 0{,}019^2)=21{,}34\cdot 10^6+20{,}54\cdot 10^6=41{,}48 \text{ МПа};$$

$$P_{ш2}=\rho_ш f_{x2} g x_2=7850\cdot 0{,}785\cdot 0{,}019^2\cdot 455\cdot 9{,}81=9929 \text{ Н};$$

$$P_{ш1}=\rho_ш f_{x1} g x_1=7041 \text{ Н}.$$

(4.67) формуласымен анықтаймыз:

$$P_{ш} = P_{ш}g0,785(d_{ш1}^2 x_1 + d_{ш2}^2 x_2^2) = 16970 \text{ Н};$$

$$\sigma_{орт2} = 16970/(0,785 \cdot 0,019^2)[1-850/7850] + 1,15 \cdot 0,038^2/(2 \cdot 0,019^2) \cdot 7,74 \cdot 10^6 = 71,20 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{max2} = \sigma_{орт} + \sigma_a = 71,20 + 41,88 = 113,08 \text{ МПа}.$$

Келтірілген кернеу:

$$\sigma_к = \sqrt{\sigma_a \sigma_{max}} = \sqrt{41,88 \cdot 113,08} = 68,82 МПа.$$

Штанганың ұзындығын таңдауын $\sigma_к$ мәнін теңестіріп жүзеге асыруға болады. Жоғарғы секцияның ұзындығын 10%-ға азайтамыз, сәйкесінше төменгіні көбейтеміз: L_1=455+45=500 м; L_2=410 м.

Есептеуді (4.62)-(4.67) формулаларымен жүргіземіз.

Төменгі секция (диаметрі 16 мм):

$$\sigma_a = 30,11 \cdot 10^6 + 1,3 \cdot 7850 \cdot 1,57^2 \cdot 2,1 \cdot 500/2 = 43,32 \text{ МПа};$$

$$P_{ш1} = 7850 \cdot 500 \cdot 0,016^2 \cdot 9,81 \cdot 0,785 = 7737 \text{ Н};$$

$$\sigma_{орт1} = 38,5 \cdot 10^6[1-850/7850] + 1,15 \cdot 0,038^2/(2 \cdot 0,016^2) \cdot 7,74 \cdot 10^6 = 59,43 \text{ МПа}.$$

$$\sigma_{max1} = \sigma_{орт} + \sigma_a = 59,43 + 43,32 = 102,75 \text{ МПа}.$$

Келтірілген кернеу:

$$\sigma_к = \sqrt{\sigma_a \sigma_{max}} = \sqrt{43,32 \cdot 102,75} = 66,782 МПа.$$

Жоғарғы секция үшін (диаметрі 19 мм) (4.66) формуласымен:

$$\sigma_{a2} = 21,34 \cdot 10^6 + 1,3 \cdot 7850 \cdot 1,57^2 \cdot 2,1(0,016^2 \cdot 500 + 0,019^2 \cdot 410)/(2 \cdot 0,019^2) = 41,53 \text{ МПа}.$$

(4.67) формуласы бойынша:

$$\sum P_{ш} = 7850 \cdot 0,785 \cdot 9,81 \cdot (0,016^2 \cdot 500 + 0,019^2 \cdot 410) = 16685 \text{ Н};$$

$$\sigma_{орт2} = 16685/(0,785 \cdot 0,019^2)[1-850/7850] + 17,80 \cdot 10^6 = 70,32 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{max} = 41,53 + 70,32 = 111,32 \text{ МПа}.$$

Келтірілген көрнеу:

$$\sigma_{к2}=\sqrt{\sigma_a \sigma_{max}} = \sqrt{41{,}53 \cdot 111{,}85} = 68{,}16 МПа .$$

4.4-кестесі бойынша диаметрі 16 мен 19 мм болатын штангалар үшін ст. 40 болат, ал параметрлері $\sigma_{кт}$ =70 МПа. σ_1 =320 МПа түрін таңдаймыз.

σ_1 бойынша беріктік қоры:

$$\eta=320/111{,}32=2{,}86.$$

4.12. ШҰСҚ-ы қолданып, апаттық күштеме бойынша СКҚ-ы есептеу

СКҚ-ы апаттық күштеме ұңғымаға сорапты түсіру немесе жұмыс процессінде штанганың жыртылыс жағдайында туындайды:

$$P_{к.ав}=P_{құб}+P_{шс}+P_с+P_{ін}, \qquad (4.68)$$

мұндағы: $P_{құб}$ – құбырдың сұйықтыққа батырылуын ескермеген кездегі салмағы: $P_{шс}$ – штанганың сұйықтыққа батырылуын ескергендегі салмағы; $P_с$ – құбырдағы сұйықтық бағанының салмағы; $P_{ін}$ – жыртылған штанга тізбегінің массасынан инерция күші.

СКҚ-ң тізбек салмағы анықталады:

$$P_{құб}=L_{құб}\, q_{құб}\, g, \qquad (4.69)$$

мұндағы: $L_{құб}$ – СКҚ тізбегінің ұзындығы; $q_{құб}$ – жалғастырғышты ескергендегі СКҚ-ң п.м массасы; g – еркін түсу үдеуі.

Егер сораптың динамикалық деңгейі асты үлкен теренге түсуі карастырылса, онда сұйықтықтағы жеңілдеуін ескеру кажет:

$$P_{құб}=L_{құб1}\, q_{құб}\, g+=L_{құб2}\, q_{құб}\, g[\,1-\rho_с/\,\rho_{құб}\,], \qquad (4.70)$$

мұндағы: $L_{құб2}$ – динамикалық деңгейден төмен СКҚ-ң тізбек бөлімінің ұзындығы.

Сұйықтықтағы штанганың салмағы:

$$P_{ш\,с}=L_ш\, q_ш\, g|\,1-\rho_c/\,\rho_{шт}|, \qquad (4.71)$$

мұндағы: $L_ш$ – штанга тізбегінің ұзындығы: $q_ш$ штанга тізбегінің 1 м массасы; $\rho_{шт}$ –штанга материалының тығыздығы.

Құбырдағы сұйық бағанының салмағы:

$$P_c=0,785d^2\, L_ш\ \rho_c\, g, \qquad (4.72)$$

мұндағы: d – СКҚ-ң ішкі диаметрі.

Штангалар тізбегінің үзілген кездегі пайда болатын инерция күші құлау үдеуі бойынша анықталады:

$$P_{ш} = L_ш f_ш \rho_ш g_ш , \qquad (4.73)$$

мұндағы: $f_ш$ – штанганың көлденең қимасының ауданы; $g_ш$ – штангалардың құлау үдеуі (g=3-6 м/с^2).

Штангалардың үзіліп құлауы кезінде құлау үдеуі 9,81 м/с^2-қа жетуі мүмкін, бірақ СКҚ-дағы орнаған сұйықтың статикалық режиміне байланысты болады да, құлау кезіндегі пайда болатын күшті амортизациялайды. Сондықтан, олардың құлау кезіндегі үдеу шамасын 3-6 м/с^2-қа тең етіп алады.

Есептеулерден алынған апаттық жүктемені есептік шектік жүктемемен салыстырамыз:

$$P_{т\,апат} \le \frac{P_{шек}}{n} \qquad (4.74)$$

мұндағы, n=1,1-1,15.

4.13. СКҚ-ны циклдік жүктемеге есептеу

ШҰСҚ-ның жұмыс істеу кезінде СКҚ-ға циклдік жүктемелер әсер етеді. Осыған байланысты құбырлар жону жүктемесі мен төзімділікке тексеріледі.

Құбырдағы циклдік жүктеме, штанганың жоғарғы жүрісі кезіндегі сұйық бағанасының бөлігі плунжермен қабылданады

да, ал төменгі жүрісі кезінде – толығымен құбырлардың өзімен қабылданады.

Осыған қарай, құбырдағы максималды жүктеме штанганың төмен жүрісі кезінде, минималды мәні – жоғарғы жүрісі кезінде болады:

$$P_{max\ құб} = P_{құб.с} + F_{құб\,1}\, P_{п} + P_{f\,1};$$

$$P_{min\ құб} = P_{құб\,с} + (F_{құб\,1} - F)\, P_{п} - P_{f\,ж}, \qquad (4.75)$$

мұндағы: $P_{құб\,с}$ – динамикалық деңгей астына батырылған құбырдың салмағы; $F_{құб\,1}$ – құбырдың ішкі каналының қимасының ауданы; F – плунжердің көлденең қимасының ауданы; $P_{п}$ – сұйықтық бағанының қысымы; $P_{f\,1}$, $P_{f\,ж}$ – сәйкесінше штанганың төменгі және жоғарыға жүрісі кезіндегі үйкеліс күштері. Оның мәні сұйықтағы штанга салмағының 3%-на тең деп қабылданады.

Құбырдағы сұйық бағанының қысымы:

$$P_{п} = L_{с}\ \rho_{с}\ g, \qquad (4.76)$$

мұндағы: $L_{с}$ – сораптың түсіру терендігі; $\rho_{с}$ – сұйықтың тығыздығы.

Негізгі жазықтықтағы бұрандалы байланыстағы құбырдың жоғарғы қимасындағы максималды және минималды кернеулер есептеледі:

$$\sigma_{max} = P_{max\ құб} / F_{б}; \qquad \sigma_{min} = P_{min\ құб} / F_{б}, \qquad (4.77)$$

мұндағы: $F_{б}$ – негізгі жазықтықтағы бұрандалы байланыстағы жоғарғы құбырдың көлденең қимасының ауданы. Қабырғалы сынақ нәтижесі бойынша симметриялы цикл (σ_{-1}) кезінде құбыр материалының төзімділік шегін біле тұра, циклдік жүктеменің беріктік қорын анықтаймыз:

$$n = \sigma_{-1} / (k_{\sigma})_{d}\sigma_{a} + \varphi_{\sigma}\sigma_{m}. \qquad (4.78)$$

мұндағы: σ_{-1} – созылу-сығылу симметриялы цикл кезіндегі коррозиялы болсенді ортадағы сынақтар кезінде анықталған құбыр материалының төзімділік шегі; $(k_{\sigma})_{d}$ – кернеу концентрациясын, масштабты факторды және бөлшектің беттік жағдайын ескеретін коэффициент:

$$(k_\sigma)_d=k_\sigma/\varepsilon_\sigma\beta_\sigma; \quad \sigma_a=\sigma_{max}-\sigma_{min}/2,$$

мұндағы: σ_a – ассиметриялық циклдың кернеу амплитудасы; $\sigma_m=(\sigma_{max}+\sigma_{min})/2$ – ассиметриялық циклдің орташа кернеуі; φ_σ – кернеу сипаттамасы мен материалдың қасиетін ескеретін коэффициент. Ол $\sigma_в$=370-550 МПа материалдары үшін 0,07 – 0,09, ал $\sigma_в$=650-750 МПа материалы үшін φ_σ =0,11 -0,14 тең.

Есептелген беріктік қоры n=1,3-тен төмен болмауы қажет.

(4.78) формуласы бойынша есептегенде төзімділік шегі коррозиялы-белсенді ортадағы (негізінде – теңіз суы) стандартты тегіс үлгіге қатысты анықталатынын ескеру керек.

Құбыр материалы беріктік «Д» категориясы үшін берілгендер бойынша ауа үшін σ_{-1}=300 МПа және теңіз суы үшін σ_{-1}=160 МПа мәндері қабылданады.

СКҚ үшін $(K_\sigma)_d= K_\sigma/(\varepsilon_\sigma\beta_\sigma)$ коэффициенті анықталмаған.

МЕмСТ 631 бойынша бұрандалы байланысты бұрғылау құбырлары үшін берілгендерді қолданайық. Арнайы анықтамалық кестеге сәйкес диаметрі 73,89 мм болаттан жасалған $\sigma_{құб}$ =50 кг/мм^2 құбыр үшін $(K_\sigma)_d$=6; диаметрі 140 мм «Д» $\sigma_{құб}$ =38 кгс/мм^2 құбыр үшін $(K_\sigma)_d$ яғни, ағу шегі өскен сайын $(K_\sigma)_d$ да өседі. Осындай тенденция құбыр денесі үшін де белгіленеді; диаметрі 60 мм және 140 мм «Д» құбыр үшін $(K_\sigma)_d$=2,6 , диаметрі 140 мм $\sigma_{құб}$ =50 кгс/мм құбыр үшін $(K_\sigma)_d$=3.4. Осылайша, диаметрі 73 мм тегіс СКҚ-н бұрандалы байланысы үшін $(K_\sigma)_d$=4,4 – 4,5-ке тең болады.

φ_σ коэффициенті $\sigma_в$ =650-1000 МПа үшін 0,1-ге, ал $\sigma_в$ =1000-1200 МПа үшін - φ_σ=0,2-ге тең болады.

5-есеп. Диаметрі 73х5,5 мм тегіс СКҚ-ын 1450 м тереңдікке түсіргендегі циклдік жүктемесінің беріктік қорын анықтау керек, егер диаметрі 19 мм штангалы НГВ-43 кондырмалы корап ұңғымаға түсірілсе және динамикалық деңгейі 1200 м, сорап құйрықшасы 50 м, ал ρ_c =850 кг/м^3-қа тең болса.

Шешімі: Алдынғы тапсырманың формуласы бойынша мынаны анықтаймыз:

$$P_{құб\,c}=1200\cdot9,5\cdot9,81+250\cdot9,5\cdot9,81[1-850/7850]=132610 \text{ Н}.$$

(4.71) формуласымен:

$$P_{ш.с}=1400\cdot2,35\cdot9,81[1-850/7850]=28780 \text{ Н}.$$

Құбырдағы сұйық бағанының қысымын (4.76) формуласымен:

$$P_{п}=L_{с}\ \rho_{с}\ g=(1450-50)850\cdot9,81=11674 \text{ кН/м}^2.$$

Құбырдың ішкі каналының көлденең қимасының ауданы:

$$F_{құб}=0,785d^2=0,785*62^2\cdot10^{-6}=3,017\cdot10^{-3} \text{ м}^2.$$

Плунжердің ауданы:

$$F=0,785*43^2\cdot10^{-6}=1,451\cdot10^{-3} \text{ м}^2.$$

(4.75) формуласына есептелген мәндерді қойып, $P_{max\ құб}$ мен $P_{min\ құб}$ табамыз $P_{ш}=0,03F_{ш.с}$ деп алып:

$$P_{max\ құб}=13610+3,017\cdot10^{-3}\cdot11674\cdot10^{-3}+0,03\cdot11674\cdot28780=$$
$$=168693 \text{ Н}=168,6 \text{ кН};$$

$$P_{min\ құб}=13610+(3,017-1,451)\cdot10^{-3}\cdot11674\cdot10^{-3}-0,03\cdot28780=$$
$$=150028 \text{ Н}=150,0 \text{ кН}.$$

Негізгі жазықтықтағы бұранда бойынша құбырдың көлденең қимасының ауданы:

$$F_{б}=0,785[(D-2h_1)^2-d^2]=0,785[(73-2\cdot1,41)^2-62^2]10^{-6}=$$
$$=848,6\cdot10^{-6} \text{ м}^2.$$

(4.77) формуласы бойынша σ_{max} мен σ_{min} табамыз, одан соң σ_{m} мен σ_{a} мәндері анықталады:

$$\sigma_{max}=168693/848,6\cdot10^{-6}=198,8\cdot10^{6} \text{ Н/м}^2=198,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{min}=150028/848,6\cdot10^{-6}=176,8\cdot10^{6} \text{ Н/м}^2=176,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{m}=198,8+176,8/2=187,8 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{a}=198,8-176,8/2=11,0 \text{ МПа}.$$

Циклдік жүктеме бойынша беріктік қорын (4.78) формуласымен $(k_\sigma)_\varepsilon$=4,5 және φ_σ=0,1-ге тең деп алып келесі мәнді анықтаймыз:

$$n=160/4,5\cdot 11,0+0,1\cdot 187,8=2,34>1,3.$$

Сонымен, таңдалған СКҚ циклдік жүктемелер бойынша сәуір беріктік қорына ие болады.

4.14. Кривошип білігінің моменті мен электрлі қозғалтқыштың қуатын анықтау

Редуктордың кривошип білігінің максималды айналу моменті (Н*м) Р.А. Рамазановаңың эмпирикалық формуласымен анықталады [3]:

$$M_{кр}=300S+0,236S(P_{max} - P_{min}), \qquad (4.79)$$

мұндағы: S – штанганың ілу нүктесінің жүріс ұзындығы; P_{max}, P_{min} – теңестіргіш басына келетін максималды және минималды жүктемелер - ұңғыма шарты бойынша анықталады.

(4.79) формуласы сорап цилиндірінің толық толтырылуы мен тербелмелі-станоктың толықтай теңестірілу шарты үшін алынған.

А.Н. Адониннің берілгені бойынша (4.79) формуласы максималды айналу моментінің нақты мәндерімен салыстырғанда бірнеше рет төмендетілген және диаметрі 55 мм сорап үшін алшақтық 20-25%-ға жетеді.

Электркозғалтқыш қуаты мен ШҰС қондырғысының толық тұтынатын қуатын анықтау үшін Азинмаш әдістемесін қолданамыз, [3].

Электрлі қозғалтқыштарға арналған кітаптардан мынаны табуға болады:

$$N_{эк}=N_{г}+ \eta_{мех}N_{о}/ \eta_{мех}, \qquad (4.80)$$

мұндағы: $\eta_{мех}$ – арнайы кесте бойынша анықталатын, қондырғының жерасты бөлігінің механикалық ПӘК-і.

Тербелмелі станоктағы қуат шығыны (кВт) төменгі қатынас арқылы анықталады

$$N_o = K \cdot n \cdot 10^{-3}, \qquad (4.81)$$

мұндағы: К – тербелмелі-станок типіне байланысты анықталатын коэффициент; n – тербелу саны.

Гидравликалық шығынды ескергендегі қондырғының теориялық қуаты:

$$N_1 = 0{,}0167 \cdot D^2 \cdot \Delta p \cdot S_{пл} \cdot n \cdot 10^{-3}, \qquad (4.82)$$

мұндағы: D – плунжердің диаметрі; P – плунжердегі гидродинамикалық қысым; $S_{пл}$ – плунжер жүрісінің ұзындығы.

4.6-кесте

Тербелмелі станоктар үшін электркозғалтқыштың техникалық берілгендері

Қозғалтқыш	Номиналды қуат, кВт	ПӘК %	cosα	Қозғалтқыш	Номиналды қуат, кВт	ПӘК %	cosα
АОП-41-4	1,7	81,0	0,82	АОП2-52-4	10,0	88,0	0,83
АО2-22-4	2,2	82,5	0,83	АОП-63-4	14,0	87,5	0,87
АОП-22-4	2,8	83,0	0,84	АОП2-61-4	13,0	88,0	0,84
АО-2-31-4	3,0	83,5	0,84	АОП-72-4	20,0	88,0	0,87
АОП-51-4	4,5	84,5	0,85	АОП2-71-4	22,0	89,5	0,85
АОП2-41-4	4,0	85,0	0,81	АОП-73-4	28,0	89,0	0,87
АОП2-42-4	5,5	87,0	0,82	АОП2-72-4	30,0	90,0	0,85
АОП-52-4	7,0	86,0	0,86	АОП-84-4	40,0	90,0	0,88
АОП2-51-1	7,5	88,0	0,83	АОП2-81-4	46,0	91,0	0,89
АОП62-4	10,0	86,5	0,87	АОП2-82-4	55,0	92,0	0,89

ШҰС қондырғысы тұтынған қуат:

$$N_{кон} = N_1 + \eta_{мех} N_1 / \eta_{мех} \cdot \eta_к, \qquad (4.83)$$

мұндағы, $\eta_к$ – 2.7-кестесі бойынша анықталған электркөзғалтқыш ПӘК-і.

6-есеп. Кривошип білігінің моменті мен ТС-12-2,5-4000 кондырғысының электркөзғалтқыш қуатын анықтау керек.

Бастапқы берілгендері:

Сорап ілмесінің тереңдігі L=1870 м;

Динамикалық деңгейі $h_д$=1800 м;

Плунжер диаметрі D=32 мм;

СКҚ-ң диаметрі $d_{құб}$=60х4,5 мм;

Штанганың диаметрлері: $d_{ш1}$=22 мм, L_1=560 м,

$d_{ш2}$=19 мм, L_2=1310 м;

Сұйықтың тығыздығы $\rho_с$=880 кг/м^3.

Шешімі: (4.28) формуласы бойынша Коши параметрін табамыз: ТС-12-2,5-400 үшін n_{max}=12 мин$^{-1}$, S_{max}=2,5 м;

$$\omega = 3{,}14 \cdot 12/30 = 1{,}26 \text{ с}^{-1};$$
$$\mu = 1{,}26 \cdot 1870/4900 = 0{,}479.$$

Динамикалық режимге сәйкес теңестіргіштің басына түсетін максималды және минималды жүктемені динамикалық теорияның формуласымен анықтау керек. Ол үшін Вирновский (4.37) және Адониннің (4.39) жеңілдетілген формулаларын қолданамыз.

(4.30) формуласымен алдын - ала $P_с$-тің мәнін табамыз, ($P_б$=0):

$$P_с = 0{,}785 \cdot 0{,}032^2 \cdot 1800 \cdot 880 \cdot 9{,}81 = 12491 \text{ Н}.$$

Сұйықтағы штангалардың салмағы :

$$P_{шт}' = P_ш[1 - \rho_с/\rho_ш] = (3{,}14 \cdot 560 + 2{,}35 \cdot 1310) \cdot 9{,}81[1 - 880/7850] = 42136 \text{ Н};$$

$$P_ш = 47450 \text{ Н}.$$

Аудандар катынасының коэффициенті:

$$\varphi = f_{құб}/f_{құб} + f_{шт орт} = 7{,}84/7{,}84 + 3{,}07 = 0{,}719,$$

мұндағы, $f_{құб} = 0{,}785(0{,}06^2 - 0{,}51^2) = 7{,}84 \cdot 10^{-4}$ м^2.

$f_{шт\ орт}$ мәнін (4.36) формуласымен табамыз:

$$f_{шт\ орт} = \frac{1}{0,3/3,80+0,7/2,83} = 3,07\ см^2;$$

$$d_{шт\ орт} = \sqrt{f_{шт\ орт}/0,785} = 1,98 \cdot 10^{-2}\ м,$$

Сұйық бағанының салмағынан штангалардың ұзаруы ((4.35) формуласымен):

$$\lambda_{шт} = \frac{12491 \cdot 1870}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 10^5 \cdot 3,07 \cdot 10^{-4}} = 0,362\ м.$$

(4.37) формуласынан:

$$P_{шт} = 42136 - 0,011 \cdot 0,032/0,0198 \cdot 12 \cdot 47450\sqrt{0,719 \cdot 2,5 - 0,362} - 1000 =$$
$$= 29008\ Н.$$

А.Н. Адонин формуласымен (4.39):

$$\varepsilon = F_{шт} - f_{шт} / F_{құб} - f_{шт} = \frac{8,038-3,07}{20,42-3,07} = 0,286;$$

$$m = \frac{1+1,2/3,0}{\sqrt{1+[1.2/2,5]^2}} = 1,596;$$

$$P_{max} = 47450+12491+(47450+0,286 \cdot 12491)\frac{1,6 \cdot 1,2 \cdot 12^{1,6}}{900} +$$
$$+2500 \cdot 2,5 = 71992\ Н.$$

Редуктордың кривошип білігінің моменті ((4.35) формуласымен):

$$M_{кр} = 300 \cdot 2,5 + 0,236 + 2,5(71992-29008) = 26110\ Н \cdot м.$$

ТС-12-2,5-4000 үшін кривошип білігінің мүмкін болатын моменті 40000 Нм-ге тең.

Электркозғалтқыштың пайдалы қуатын (4.80) формуласымен анықтаймыз. Алдын-ала (4.81) қатынасымен N_o анықталады:

$$N_o=144\cdot12\cdot10^{-3}=1,73 \text{ кВт}.$$

Қондырғының теориялық қуатын (4.82) формуласымен анықтаймыз. мұндағы, $\Delta P=h_g \rho_c g=1800\cdot880\cdot9,81=15,54\cdot10^6$ Н/ м^2.

Плунжердің жүріс ұзындығын (4.50) формуласымен, сұйықтың тұтқырлығы мен плунжердің қозғалыс кедергісінің күшін есепке алмаймыз. Сонда $\lambda=\lambda_{шт}+\lambda_{куб}$ ($\lambda_{шт}=0,362$ м).

Штанганың төмен қарай жүрісі кезіндегі құбырдың ұзаруы (4.44) формуласымен анықталады:

$$\lambda_{куб}=12491\cdot1870/2,1\cdot10^6\cdot7,84\cdot10^{-4}=0,142 \text{ м};$$
$$\lambda=0,362+0,142=0,504 \text{ м}.$$

Штанганың әр сатысы үшін Коши параметрі:

$$\mu_1=1,26\cdot560/4900=0,144 \text{ (градус бойынша } \mu=8.25^o);$$
$$\mu_2=1.26\cdot1310/4900=0,036 \text{ (градус бойынша } \mu=19,3^o).$$

Плунжер жүрісінің ұзындығы:

$$S_{пл}=\frac{2,5}{\cos8,25^o\cos19,3^o-2,83/3,8\sin8.25^o\sin19,3^o}-0,504=2,28 \text{ м}.$$

Қондырғының теориялық қуаты:

$$N_t=0,0167\cdot0,032^2\cdot15,54\cdot10^6\cdot2,28\cdot12\cdot10^{-3}=7,26 \text{ кВт}.$$

Электркозғалтқыштың пайдалы қуаты:

$$N_{эк}=(7,26+0,87\cdot1,73)/0,87=10,07 \text{ кВт},$$

мұндағы, $\eta_{мех}=0,87$-ге тең етіп қабылданады.

4.6-кестесі бойынша АОП-62-4 маркалы электркозғалтқышын таңдаймыз (ПӘК-і 85%, cos=0,87).

Қондырғының тұтыну қуаты келесі шаманы құрайды:

$$N_{кон}=10,07/0,865=11,65 \text{ кВт}.$$

5. ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ЖЕРАСТЫ ЖӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН ЖАБДЫҚТАР

5.1. Ұңғымаларды жөндеуге арналған құрал-жабдықтар мен машиналар

5.1.1. Ұңғыманы ағымды жөндеу

Ұңғыманы жөндеу кезіндегі жұмыстар мына түрге бөлінеді:
- ағымды жөндеу;
- іргелі жөндеу;
- қабаттардың мұнай беруін көбейтуге арналған жұмыстар.

Ұңғыманы ағымды жөндеу (ҰАЖ) деп оның жұмыс қабілеттілігі мен сағалақ жабдықтарды қалпына келтіру, ұңғыманы пайдалану режимін өзгерту, сонымен бірге көтеру тізбектері мен забойды асфальттен, парафин, гидратты шөгінділерден, тұздар мен құмнан тазарту жұмыстарын айтады.

5.1-кесте

Шифр	ҰАЖ бойынша жұмыс түрлері
1	2
АЖ-1	**Пайдалануға беру кезіндегі ұңғыларды жабдықтармен камтамасыздандыру (бұрғылаудан, игеруден, жұмыссыз тұрғаннан, консервациядан кейін)**
АЖ1-1	Фонтанды ұңғыны енгізу
АЖ1-2	Газлифтті ұңғыны енгізу
АЖ1-3	Штангалық терендік сораптарымен (ШТС) жабдықталған ұңғыларды енгізу
АЖ1-4	Электрлі ортадан тепкіш сораптармен (ЭОТС) жабдықталған ұңғыларды енгізу
АЖ1-5	Электрлі бұрандалы сораптармен (ЭБС) жабдықталған ұңғыларды енгізу
АЖ1-6	Батырмалы сораптармен (БС) жабдықталған ұңғыларды енгізу
АЖ1-7	Басқа түрлі сораптармен (ағыншалы, гидропоршеньді, т.б.) жабдықталған ұңғыларды енгізу

5.1-кестенің жалғасы

1	2
АЖ2	**Ұңғыны басқа түрлегі пайдалануға көшіру**
АЖ2-1	Фонтанды-газлифтті
АЖ2-2	Фонтанды-ШТС
АЖ2-3	Фонтанды-ЭОТС
АЖ2-4	Газлифт -ШТС
АЖ2-5	Газлифт -ЭОТС
АЖ2-6	ШТС –ЭОТС
АЖ2-7	ЭОТС – ШТС
АЖ2-8	ШТС – бөлек пайдаланылуға арналған жабдықтар (ПАЖ)
АЖ2-9	ЭОТС – ШТС
АЖ2-10	Көшірудің басқа түрлері (мысалы: ЭОТС – ЭБС, фонтанды ЭБС штангалы немесе батырмалы, ЭОТС – диафрагмалы, ЭОТС – ағыншалы, т.б.)
АЖ3	**Пайдалану режимін оптималдау**
АЖ3-1	Ілу терендігін өзгерту, ШТС типтік өлшемін ауыстыру
АЖ3-2	Ілу терендігін өзгерту, ЭОТС типтік өлшемін ауыстыру
АЖ4	**ШҰС, ШБС сораптарымен жабдықталған ұңғыны жөндеу**
АЖ4-1	Сораптарды тексеру және ауыстыру
АЖ4-2	Штанганың үзілуін жою
АЖ4-3	Жылтыратылған штокты ауыстыру
АЖ4-4	СКҚ-ны ауыстыру, нығыздау және саңылаулығын жою
АЖ4-5	СКҚ-ны тазалау және булау
АЖ4-6	Сағалық жабдықтарды тексеру және ауыстыру
АЖ5	**ЭОТС, ЭБС, ЭДС сорапторымен қамтылған ұңғыларды жөндеу**
АЖ5-1	Сорапты тексеру және ауыстыру
АЖ5-2	Электркозғалтқышты ауыстыру
АЖ5-3	Кабельдің ақауын жою
АЖ5-4	СКҚ-ларды тексеру, ауыстыру, саңылаулығын жою
АЖ5-5	СКҚ-ны тазалау және булау
АЖ5-6	Сағалық жабдықтарды тексеру және ауыстыру
АЖ6	**Фонтанды ұңғыларды жөндеу**
АЖ6-1	СКҚ-ны тексеру, ауыстыру, престеу және саңылаулығын жою
АЖ6-2	СКҚ-ны тазалау және булау
АЖ6-3	Сағалық жабдықтарды тексеру және ауыстыру

5.1-кестенің жалғасы

1	2
АЖ7	**Газлифтті ұңғыларды жөндеу**
АЖ7-1	СКҚ-ны тексеру, ауыстыру, престеу және саңылаулығын жою
АЖ7-2	СКҚ-ны тазалау және булау
АЖ7-3	Газлифтті клапандарды тексеру, ауыстыру және тазалау
АЖ7-4	Сағалық жабдықтарды тексеру және ауыстыру
АЖ8	**Артезиан және сіңіру ұңғыларын тексеру және жабдықтарын ауыстыру**
АЖ9	**Түпті тазалау және жуу**
АЖ9-1	БАЗ-ды қосу арқылы ыстық мұнаймен (сумен) жуу
АЖ9-2	Түпті химреагенттермен (ТГХВ, СКО, ГКО, т.б.) өңдеу
АЖ10	**Жаңа жабдықтарды сынау бойынша тәжірибелік жұмыстар**
АЖ11	**Басқа жұмыс түрлері**

5.2. Ұңғыларды жерасты жөндеуге арналған жабдықтардың классификациясы

Ұңғыманы жерасты жөндеу (ҰЖАЖ)-ге арналған барлық жабдықтар, құралдар мен материалдар орналасу және орындалатын жұмыс түрлеріне қарай классификацияланады.

Жабдықтарды жер үстілік және ұңғылық деп бөлуге болады.

Өз кезегінде жер үстілік жабдықтар ЖАЖ-дың барлық түрінде қолданылатын жалпыға арналған жабдықтар мен орындалатын жұмыстардың түрлеріне байланысты арнайы жабдықтар деп бөлінеді.

Пайдалану шартына байланысты агрегаттар мынадай жабдықтардан тұрады: жүк көтергіш жабдықтар, көлік базасы, механизациялау құралдары мен түсіру-көтеру операцияларына арналған құралдары.

Жүк көтеру жабдықтарына мыналар жатады: мұнара, мачта және жебелер, лебедкалар, тальдік жүйе.

Көлік базасы ретінде жалпыға арналған және арнайы автомобильдер, сонымен бірге дөңгелекті және гусеницалы жүріске арналған тракторлар мен тіркемелер.

Түсіру және көтеру операцияларына арналған механикаландыру құралдарына механикалық құбырлық кілттер мен штангалық кілттер және манипуляторлар жатады.

Түсіру-көтеру операцияларын орындауға арналған құралдарға элеваторлар, спайдерлер, штропалар мен сырғалар, құбырлық және штангалық кілттер жатады.

Көрсетілген құралдар құрылымдық орындалуы, жүккөтергіштігі мен габариттері бойынша ажыратылады.

Үзіліссіз құбыры бар агрегат құрамына құбырды орауға арналған барабан, түсіру-көтеру операциясын орындауға қажетті инжектор, ұңғы сағасын нығыздауға арналған превентор мен көлік базасы кіреді.

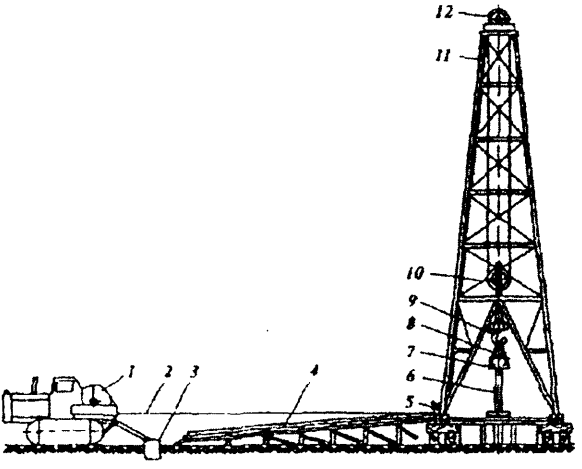
Арнайы жабдықтарға, біріншіден, жалпыға арналған жабдықтарды кейбір операциялар кезінде толықтыратын – ротор, вертлюг, сораптар, компрессорлар енеді. Осы топқа көбікті айдайтын және қабатты гидрожұлуға арналған агрегаттар кіреді.

Ұңғылық жабдықтар да жалпыға арналған және арнайы болып бөлінеді. Жалпыға арналған жабдыққа резьбалы немесе үзіліссіз типтегі СКҚ-лар кіреді, ал арнайы түрлеріне – бұрғылау және шегендеу құбырлары енеді.

Ұңғылық жабдықтардың ең көп қолданыста болатын түріне пакерлер және апаттық құралдар жатады. Яссылар ағымды жөндеуге қолданылып қана қоймай, сонымен бірге апатты жоюға да қолданылады, сондықтан олар бөлек топқа жатқызылады. Забойды тазалау үшін желонкалардың бірнеше түрі қолданылады. Ұңғыға сұйықтың келуін қарқындату үшін свабтар мен құрылымдары әртүрлі арнайы сораптар қолданылады. Забой жанындағы зоналарға әсер ету үшін вибраторлар мен жылулық әсер етуші жабдықтар пайдаланылады.

5.3. Ұңғымаларды жерасты жөндеу (ҰЖАЖ) жабдықтары

ҰЖАЖ-дың жабдықтарының құрамы жасалынатын жұмыс түрлеріне байланысты болады. Барлық ҰЖАЖ-дарда қолданылатын түсіру-көтеру операцияларында жабдықтардың мынадай жиынтығы пайдаланылады (5.1-сурет).



5.1-сурет

Түсіру-көтеру операцияларын (ТКО) орындауға арналған жабдықтар өздігінен жүретін немесе стационарлы лебедкалардан, көтергіштер мен агрегаттардан тұрады.

Көтергіш лебедка ұңғыма сағасының жоғарғы жағына орналасады және стационарлы немесе жылжымалы мұнараларда жұмыс істеуге арналған. Мұнара арқанның тартылу күшін азайту мақсатында тальдік жүйемен қамтылған және ол қозғалмайтын ролик-кронблокпен және қозғалатын – тальдік блокпен, күршекпен және арқанмен жарақталған.

Мұнараның жоғарғы жағында кронблок (12) монтаждалады, тальдік арқанға тальдік блок (10) ілінеді. Тальдік блокқа күршек (9) бекітіледі және оған штропалар (8) мен элеватордың (7) көмегімен СКҚ тізбегі немесе штангалар бекітіледі. Болаттан жасалған тальдік арқан (2) лебедкадан (1), мұнараның (11) астыңғы жағында орналасқан тарту ролигі (5) арқылы және кронблоктың ролигі (12) мен тальдік блок (10) арқылы және кері қарай сол тәртіппен өткізіледі. Арқанның қозғалмайтын бөлігі мұнараның негізіне бекітіліп, ал қозғалатын бөлігі – барабанның лебедкасына бекітіледі. Тарту ролигі (5) құбырлар тізбегін көтеру немесе түсіру кезінде мұнараның аударылып кетуінен сақтайды.

Ұңғымаларда апатты жою кезіндегі негізгі жұмыстарға кармау, фрезерлеу, тазалау және қосымша атқарылатын жұмыстар жатады.

Апаттың түрлеріне байланысты ұңғылық құрылымдар мен құралдардың арнайы жиынтығы болады: бұрғылау және СКҚ-ларға арналған кармау құрылымдары, оқпанды ұңғылық фрезерлеумен тазалауға арналған кескіш құралдар; ұңғылық қозғалтқыштарды, аспаптарды, пакерлерді, долотолар мен басқа жабдықтарды көтеруге қажетті кармау құрылымдары; штангаларды, кабельдерді, арқандар мен сымдарды қармайтын құрылымдар; қосымша құрылымдар мен құралдар.

Қармау құрылымдары апаттан кейін үзіліп кеткен СКҚ және бұрғылау құбырларын қармап және бір орында ұстап тұруға арналған. Ал кабельдер мен арқандарды қармауға қармақ, штангалар мен кабель аулағыштар жатады. Жұмыс принципі бойынша құбырларды қармайтын құрылымдардың мынадай түрлері бар: ойып орнатылған, плашкалы және серппелі.

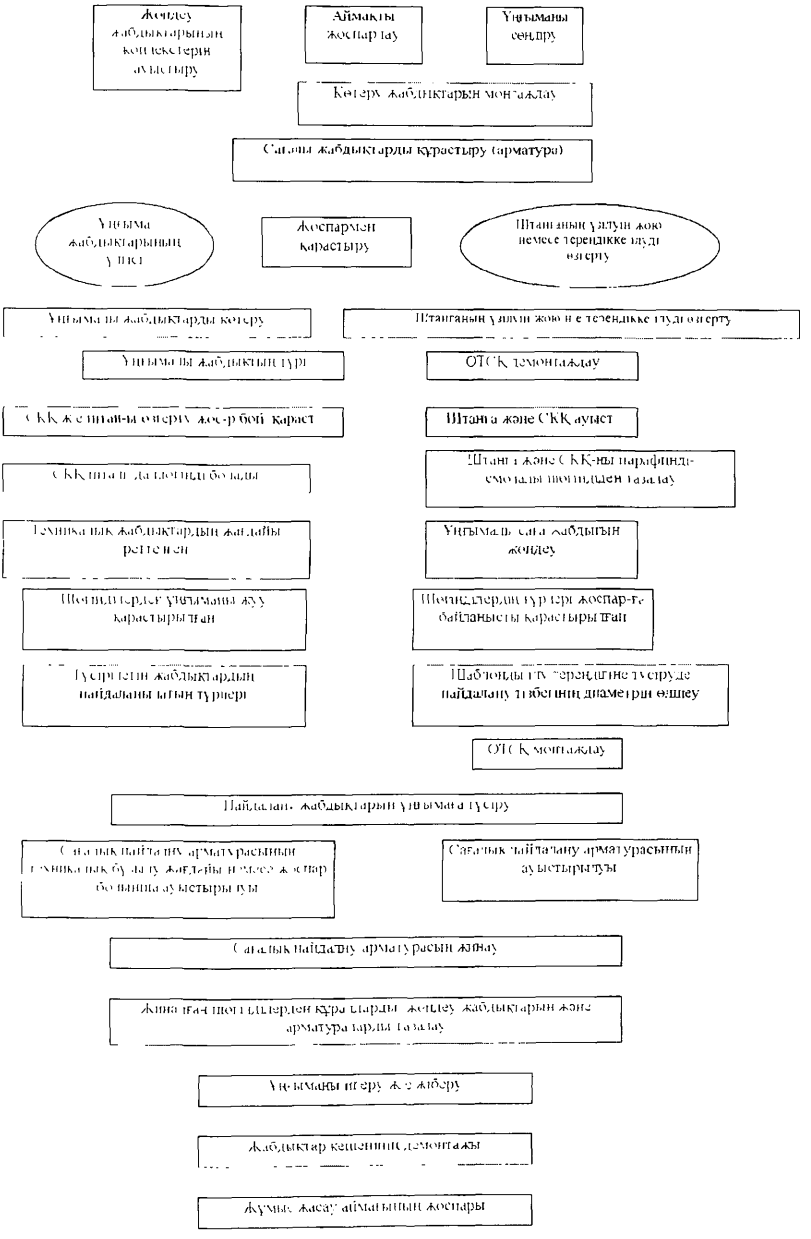
Ойып орнату құралдарына аулау метчиктері мен қоңыраулар, плашкалы түріне – аулағыштар, ал серіппелі түрлеріне – құбыраулағыштар жатады.

Кескіш құралдарға – түптік, сақиналы, құрамалы, райберлер мен құбыркескіш фрезерлер жатады. Кей жағдайда кескіш құрал кармау құрылымымен құрамдастырылды.

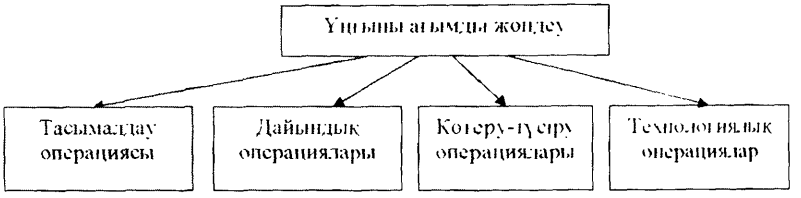
Қосымша құралдарға ауытқыштар, шегендеу тізбектерінің муфталарын бекіткіштер, ұңғылық гидродомкраттар, өрмекшілер, яссылар, металқож аулағыштар жатады.

Ағымды жөндеу жұмыстардың орындалу кезегі 5.2-суретте көрсетілген.

Ұңғымаларды ағымды жөндеу процесі тағайындалуына тәуелсіз тасымалдық, дайындық-қорытынды, түсіру-көтеру және технологиялық операциялардан тұрады (5.3-сурет).


Жөндеу жабдықтарының көлігіне ауыстыру
Аймақты жоспарлау
Ұңғыманы сөндіру
Көтерғыш жабдықтарын монтаждау
Сағаны жабдықтарды құрастыру (арматура)
Ұңғыма жабдықтарының үлгісі
Жоспармен қарастыру
Штанганың ұзындығын жою немесе тереңдікке қарай ауыстыру
Ұңғымалы жабдықтарды көтеру
Штанганың ұзындығын жою немесе тереңдікке қарай ауыстыру
Ұңғымалы жабдықтың түрі
ОТСК демонтаждау
СКК жетілдіру әдістерін жоспарлы қарастыру
Штанга және СКК ауыстыру
СКК штанга диаметрі бойынша
Штанга және СКК-ны парафинді-смоланы шөгінділер тазалау
Техникалық жабдықтардың жағдайы реттелген
Ұңғымалы сағалық жабдығын жөндеу
Шөгінділерді ұңғымадан жуу қарастырылған
Шөгінділердің түрлері жоспарлы байланысты қарастырылған
Пайдаланылған жабдықтардың пайдалану мерзімін түрлері
Шаблонды ГТМ тереңдігіне түсіруде пайдалану түбінің диаметрін өлшеу
ОТСК монтаждау
Пайдаланған жабдықтарын ұңғымаға түсіру
Сағалық пайдалану арматурасының техникалық бұзылу жағдайы немесе жоспарлы бойынша ауыстырылуы
Сағалық пайдалану арматурасының ауыстырылуы
Сағалық пайдалану арматурасын жинау
Жинақталған құралдарды жөндеу жабдықтарын және арматураларды тазалау
Ұңғымаға түсіру және жүргізу
Жабдықтар кешенінің демонтажы
Жұмыс жасау аймағының жоспары

5.2-сурет



5.3-сурет. Ұңғымаларды ағымды жөндеу процесі

Тасымалдау операциясының мақсаты – жөндеу кешендерін қажетті орынға жеткізу; дайындық операцияларына ұңғыма мен сағалық жабдықтарды көтеру-түсіру операцияларына дайындау, ал технологиялық операциялар әртүрлі жұмыстарды – сораптарды ауыстыру, ілу тереңдігін ауыстыру, СКҚ-ның кейбір бөліктері мен штанганы ауыстыру, газлифттік көтергішті ауыстыру, т.б. орындауға арналған.

5.4. Ұңғымаларды іргелі жөндеу

Ұңғылардың жер астындағы іргелі жөндеудің мынадай мақсаттарын атап өтуге болады:

- ұңғының және ішкі ұңғылық жабдықтардың жұмыска қабілеттілігін қалпына келтіру;
- ұңғының және жабдықтардың бас тартуларының алдын алу және ұзақ уақыттық жұмыс істеуді арттыру;
- ұңғы дебитінің деңгейін алғашқы уақыттағы деңгейге жеткізу немесе сол уақыттағы деңгейден асыру.

Сонымен бірге, ұңғы деген ұғымның ішіне тек шегендеу құбырлары мен ұңғы ғана емес, басқа қабаттың жақын аумағы және перфорация аумағын да жатқызуға болады.

Мұнай өндіруші кәсіпорынның жұмыс істеу қабілеттілігі ұңғының жөндеуаралық жұмыс периоды арқылы анықталады.

Ұңғының жөндеуаралық жұмыс периоды дегеніміз – ұңғының бірінші жөндеуден екінші жөндеуге дейінгі нақты жұмыс істеген уақыты. Бұл ұзақтық бір уақыт периоды кезіндегі (квартал, жарты жылдық) ұңғы-күндердің санын осы уақыт периодында жүргізілген жер асты жұмыстарының санына бөлгенге тең. Жөндеуаралық период ұңғының қолдану уақыты,

бұзылудың анықталу уақыты, жөндеуді күту уақыты және жер асты жөндеуге кететін уақыт бойынша анықталады. Сонымен бірге, бас тарту ретінде жабдықтардың бұзылуы ғана емес, тиісті регламентте немесе техникалық құжаттарда көрсетілген мұнай өндіру мөлшерінен төмен мұнай өндірілу де бас тарту ретінде қарастырылады. Бұл бас тартулар параметрлік деп аталады, олар тек қана тозған жабдыққа байланысты емес, сонымен бірге ұңғы жұмысының көрсеткіштерінің өзгеруімен де байланысты.

Ұңғыларды іргелі жөндеуі (ҰІЖ) деп – шегендеуші тізбектердің, цементті сақиналардың, түп алдындағы аумақтың жұмыс қабілеттілігін қалпына келтіруін, қауіпті жағдайларды жоюын, бөлек қолдану және айдау кезіндегі жабдықтардың көтерілуі мен түсірілуіне бағытталған кешенді жұмыстардың түрін айтады.

Айтылған бағыттардың (жөндеу, ұңғы-операция) жөндеу жұмыстарының бірліктері деп – бұл ұңғының ағымды және іргелі жөндеу бригадасымен жүргізілген дайындық, негізгі және қорытынды жұмыстардың кешені және жоспармен қарастырылған, сондай-ақ, акт бойынша қабылданатын бригадаға тапсырушылармен ұңғыны алған уақыттан жұмыс аяқталғанға дейінгі уақытты айтады.

Ұңғының іргелі жұмыс (ҰІЖ) түрлеріне 5.2-кестедегі келтірілген жұмыстар жатады.

Белгіленген жұмыстардан басқа тізбектің перфорациясына байланысты жұмыстарды атап кету керек. Олар іргелі жөндеу бригадасымен екі жағдайда жасалады. Егер жаңа ұңғыларда бұрғылау бригадасымен ұңғыны беру уақытынан және қолдануға қайта қосу арасындағы уақыт бір ай болса, онда бұл жағдайда мұнайға толып қалған ұңғының тұрып қалу кезінде, әдетте түп алдындағы аумақтың сапасын төмендетеді де. іргелі жөндеу бригадасының өз жұмыстарын өткізуге қажеттілік туады. Сондықтан перфорациялау және мұнай ағынын шақыру жұмыстарын ҰІЖ бригадасы орындайды. Екінші жағдайда перфорация аумағын оқшаулаған соң немесе оның сіңімділігі төмендеген кезде тағы да перфорациялау операциясы өткізіледі.

5.2-кесте

Шифр	Жұмыс түрлері
1	2
ІЖ1	**Оқшаулау-жөндеу жұмыстары**
ІЖ1-1	Қабаттың бөлек суланған интервалдарын сөндіру
ІЖ1-2	Бөлек қабаттарды сөндіру
ІЖ1-3	Цемент қабаттың герметикалық емес жерлерін жөндеу
ІЖ1-4	Аралық тізбектердің, кондуктордың артындағы сақинаны үлкейту
ІЖ2	**Пайдалану тізбегінің герметикалық емес жерлерін жөндеу**
ІЖ2-1	Герметикалықсыздықты тампон арқылы жөндеу
ІЖ2-2	Герметикалықсыздықты пластырды қою арқылы жөндеу
ІЖ2-3	Герметикалықсыздықты диаметрі кішілеу шегендеуші тізбекті түсіру арқылы жөндеу
ІЖ3	**Қолдану немесе жөндеу кезінде жіберілген апаттарды жою**
ІЖ3-1	Қолдану процесі кезінде пайда болған апаттан кейін ұңғыдан жабдықтарды шығару
ІЖ3-2	Шегендеуші тізбектегі апаттарды жою
ІЖ3-3	Түпті және ұңғы оқпанын металл заттардан тазалау
ІЖ3-4	Ұңғыны пайдаланудағы жіберілген апаттарды жою жұмыстары
ІЖ3-5	Ұңғыны жөндеу кезіндегі жіберілген аппаттарды жою
ІЖ4	**Басқа қабаттарға көшу және қабаттарды бөлшектеу**
ІЖ4-1	Басқа жер асты қабаттарына көшу
ІЖ4-2	Қабаттарды бөлшектеу
ІЖ5	**ОРЭ, ОАЭ қондырғыларын пакер-кесушілерді енгізіп жөндеу**
ІЖ6	**Бұрғылаумен байланысты жер асты жұмыстарының кешені**
ІЖ6-1	Ұңғылардың жаңа оқпандарын кесіп шығару
ІЖ6-2	Цемент стаканды бұрғылау
ІЖ6-3	Қабатқа оқпанның терендеуімен тізбектің башмағын фрезерлеу
ІЖ6-4	Артезиан ұңғыларын және шурфтарды жабдықтау және бұрғылау

5.2-кестенің жалғасы

1	2
ІЖ7	**Түп алдындағы аумақты өңдеу**
ІЖ7-1	Қышқылдық өңдеуді жасау
ІЖ7-2	ГРП-ны өткізу
ІЖ7-3	ГПП-ны өткізу
ІЖ7-4	Түп алдындағы аумақты виброөңдеу
ІЖ7-5	Түп алдындағы аумақты термоөңдеу
ІЖ7-6	Түп алдындағы аумақты еріткіштермен жуу
ІЖ7-7	Түп алдындағы аумақты ПАВ еріткіштерімен жуу
ІЖ7-8	Термогазхимиялық әдістермен өңдеу (ТГХВ; ПГД және т.б.)
ІЖ7-9	Түп алдындағы аумақты өңдеудің басқа түрлері
ІЖ7-10	Айдаушы ұңғылардың өнімділік профилін теңестіру
ІЖ7-11	Атылып қойған ұңғыларды торпедамен тесу және перфорациялау
ІЖ8	**Ұңғыларды зерттеу**
ІЖ8-1	Өнімдік қабаттардың қанығу сипатын және қазбалығын зерттеу, ұңғылардағы геологиялық тіліктерді дәлелдеу
ІЖ8-2	Ұңғының техникалық жағдайын бағалау
ІЖ9	**Басқа қызметке қолдануға ауыстыру**
ІЖ9-1	Ұңғыларды айдаушы түріне аудару
ІЖ9-2	Ұңғыларды техникалық аумақты алуға аудару
ІЖ9-3	Ұңғыларды бақылау және пьезометрлік түріне аудару
ІЖ9-4	Ұңғыларды жылутасығыш және ауа қолдануға аудару
ІЖ10	**Айдаушы ұңғыларды жөндеу және қолдануға енгізу**
ІЖ10-1	Бу- және ауа- айдағыш ұңғыларды құмға қарсы жабдықтармен жабдықтау
ІЖ10-2	Бу және ауа айдағыш ұңғыларында құм тығындарын жуу
ІЖ11	**Ұңғыларды консервациялау және реконсервациялау**
ІЖ12	**Жұмыстың басқа түрлері**

Ұңғының жер асты жөндеу жұмыстары үшін көп жағдайда ойпалы (резьбалы) құбырлары бар агрегаттар пайдаланылады.

Қазіргі кезде агрегаттың екі түрі қолданылады:

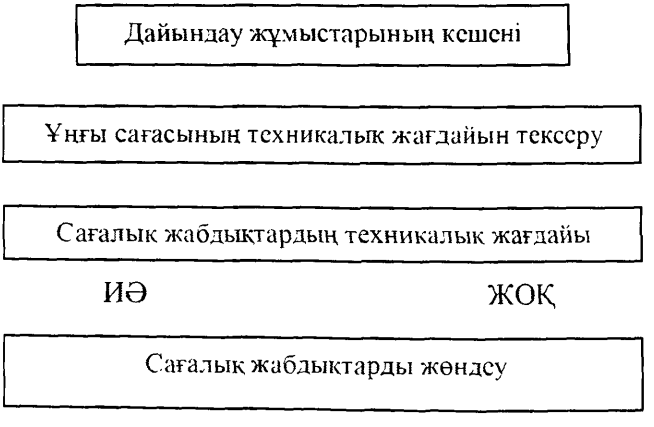
- құбырларды және штангаларды салуға арналған стационарлы көпіршектермен жабдықталған стационарлы мұнара және өздігінен жүретін базада құрастырылған қозғалмалы лебедка;

- дөңгелекті немесе шынжыр табанды базаға қондырылған өзінің үстінде мұнара мен лебедканы алып жүретін қозғалмалы агрегат.

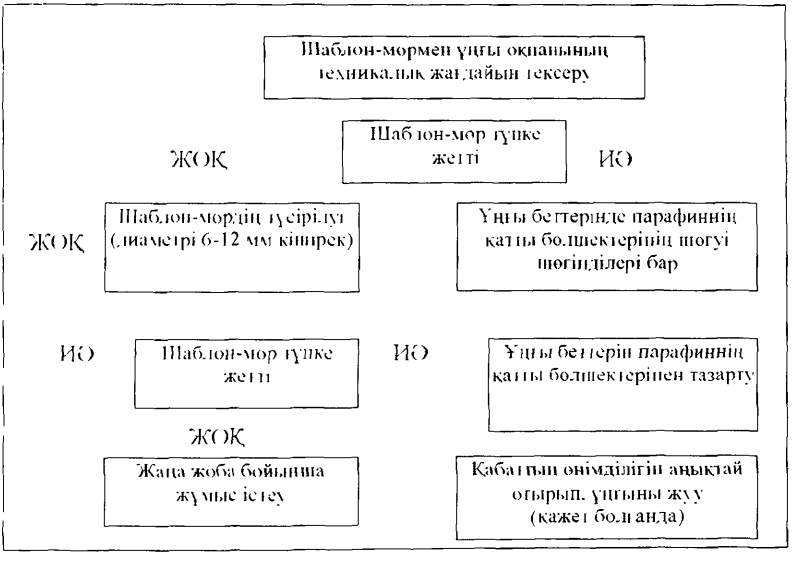
Бұлардың бірінші түрі көтергіштер, ал екіншілері жер асты жөндеу агрегаттары немесе жай агрегат деп аталады.

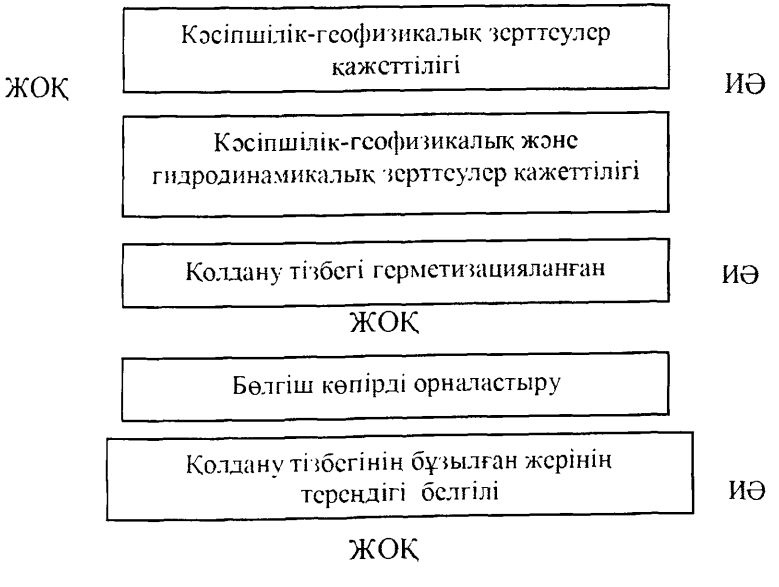
Іргелі жөндеу агрегатының сұлбасы келесі құрылымдардан тұрады – арнайы өздігінен жүретін базасы бар күштік агрегат немесе жүру қозғалтқыш жабдығының жетектеушісі бар өзі жүретін базалық агрегат, іс атқарушы механизмдерге арналған трансмиссия, көтергіш лебедка, тальдік жүйе және ілмекпен жабдықталған діңгек, ротор, компрессор, сорап, свабирациялауға арналған лебедка, қондырғыны жұмыстық және тасымалдау күйіне аударуға арналған жүйе, басқару және бақылау пульті, көтеріп - түсіру жұмыстарына арналған аспаптар мен механизмдер. Іргелі жөндеуге арналған аспаптар түрі мен өлшемдері бойынша әртүрлі болады және іргелі жөндеу базаларында сақталады. Ұңғыға тек осы ұңғыдағы жекс жұмыстарға қажетті аспаптар ғана тасымалданады (фрезалар, бұрғылау аспабы, аулағыш аспап, мөрлер, т.б.).

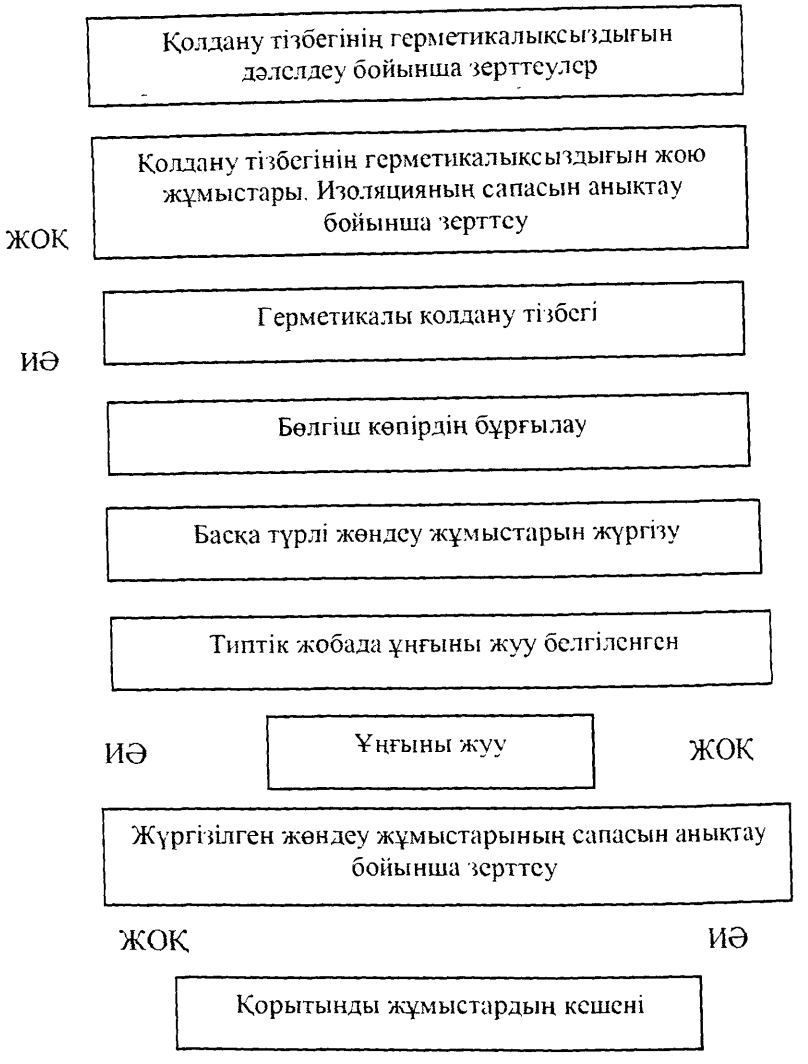
Іргелі жөндеу кезіндегі орындалатын жұмыстардың кезегі 5.4-суретте бейнеленген.



Үңғы оқпанын жөндеуге дайындау







5.4-сурет. Іргелі жөндеу кезіндегі орындалатын жұмыстардың кезегі

5.5. Көтергіштер мен агрегаттар

Тальдік жүйені козғалыска келтіру үшін лебедкалар колданылады. Лебедкалар мачтасы жок көлік құралдарына (автомашина, трактор) орнатылуы мүмкін. Ол кешенді көтергіштер деп атайды. Егер автомашина немесе тракторға тальдік жүйемен жабдықталған лебедка немесе мачта орнатылса, онда мұндай кешенді **агрегат** деп атайды. Соңғы кездері муфтасыз СКҚ тізбектері пайда болғалы мүлдем жаңа көтеру-түсіру агрегаттары пайда болды. Мұндай агрегаттарда мачта болмайды, себебі барабандарға оратылған құбырлар арнайы құрылымдар арқылы ұңғыға түсіріледі.

Көтергіштер ұңғыларда мұнара немесе мачта бар кезде колданылады. Соңғы кездері металл шанаға, трактор және автомашинаға орнатылған көтергіштер жобаланып жасалынды. Жетек күші ретінде іштен жанатын козғалтқыштар, ал кейбір жағдайларда – электр энергиясының күші колданылды.

Аталған көтергіштердің түрлері соңғы кездері күрт кыскарып, негізгі екі түрі кең колданыс тапты. Солардың бірі ЛПТ-2 және «Азинмаш-43П» көтергіштерінің сипаттамалары 5.3-кестеде келтірілген, [1].

5.3-кесте

ЛПТ-2 және «Азинмаш-43П» көтергіштерінің сипаттамалары

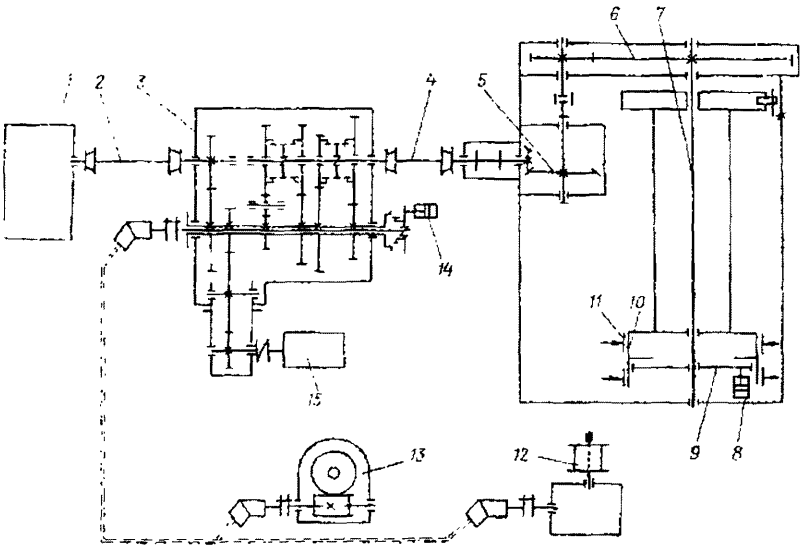
Жылдамдық сатылары	Барабанның айналу жиілігі, $мин^{-1}$	Канатты орау жылдамдығы, м/с	Канатты тарту күші, Н
ЛПТ-2			
I	44,6	0,98	97
II	75,8	1,67	57
III	124,2	2,73	35
IУ	211,0	4,64	20,5
«Азинмаш-43П»			
I	35	0,88	75
II	58,3	1,46	45,3
III	96	2,42	27,5
IУ	159	4,0	16,6

Көтергіш лебедка ЛПТ-2 жерасты жөндеу кезінде штангаларды, құбырларды құм тығындарынан тазалауда және свабтау операцияларын жүргізу кездерінде түсіріп көтеруге қолданады. Ұңғы мұнара немесе мачтамен жабдықталуы қажет. Лебедка Т-130-1-3 тракторына орнатылады да, оның жетек күші трактордың қозғалтқышынан алынады.

«Азинмаш-43П» көтергіші Т-100МБ батпақта жүре алатын тракторға немесе қарапайым Т-100М тракторына орнатылады. Лебедканың бір тежеу шкиві және екі тежегіш таспалары бар. Батпақты трактордың топыраққа түсіретін қысымы 0,032 МПа-дан артпайды. Көтергіштің басқару тетіктері трактордың кабинасына орнатылған.

«Азинмаш-37А» агрегатының құрылымын қарастырайық. Аталған агрегат КрАЗ-255Б автомашинасының шассиіне орнатылған. Ол терендігі 2900 м-ге дейінгі ұңғыманы ағымды жөндеуге арналған. Агрегаттың күршегінде жүктің салмағы 28 т-ға дейін жетеді. 5.5-суретте агрегаттың кинематикалық сұлбасы көрсетілген. Лебедканың жетегі қуат алу қорабынан (1) карданды білікке (2), беріліс қорабынан (3) екінші кардан білігі (4) мен конустық беріліс (5) арқылы іске асырылады. Осыдан барып айналым моменті тісті дөңгелекті беріліс (6) және лебедканың білігіне беріледі. Лебедканың білігі барабанмен осьтік фрикционды муфта (9) арқылы байланысады. Фрикционды муфта автомашинаның пневможүйесінің жетегі арқылы пневмоцилиндрмен (8) іске қосылады. Фрикционды муфтаның ретивонакстан жасалынған дискілі қосымшалары бар және тежеу шкивінің (10) ішіне орнатылған. Тежелу операциясы тежеу таспалары (11) арқылы жүргізіледі.

Агрегаттың жерасты жөндеуге арналған автоматты АПР-ГП (13) жетегіне арналған гидрожүйесі бар, сонымен бірге мұнараның (12) жоғарғы бөлігін шығаратын лебедканы да жетекке алады. Гидрожетек жүйесі энергияны беріліс қорабынан алады. Ол пневмоцилиндрдің (14) көмегімен іске қосылады. Қораптан (3) іліну жабдығы (15) да беріліс алады [1].



5.5-сурет. «Азинмаш-37» агрегатының кинематикалық сұлбасы

Агрегаттың мачтасы телескопиялық болып, алдыңғы жағы ашық болады. Жалпы биіктігі 18 м, ал күршекті көтеру биіктігі 12 м. Тальдік жүйенің жарақтануы 3х2 және қос роликтерден тұратын кронблок пен күршекблогы (2КРБ2х28) бар. Мачтаның көтерілуі пульт арқылы жүргізіледі.

Автомашинаның жүрістік қозғалтқышының қуаты 176 кВт, білігінің айналу жиілігі 2100 мин$^{-1}$.

УПТ1-50 агрегаты қуаттылау базаға – қозғалтқышының қуаты 118 кВт трактарға орнатылған. Бұл агрегат ұңғымаларды ағымды және іргелі жөндеуге арналған. Оның басқа агрегаттардан айырмашылығы мынада: лебедкасының екі барабаны бар – бірсуі тальдік жүйесінің канаты үшін, екіншісі – тартальды канатқа лайықталған. Тартальды барабанның сыйымдылығы 2340 м, канаттың диаметрі 13 мм. Максималды тарту күші 73 кН (5.4-кесте) [1]. Бұл агрегатқа 9МГР маркалы шаю жұмысына арналған автотіркемеге орнатылған сорап қойылады. Сораптың максималды қысымы 16 МПа, өнімділігі 6,1 л/с, ал 6 МПа қысымда – өнімділігі 9,95 л/с-қа тең болады. Сораптың жетегі жүрістік қозғалтқыштан карданды білік арқылы алынады.

5.4-кесте

Жерасты жөндеу агрегаттарының негізгі параметрлері

Агрегат	Базасы	Көтеру шамасы, т	Мачтаның жарағы	Биіктігі, м	Жылдамдығы			
					I	II	III	IV
«Азинмаш-37»	КрАЗ-255Б	28	3х2 4х3	18	0,34 32,0	0,72 15,1	1,45 765	-
«Азинмаш-43А»	Т-100 МБГС	28	3х2	18	0,225 28,0	0,365 17,3	0,615 10,3	1,0 6,3
УПТ1-50	Т-130-Г-1	50	4х3	19	0,187 46,8	0,321 27,5	0,526 16,8	0,895 10,5
А-50У	КрАЗ-257	50	4х3	22,4	0,181 50,0	0,317 34,5	0,695 12,6	1,215 7,5

Ескерту: 1. Т-100МБГС - батпақта жүретін гидрожүйелі трактор. 2. Бөлшектердің алымында күршектің көтеру жылдам-дығы берілген, м/с, бөлімінде – күршектегі жүк көтергіштік, т.

А-50У агрегаты бұрғылау жұмыстарының роторы мен компрессорды іске қоса алады. Ротор агрегаттың гидрожүйесінің гидрокозғалтқышымен іске қосылады. Компрессор агрегаттың тарату редукторының білігіне орнатылған шкив арқылы сыналы белдікті беріліс арқылы қосылады.

5.6. Жерасты жөндеу агрегаттарының параметрлерін есептеу

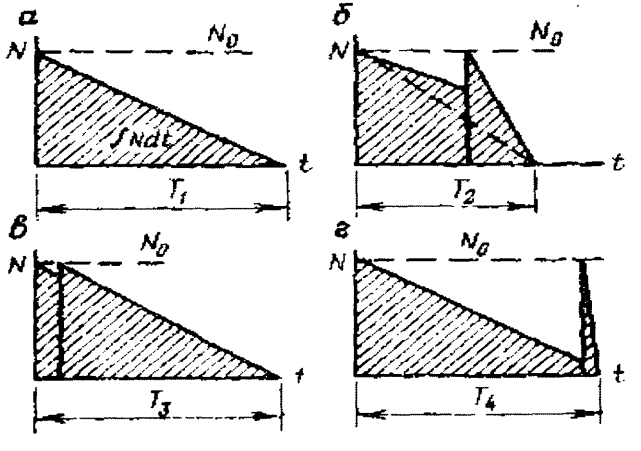
Есептеудің негізгі мақсаты – көтергіштердің жылдамдықтарының рационалды санын, күршектегі жүктемені анықтау, ұңғымадан жабдықтарды көтеру жылдамдығын таңдау және көтергіштің жұмыс уақытын есептеу.

Көтергіштердің жылдамдықтарының рационалды санын табу кезінде лебедка жетегінің қуаты мен ұңғымадан құбырды

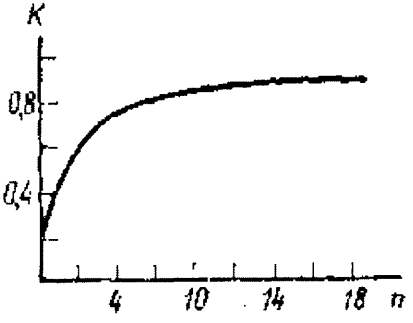
көтеру жылдамдығын теориялық түрде анықтауды А.С. Вирновский ұсынды. Ол құбырларды көтеру процесін іштен жанатын қозғалтқыштың көмегімен іске асыруды көздеді және бұл есептеулерде қозғалтқыштың айналу жиілігі мен максималды тиімді қуаты тұрақты деп алынды. Мұндай жағдайда қозғалтқыштың пайдалы қуаты көтеру кезіндегі толық қуатынан көтеру операциясының соңындағы нөлдік қуатқа дейін төмендейді (5.6-сурет *а*). Орташа жүктеу дәрежесі K біржылдамдықты лебедкада 0,5-ке тең болады. Ол параметрді мына интеграл бойынша анықтайды (5.7-сурет) [1]:

$$K = \int_0^1 \frac{Ndt}{N_0 T}. \qquad (5.1)$$

Жылдамдық саны артқан сайын қозғалтқыштың қуатын пайдалану дәрежесі ұлғая түседі (5.6-сурет *б*). Бірақ бұл кезде мынаны еске сақтау керек: қозғалтқышты пайдалану дәрежесі тек қана жылдамдық санына байланысты өзгермейді, сонымен қатар жылдамдықтардың қатынастарына да тәуелді болады. 5.6 *в*, *г*-суреттерде қозғалтқыш жүктемесінің екінші жылдамдықтағы өзгерістері көрсетілген; *в*-бірінші жылдамдыққа жақын мәнінде, *г*-одан бірнеше есе жоғары мәнінде.



5.6-сурет. Көтеру жылдамдықтарының санына байланысты қозғалтқыш қуатын пайдалау графигі



5.7-сурет. Көтеру жылдамдығының санына байланысты қуатты пайдалану коэффициенті

Көтеру жылдамдықтар санының артуы беріліс тораптарының күрделі болуына алып келеді және олардың жоғары мәнге ие болуы қуатты пайдалану дәрежесін аса көп арттырмайды (5.7-сурет). Сондықтан, әдетте лебедкалардың жылдамдықтарының саны төрттен аспайды [1].

Көтергіштің жылдамдықтарының саны төртке тең болғандағы қуатты пайдалау коэффициентін есептейік.

Көтергіштің жалпы жұмыс істеу уақыты

$$T = \sum_{i=1}^{i=4} t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_4}{v_4}, \quad (5.2)$$

мұндағы: l_i – құбырлар тізбегінің біркелкі жылдамдықпен көтерілетін телімдерінің ұзындығы; v – аталған телімдердің көтерілу жылдамдығы.

(5.2) теңдеуінен мына байланысты алуға болады:

$$T = \frac{N}{qv_1^2}\left[1 + \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 - \frac{v_1}{v_2} + \left(\frac{v_1}{v_3}\right)^3 - \frac{v_1}{v_2}\frac{v_1}{v_3} + \left(\frac{v_1}{v_4}\right)^2 - \frac{v_1}{v_3}\frac{v_1}{v_4}\right], \quad (5.3)$$

мұндағы, N – лебедканың жетек қуаты; q-құбырлар тізбегінің бірлік ұзындығының салмағы.

Келесі белгілеулер енгіземіз:

$$x = \frac{v_1}{v_2}; \qquad y = \frac{v_1}{v_3}; \qquad z = \frac{v_1}{v_4}.$$

Сонда

$$T = \frac{N}{qv_1^2}\left(1 + x^2 - x + y^2 - xy + z^2 - yz\right). \qquad (5.4)$$

Рационалды көтеруге жұмсалынатын ең аз уақыт мына жағдайда орын алады:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(1 + x^2 - x + y^2 - xy + z^2 - yz\right) = \frac{\partial \psi}{\partial x} = 0. \qquad (5.5)$$

Сол сиякты мынаны аламыз:

$$\frac{\partial \psi}{\partial y} = 0; \qquad \frac{\partial \psi}{\partial z} = 0.$$

Бұдан мынаны табамыз:

$$2x - y - 1 = 0;$$
$$2y - x - z = 0$$
$$2z - y = 0.$$

Бұл теңдеулерді шешу арқылы:

$$x = \frac{3}{4}; \qquad y = \frac{1}{2}; \qquad z = \frac{1}{4}.$$

Сонда,

$$v_2 = \frac{4}{3}v_1; \qquad v_3 = 2v_1; \qquad v_4 = 4v_1.$$

Көрсетілген жағдайда қуатты пайдалану коэффициенті, [1]:

$$K = \frac{1}{2\left(1 + x^2 - x + y^2 - yx + z^2 - yz\right)} = 0{,}8.$$

Күршектегі күтулі жүктемені жалпы жағдайда анықтау келесідей: фонтандаушы ұңғымадан тізбекті көтеру кезіндегі жүктеме құбырлар тізбегінің салмақ күшімен анықталады.

Ұңғыманы штангалық сораппен пайдалану кезінде ең жоғары жүктеме құбырлар тізбегінің салмақ күшімен, тізбектегі сұйықтың салмағы және штангалардың салмақ күштерімен анықталады.

Ортадан тепкіш электрлі сораптың көмегімен пайдалану кезінде жоғарғы жүктеме құбырлардың, кабельдің, ұңғылық агрегаттың батырмалы бөлігімен және ондағы сұйықтың салмақ күштерімен табылады.

Тальдік жүйенің жарақтану параметрлері мен әр жылдамдықтағы көтерілетін құбырлар санын келесі тәртіппен табамыз.

Егер канаттағы шақтама тарту күші P_1, лебедка барабанының ең кіші айналу жиілігін n_1, құбырдың 1 м ұзындығының салмақ күші q, құбырлар тізбегінің жалпы ұзындығы L, жарақтану жүйесінің салмақ күші $P_{осн}$ және оның п.ә.к-і η_T-ге тең болғанда тальдік жүйеге қажетті ішектердің саны мына формуламен табылады:

$$n_c = \frac{L_Q}{P_1}. \qquad (5.6)$$

Бір жылдамдықта көтерілетін бір немесе қосқұбырлы жүйелердің санын анықтаймыз:

$$z_i = \frac{n_c \eta_T n_1}{q \ln n_i} P_1 - \frac{P_{осн}}{ql}, \qquad (5.7)$$

мұндағы: l - бір немесе қосқұбырдың ұзындығы; n_i- z_i-ге сәйкес келетін лебедканың барабанының айналу жиілігі.

Сонымен, тізбектегі бір немесе қосқұбырлардың жалпы санын (z_k) біліп, қанша құбырды (х) бір жылдамдықпен көтеруге, ал қалғанын басқа жоғары жылдамдықпен көтеруге болатынын табуға болады.

Мысалы, төрт жылдамдықты көтергіш үшін [1]:

$$x_I = z_K - z_{II}; \qquad x_{II} = z_{II} - z_{III};$$
$$x_{III} = z_{III} - z_{IV}; \qquad x_{IV} = z_{IV}. \tag{5.8}$$

Көтергіштің жұмыс істеу уақыты оның бір немесе қос құбырды көтеру уақытымен анықталады.

Бұл уақыт әр *i* жылдамдыққа байланысты анықталады

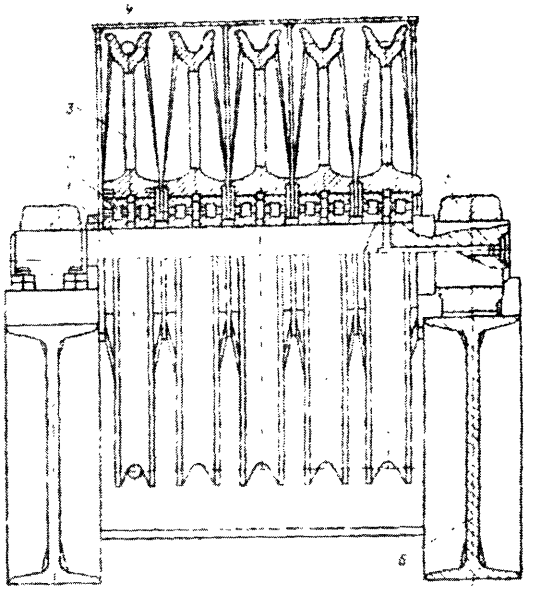
$$t_i = \frac{in_c c}{\pi d_{cp} n_i}, \tag{5.9}$$

мұндағы: *c* – лебедканың іске қосу және тежеу кездеріндегі айналуының баяулауын есепке алу коэффициенті; $d_{ср}$ – лебедка барабанының тальдік канатты орау кезіндегі орташа диаметрі.

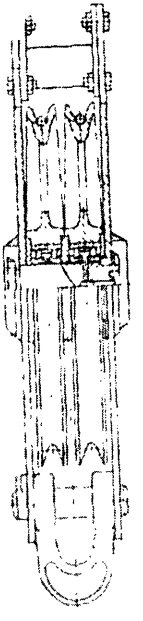
Құбырлардың немесе қос құбырлардың жалпы санын және оларды әр жылдамдықта көтеру уақытын біле отырып, құбырлар тізбегін түгел көтеруге жұмсалатын жалпы машиналық уақытты оңай табуға болады [1].

5.7. Тальдік жүйенің элементтері

Мұнаралар мен мачталардың тальдік жүйесіне кронблок және тальдік блоктар кіреді. Кронблок (5.8-сурет) осьтан (1) және оған орнатылған роликті подшипниктер (2) мен шкивтен (3) тұрады. Шкивтер сырт жағынан кожухпен қапталған және ол канаттардың роликтің ойығынан шығып кетпеуін қамтамасыз етеді. Осьтер тұғырларға (5) орнатылып, ал ол өз кезегінде кронблоктың рамасына (6) бекітілген. Шкивтердің подшипниктері бүйір жақтарынан арнайы қақпақтармен жабылған, себебі жұмыс кезінде оларға әртүрлі лас заттар түспеуін және майының ағып шықпауын қамтамасыз етеді. Подшипниктерді майлау оська орналасқан каналдар арқылы жүргізіледі. Каналдарға арнайы май жіберетін майлағыштар бекітілген. Қою май әр подшипникке өзінің жеке каналы арқылы жіберіледі [1].



5.8-сурет. Кронблоктың сұлбасы



5.9-сурет. Тальдік блок

Тальдік блоктың құрылымы (5.9-сурет) кронблокка ұқсайды. Оның бір айырмашылығы мынада: тальдік блок канаттарға ілініп тұрады, ал бүйір жақтарындағы металл паректарға ось пен сырға ілініп, оларға күршек жалғанады. Кронблок пен тальдік блоктардағы роликтердің саны тальдік жүйенің жарақталуына байланысты болады. Әдетте, қабылданған жарақтану кронблок пен тальдік блоктардың шкивтерінің сандарының қатынастары мынадай: 3х2; 4х3 немесе 5х4 (5.4-кесте) [1].

5.4-кесте

Тальдік жүйенің элементтерінің параметрлері

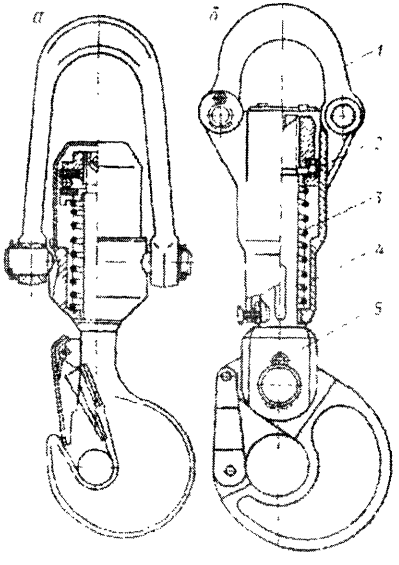
Параметрлері	КБН3-15 БТН2-15 1КН-15	КБН4-25 БТН3-25 КН-25	1КБН5-50 БТН4-50 КН-50
Жүк көтергіштігі, т	15	25	50
Жарақтану көрсеткіші	3x2	4x3	5x4
Канаттардың тартылуы, т	4	4,48	6,95
Шкивтердің диаметрі, мм	380	480	580
Канаттың диаметрі, мм	18,5	18,5	22
Массасы, кг			
Кронблок	118	185	810
Тальдік блок	155	190	450
Ілмек	32,4	65	185

Тальдік канаттар алты орамнан тұрады. Оның әр орамы өз кезегінде диаметрі 1,2-1,4 мм-ге тең 19 сымнан құралады. Алты орамның ішінде эластикалық материал бар және ол бір уақытта канаттарды майлап тұруға арналған. Канаттардың параметрлері төменде келтірілген.

Диаметрі, мм:
Канат.....18,5; 22
Сымдар.....1,2; 1,4
Массасы (100 м канаттың), кг.....122; 166,3
Сымның шектік беріктігі, МПа.....1500
Канаттың үзілу күші, кН.....164; 223,5
Шектік жүктеме (қор коэффициенті 2,5), кН.....65,6; 89,4

5.10-суретте болат күршектің сұлбасы келтірілген. Мұнда болаттан жасалынған мүйіз тәрізді бөлшек траверса (5) және тірек подшипнигі (2) арқылы серіппеге (3) ілінген. Серіппе стаканға (4) орнатылады. Оның екі саусағына сырғаның (1) төменгі жағы кигізілген. Кілттің мүйізі ілінген серіппе тізбектен бұрап алынатын құбырды автоматты түрде көтереді. Ұңғыманың фланецінде тұрған элеваторға отырғызылған құбырлар тізбегіндегі жоғарғы құбырды бұрап алу процесін қарастырайық. Тальдік жүйе жоғарғы бұрап алынатын құбырды ұстап тұрады.

Бұл кезде серіппе бір құбырдың салмағынан артық күшпен сығылады. Резьбаны бұрап ағыту кезінде құбыр серіппесінің көмегімен көтеріледі де, конустық резьбаның босатылуы кезінде серіппе құбырды муфтадан суырып алады. Сонымен, құбырдың резьбалық бөлігі муфтаның бойымен жылжыған кезде, құбыр табиғи түрде жоғары қарай көтеріледі [1].



5.10-сурет. Болат күршек

Ұңғыларды жерасты жөндеуге арналған кейбір агрегаттарда күршек тальдік блокпен құрылымдық түрде байланысқан. Мұндай байланысты күршекблок деп атайды. Негізінде күршекблоктың екі элементі де бөлек күршек және тальдік блок түрінде жасалынады. Күршекблоктың болат мүйізінің екі жағында қосымша мүйіздері болады. Оларға қосымша элеваторды ілуге қажетті штропаларды жалғайды.

Барлық күршектердің ауызғы жағына штропалар шығып кетпес үшін арнайы қыстырма орнатылады.

5.7*а*-суретте көрсетілген 1КПШ-10 күршегі штангалық элеваторларды ілуге арналған болса, ал 1КН-15 күршегі (5.7*б*-сурет) – құбырлы элеваторды көтеруге арналады. КН-25 және КУ-50 күршектері косштропты құбырлы элеваторлар үшін қолданылады.

5.7.1. Тальдік жүйенің есептеулері

Ұңғыларды жерасты жөндеу жұмыстарын орындау және тальдік жүйенің жабдықтарын таңдау кезінде тальдік канаттағы пайда болатын максималды жүктемені тексеру қажет болады.

Канаттың ең үлкен тартылуы оның жүрісінің соңында, яғни лебедканың барабанының алдында орын алады.

Канаттың тартылу күшін мына байланыстан табамыз:

$$P_x = P_{kp}\frac{\beta^n(\beta-1)}{\beta^n-1}, \qquad (5.10)$$

мұндағы: P_x – канаттың жүріс соңындағы тартылу күші; $P_{кр}$ – күршектегі жүктеме; β – канаттың қаттылығы мен шкивтегі үйкеліс күшіне байланысты анықталатын коэффициент; n – тальдік жүйенің жұмыстық тармақтардың саны.

β коэффициенті шкивтің пайдалы әсер коэффициентіне η кері шама болып табылады, демек

$$\beta = \frac{1}{\eta}. \qquad (5.11)$$

Диаметрі 650 мм-ден кіші және сырғанау подшипниктері бар шкивтердің п.ә.к-ін 0,95-ке тең етіп алуға болады. Ал диаметрі 650 мм-ден жоғары және дөңгелену подшипниктері бар шкивтер үшін аталған п.ә.к. 0,98 шамасында болады. Сонымен, тальдік жүйенің шкивтері үшін, егер шкив диаметрі 650 мм-ден кіші болып, оның дөңгелену подшипниктері болса, онда олардың п.ә.к-і 0,96-0,98 аралығында жатады. Қорыта келгенде (5.10) теңдеуіндегі белгісіз P_x шамасын есептеп шығуға болады.

Егер жарақтандыру түрі белгілі болмаса, мысалы тармақтардың саны n, онда белгілі шақтау жүктемесі P_x, күршекке түсетін жалпы жүктеме $P_{кр}$ және шкивтердің п.ә.к-і η, ал соған байланысты β арқылы (5.10) теңдеуінен келесі шаманы шығарып алуға болады:

$$\beta^n = \frac{P_x}{\left[P_x - P_{kp}(\beta-1)\right]} = a. \qquad (5.12)$$

Алынған байланысты математикалық катарға салсақ, онда:

$$\beta^n = \sum_{k=0}^{k=\infty}\frac{\ln^k \beta}{k!}n^k. \qquad (5.13)$$

Талдау көрсеткендей, бұл қатардың үшінші және келесі мүшелері өте аз шама болады. Сондықтан аса жоғары дәлдікпен келесі формуланы алуға болады:

$$a = \ln \beta n + \frac{1}{2} \ln^2 \beta n^2, \tag{5.14}$$

бұдан алатынымыз:

$$n = -\frac{1}{\ln \beta}\left(1 \pm \sqrt{1 + 2a}\right). \tag{5.15}$$

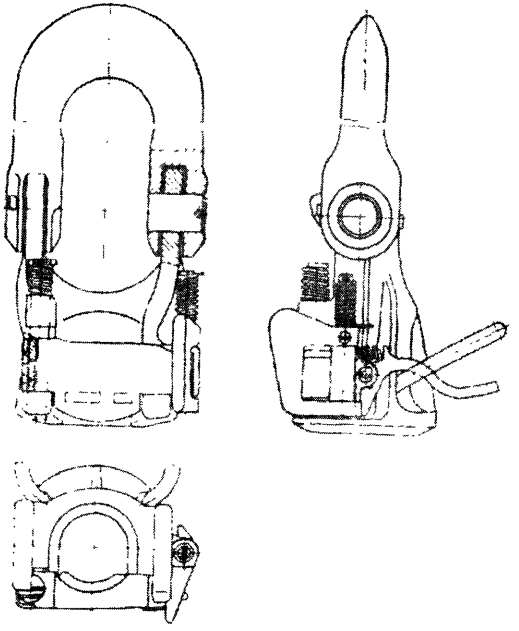
Мұнда a-ның мәнін (5.3)-тен табамыз. Егер тармақтардың саны бүтін сан болмаса, онда оны бүтін санға дейін дөңгелектейді [1].

5.8. Жерасты жөндеу кезіндегі қолданылатын саймандар

5.8.1. Элеваторлар

Элеваторларды балкалық және төлкелік деп екі түрге бөлуге болады. Бірінші балкалы түріне ЭТАД және ЭХЛ маркалы элеваторлар жатады. Олар екі штропаларға ілінеді. Штропалардың іліну нүктесі элеватордың осінен едәуір қашықтықта жатады. Сонымен, құбырлар тізбегінің салмақ күші элеватордың ортанғы бөлігіне түседі де, оның денесіндегі негізгі кернеу –майыстыру кернеуі болып табылады. Соған байланысты элеватордың массасы мен металлсыйымдылығы өте жоғары болып, түсіру-көтеру операцияларының еңбек көлемі ұлғаяды.

Майыстыру кернеуінен тартылу кернеуіне ауысу бөлшектің беріктігін үлкейтетіні белгілі. Сондықтан конструкторлар тартылу кернеуі орын алатын элеваторларды жасап шығаруға ұмтылды (5.11-сурет) [1].



5.11-сурет. ЭГ элеваторының сұлбасы

Мұндай элеваторда сырғалардың тіректері құбырлардың ілінү нүктесіне жақын орналасқан, соның нәтижесінде элеватордың корпусында негізінен тартылу кернеуі орын алады. Оның массасы қосштропты элеватордың массасынан бірнеше есе кіші. Төлкелі бірштропты элеваторлар мынадай маркалармен шығарылады: ЭГ, ЭЗН, ЭТА, т.б.

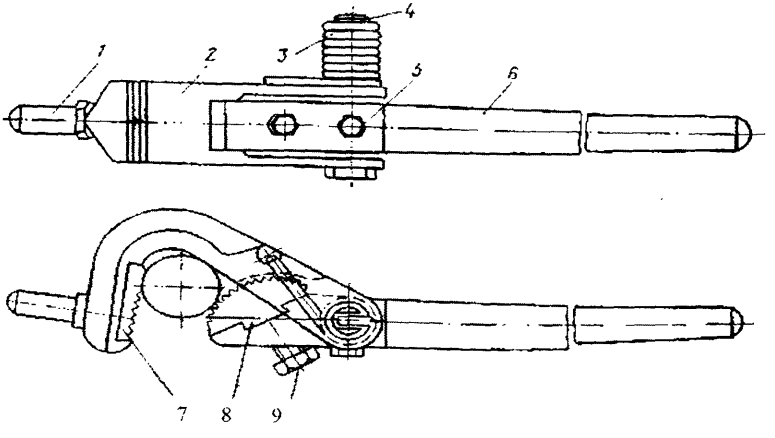
ЭГ типті элеваторлардың жүк көтергіштігі 16, 50 және 80 т-ға тең, ал ЭЗН элеваторларының көрсеткіштері – 15, 25, және 50 т болса, ЭТА элеваторлары – 32, 50 және 80 т-ға жетерлік жүк көтергіштігі бар.

ЭГ типті элеватордың корпусының (5.11-сурет) муфтаға арналған ойығы мен тірегі бар. Тіректің белдігі элеватордың жазығында көрініп тұр. Элеватор корпусының бүйіріндегі пазға құбыр кіреді де жақтаулармен жабылады. Олар өз осінде айналады және серіппеге ілінген. Жақтаулардың өздігінен ашылып кетпеуі корпуска кіріп тұратын шиптің көмегімен орындалады.

Штангалық элеваторлардың ЭШН және ТЭШУ-10-16-25 маркалы түрлері бар. Оның корпусы сырғаға ілінген. Корпус пен төлкенің бүйір жақтарында ойықтар бар. Элеваторды штангаға бағыттаған кезде корпус пен төлкенің ойықтары тұстас келіп, штанга элеваторға кіреді. Одан соң төлкені айналдырып, корпустың ойығын бітейді. Штангалық элеваторлар өлшемдері 12-ден 25 мм-ге дейінгі штангаларға есептелген. Элеватордың штанганың өлшеміне байланысты ауыстырылатын қосымшалары бар және жүк көтергіштігі 5-тен 20 т аралығында болады.

5.8.2. Кілттер

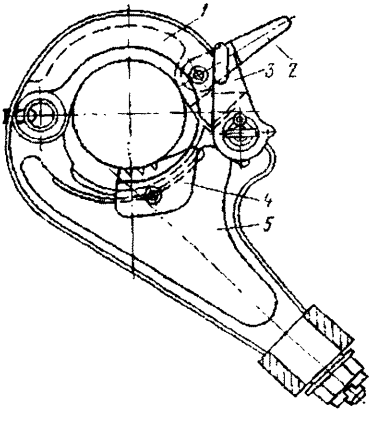
Кілттер құбырлар мен штангаларды қолмен бұрап алуға және механикаландырылған жұмыстар кезінде қолданылады. Қолмен жұмыс істеуге құбырлы кілттердің мынадай түрлері шығарылады: КТН, КТНМ, КТД, КТГУ және шынжырлы.



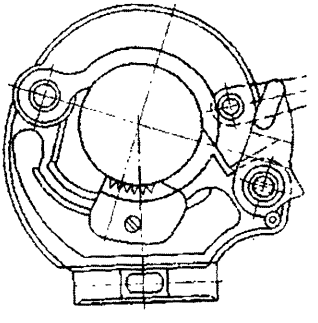
5.12-сурет. КТН типті құбырлы шарнирлі кілттің сұлбасы
1-ұстағыш; 2-жағы; 3-серіппе; 4-шарнирлі саусақ; 5, 9-стопорлы бұрандалар; 6-сабы; 7-планка; 8-сухарь

Кілттің сухарі бар жағы және сабы бар. Саптың да сухарі бар. Сапқа күш түсірген кезде сухарь құбырды қысып, оған айналу моментін береді.

Автоматпен жұмыс істеуге қажетті кілттердің келесі түрлері бар: КТМ, КСМ және КТГУ (5.13 және 5.14-суреттер).



5.13-сурет. КТМ типті кілттің сұлбасы
1-жақтаулар; 2-фиксатор; 3-жақтаулардың сырғымасы; 4-сухарь; 5-жақ



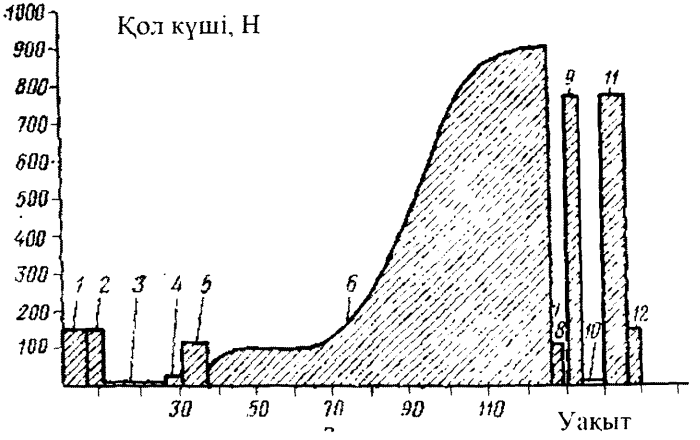
5.14-сурет. КСМ кілті

КТМ кілті (5.13-сурет) резьбаға бұралатын немесе одан шығарылатын құбырды қармап алып, оған бұрау автоматынан берілетін моментті құбырға жеткізу операциясын орындайды. Ол жақ пен жақтаудан тұрады. Жақтау құбырға кілтті отырғызған соң қыстырмамен бекітіледі. Кілттің құбырда айналуы кезінде оның сухарі құбырдың ортасына эксцентрикті түрде орналасқан ойық бойымен жүріп, кілтті құбырға бекітеді. Стопорлы кілт КСМ (5.14-сурет) автоматтың спайдеріне ілінген құбыр тізбегін айналудан сақтап ұстап тұруға арналған. Құрылым бойынша бұл кілт КТМ кілтіне ұқсас болады [1].

5.8.3. Құбырлар мен штангаларды бұрап алу механизмдері

5.15-суретте жерасты жөндеу операторының диаметрі 73 мм СКҚ тізбегін қосштропты элеватор және қолмен бұралатын кілттің көмегімен түсіру кезіндегі жұмсалынатын күш пен уақыттың графигі көрсетілген. Түсіру жұмысы мынадай ретпен жүргізіледі: 1 -

құбырға бекітілген элеваторға штропалары бар күршек беріледі; 2 - штропалар элеваторға кигізіледі; 3 - құбырды көрседен көтереді; 4 - резьбаны тазалау және майлау, сонымен бірге құбырды муфтаға бағыттау; 5 - кілттерді құбырға салып бұрауға дайындау, егер құбыр үйкеліс күшімен ұсталынбаса, оның муфтасын стопорлау; 6 - құбырды бұрау; 7 - кілттерді ағыту; 8 - құбырды көтергішпен тарту; 9 - элеваторды ағыту; 10 - құбырды көтергішпен төмен түсіру; 11 - элеваторды құбырға кигізу; 12 - штропаларды ағыту [1].

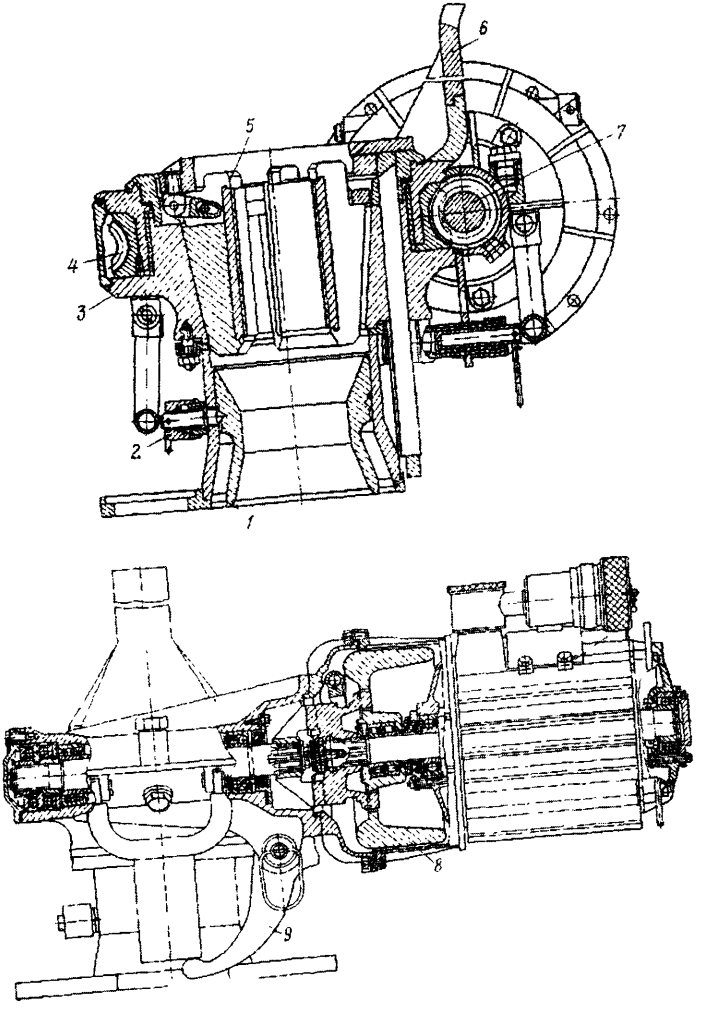


5.15-сурет. СКҚ-ны түсіру кезіндегі күш пен уақыттың жұмсалу графигі

Аталған көрініс құбырлар тізбегін көтеру кезінде де қайталанады. Құбырдың муфтасындағы резьбаны ағытуға жұмсалынатын жұмысшының күші 1,6 кН-ға дейін жетеді. Басқа операцияларда жұмсалынатын күш 0,1-0,7 кН шамасында болады. Бұл жерде сң жоғары сңбек сыйымдылығы мол операция ол – элеваторды орнату және резьбаны ағыту болып табылады. Сондықтан да конструкторлардың алдына қойылатын негізгі талап – элеватор мен кілттердің салмақтарын мейлінше азайтуға күш салу.

Резьбаларды бұрау және ағыту жұмыстарын механизациялау АПР автоматтарының көмегімен іске асырылады. 5.16-суретте АПР-28Б автоматының сұлбасы көрсетілген. Оның корпусына

(3) электрлі қозғалтқыш жалғанған. Оның білігі червякты берілістің білігімен (7) байланысады. Червяктің дөңгелегі (4) жүргізгішке (6) жалғанады. Кілтке бұрау кезінде берілетін моментті арттыру үшін қозғалтқыштың муфтамен қосылған маховигі (8) бар.



5.16-сурет. АПР-28Б автоматының сұлбасы
а-автоматтың блогы; б-жетек блогы

Бір элеватормен жұмыс істеу спайдердің көмегімен атқарылады. Оның сыналы ілгіші (5) құбырды ұстау алдында жоғарғы жағдайда тұрады. Сыналы ілгіштің үш сыналы секторлары бар. Олар ілгіштің шайбасымен шарнир арқылы байланысқан. Сыналы сектор жоғарғы жағдайға вилканың (9) көмегімен қойылады.

Құбырды спайдермен қармап алу үшін муфтаның астына арнайы вилка қойылады. Құбырды төменге түсіргенде муфта вилка арқылы сыналы ілгіштің шайбасын қысып, оны түсірді. Конустық қармау секторлары түсіріліп, оның корпусымен сырғып ортаға қарай қысылады да, құбырды қармайды.

Автоматтың төменгі жағында фиксатормен (2) бекітілген центратор (1) бар. Ол құбырларды автоматтың ортасынан ауытқып кетпеуді қадағалайды [1].

Сонымен қатар, гидроқозғалтқыштың көмегімен іске қосылатын АПР-ГП автоматтарының құрылымы 5.5-кестеде берілген [1].

5.5-кесте

Автоматтардың негізгі параметрлері

Параметрлер	АПР-28Б	АПР-ГП	КМУ-32	470-ООА	КГП
Ең жоғары жүктеме, кН	750	750	320	500	-
Ең жоғары айналдыру моменті, кН*м	4,5	4,5	4,5	4,5	0,55
Жүргізгіштің айналу жиілігі, мин$^{-1}$	48	80	59	75	144
СКҚ диаметрі, мм	48-114	48-114	48-114	60-73	73; 89
Кабельдің диаметрі, мм	-	-	-	27,5-34,7	-
Автомат массасы, кг	200	180	335	200	300

АПР кондырғысын ұңғыманың сағасына патрубоктың көмегімен орнатады. Патрубок элеваторға ілінген тізбектің муфтасының резьбасына бұралып кигізіледі де, оған тальдік жүйенің көмегімен автомат орнатылады; ЭГ маркалы элеватормен патрубоктың муфтасы қармалып, бүкіл тізбек жоғары көтерілді. Сонымен қатар, автомат тальмен элеваторға бекітілген. Ары қарай тізбек ілінген элеватор шешіледі де, сонан соң тізбек ұңғыманың фланеціне орнатылған автоматты кондырғыға түсіріледі.

Электрлі ортадан тепкіш сораптар орнатылған ұңғымалардағы түсіру-көтеру жұмыстарыда кәдімгі автоматты қолдану мүмкін емес, себебі құбырлардың бойымен кабель орналасады. Ол үшін 470-ООА маркалы арнайы механикалық кілт жасалынған. Мұндай кілттерде кабельді спайдердің сыртына шығаратын құрылым қарастырылған. Оның автоматы қамыттарды қолмен бекітуге және шешуге есептелінген. Спайдердің сыналары көтеріліп, кабельді алып кетуге арналған ойық пайда болады. Кабельден ажыратылған құбыр резьбадан шешіліп алынады.

АПР кондырғысынан бөлек СКҚ-ларды бұрап немесе шешіп алу үшін КМУ-32, КМУ-50 және КГП типті кілттер кеңінен қолданылады (5.5-кесте).

Резьбаларды бұрау және шешіп алу жұмыстарын механизациялау, олардың массасын азайту, элеваторлардың бірін спайдерге ауыстыру құбырлар тізбегін түсіру және көтеру жұмыстарын анағұрлым жеңілдетеді.

6. ҚАБАТҚА ӘСЕР ЕТУ ЖАБДЫҚТАРЫ

6.1. Қабат қысымын ұстап тұру үшін арналған жабдықтар

Мұнай кенінің айналу қарқындылығын және мұнай мен газдың қайтарымын үлкейту үшін өнімділік қабаттары әртүрлі әсерлерге тап болады: қабат қысымын су және газ айдау арқылы ұстап тұру, ішкіқабаттық жандыру, термохимиялық және химиялық әсерлер, толқындық, гидроакустикалық әсерлер, қабатты гидравликалық жұлу және т.б. Жоғарыда айтылған әсерлерді орындау үшін көптеген түрлі жабдықтар керек. Көрсетілген жұмыстардың бір бөлігі жерасты жөндеу жұмыстары кезінде орындалатынын айта кету қажет.

6.2. Қабат қысымын ұстап тұру және мұнай мен газды сығып шығаруға арналған жабдықтар

Мұнай кенорнын қолданған кезде қабаттың мұнайбергіштік касиетін арттырудың ең тиімді жолы – қабат қысымын қабатқа су және газды айдау арқылы ұстап тұру. Осы кезде қабатты қолданудың тегеуріндік режимі орын алады, ол әлсіреген режиммен салыстырғанда үлкен мұнайбергіштік қасиетке ие болады.

Айдаушы ұңғыларға суды айдау үшін өзендердің, теңіздердің, көлдердің, су горизонттарының табиғи сулары және мұнай дайындау технологиялық обьектілерінің шайынды сулары қолданылады.

Мұнайды сумен ығыстыру жабдықтарының кешені келесі құраушылардан тұрады: су алғыш тәлім, су әкелу магистралі, мұнай қабатына айдауға суды дайындайтын тазартқыш құрылымдар, кәсіпшілік аумағында жоғарғы қысымды шоғырланған сораптық станциялар, су реттегіш тарақшалары бар таратушы құбырлар. Аталған құбырлардан су айдаушы ұңғыларға барады. Ұңғылар фонтандық типті сағалық арматурамен, СКҚ тізбегімен және көп жағдайларда шегендеуші тізбектің негізгі бөлігін айдалатын судың үлкен қысымынан қорғайтын пакермен жабдықталады.

6.3. Су дайындайтын су алғыштың жабдықтары

Қабат қысымын су айдау арқылы ұстап тұруы үшін қолданылатын су, әдетте су қоймаларынан (өзен, көл, теңіз) немесе сулы қабаттан алынады. Кенорындарын пайдалану кезінде өндірілген мұнаймен бірге шығатын қабаттық, яғни техникалық су кабат қысымын ұстап тұру үшін де қолданылады.

Су су қоймаларынан арнайы дайындалған телімдерден жоғары бетке орналасқан ортадан тепкіш сораптармен алынады және бұл сумен бірге құм және тағы да басқа механикалық қоспалар сорылмауы үшін арнайы амалдар қолданылады. Сораптық станция су қоймасының жағалауында немесе қалқығыш станцияда орналасу мүмкін. Қалқып жүретін сораптық станцияларда қуаты жоғары сорапты агрегаттар қондырылады. Әдетте, бұл электржетектсушісі бар ортадан тепкіш сораптар болып келеді. Қалқып жүрстін сораптық станция суды беттік сораптарға қарағанда тұрғылықты бір терсңдіктен сорып алады және ол су қоймасындағы су деңгейінің тербелуіне байланысты болмайды.

Көп жағдайда арна астындағы сулар алынады, себебі олар біршама таза болып келеді. Бұл жағдайларда су қоймасына немесе өзенге жақын жерде ұңғы бұрғыланады немесе құдық қазылады, ал қоймадағы су сифонды жүйемен немесе беттік сораптармен (егер су деңгейі жоғары болса) немесе әр түрлі типті ұңғылық сораптармен сорылып алынады.

Сифонды сорып алу кезінде арна астындағы ұңғылар вакуум-қазандармен қосылады және бұл қазандарда 0,04-0,047 МПа шамасында вакуум пайда болады.

Вакуум шамасы вакуум-сораптармен 0,03 $м^3/с$ беріліс кезінде және үлкен 0,086 МПа вакууммен ұсталынады. Ұңғыдағы су вакуум-қазандарға өзі ағынымен келіп жетіп, одан кейін беттік сораптармен сорылады.

Сифон арқылы су алу өзінің іргелі шығындары жағынан ұңғылық сораптармен су алуға қарағанда 20-30% аз болады. Су аз деңгейлі болған кезде АҚС және ЭОТС типті батырмалы сораптар қолданады.

Сораптың шифрінде келесі белгілеулер қабылданған: АҚС-8-1-16 – артезианды құбырлы сорап. Бірінші сан – 25-ке

бөлінген, ұңғының миллиметрмен алғандағы диаметрі, келесісі – метрмен алынған динамикалық деңгей астындағы сораптың минимальды батуы, ал соңғысы – сорап сатыларының саны.

ЭОТС5-4-90 сорабының шифрінде келесі белгілеулер қабылданған: Э – электрожетектеушісі бар сорап, ОТ – ортадан тепкіш, С – су алу үшін. Бірінші сан – 25-ке бөлінген миллиметрмен берілген шегендеуші құбырдың ішкі диаметрі, екіншісі – куб метр сағатында берілген беріліс мөлшері, үшіншісі – метрмен берілген сорап тегеуріні.

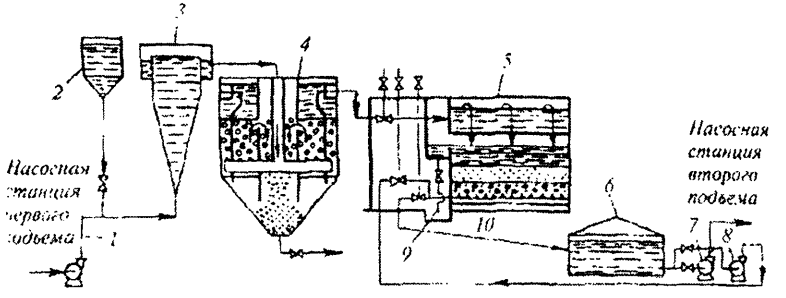
Ұңғылардың ішіне айдау үшін беттік сулардан басқа қабат сулары да қолданылады. Көп жағдайларда апаттық, альбылық және сеномандық ярустардың сулары қолданылады. Бұл судың температурасы шамамен 40°С болады. Судың химиялық құрамы мұнай кенорнының суларының құрамына ұқсас. Олардың араласуы кезінде мұнай коллекторын қоқыстайтын тұнба түспейді. Бұл ярустардың қабат суларында оттегі мен күкіртті сутек табылмаған. Бұл сулар беттік суларға қарағанда жақсы ығыстырушы және жуушы қасиеттерге ие болады. Су бергіш қабаттар 700-1500 м тереңдікте орналасқан. Сіңімділігі жақсы қабаттардың қалыңдықтары 300-500 м болады. Ұңғылардың бір бөлігінде су фонтандайды, ал бір бөлігінде су алу үшін ЭОТС сораптары қолданады.

Қабат суларының қолдануы судың қабатқа айдауын оңайлатады, ал кей кезде бұл операцияны мүлдем қажетсіз етеді.

Қабатқа айдалатын суға келесі талаптар қойылады:

- ол мүмкіндігінше таза болу керек және де үлкен мөлшердегі механикалық қоспалары, мұнай және темір қосылыстары болмауы керек. Мысалыға ақаулы құмдақтың механикалық қоспаларының шектік құрамы 20-30 мг/л, тотыққан темір құрамы – 1мг/л, мұнай – 50 мг/л дейін;
- жабдықтардың тотықпауы үшін құрамында күкіртті сутек және көмірсутегі болмауы керек;
- құрамында өзінің өмір сүруі кезінде күкіртті сутекті бөле алатын органикалық қоспалар болмауы керек (балдырлар және бактериялар).
- қабат сұйығына қатысты химиялы инертті болу керек.

6.1-суретте су тазартқыш станциясының типтік сұлбасы көрсетілген. Су көтергіш сораптардан (1) су араластырғышқа (3) жіберіледі. Ол жерге су ағынымен бірге дозалаушы аспаптан (2) коагулянттар және реагенттер түседі, олар судағы асылған бөлшектерді біріктіріп бекітеді де, судың жұмсаруы мен темір тұздарынан босатылуын қамтамасыз етеді. Суспензиялы тұндырушыда (4) коагулянт сумен қарқынды түрде араласады, осының нәтижесінде тұндырушы шахтада үлпектер тұнып қалады. Су құм (немесе көмір) сүзгісі (5) арқылы өтеді. Тазартылған су резервуарға (6) жиналады да, ол жерден сораппен (7) кәсіпшілікке жіберіледі [1].

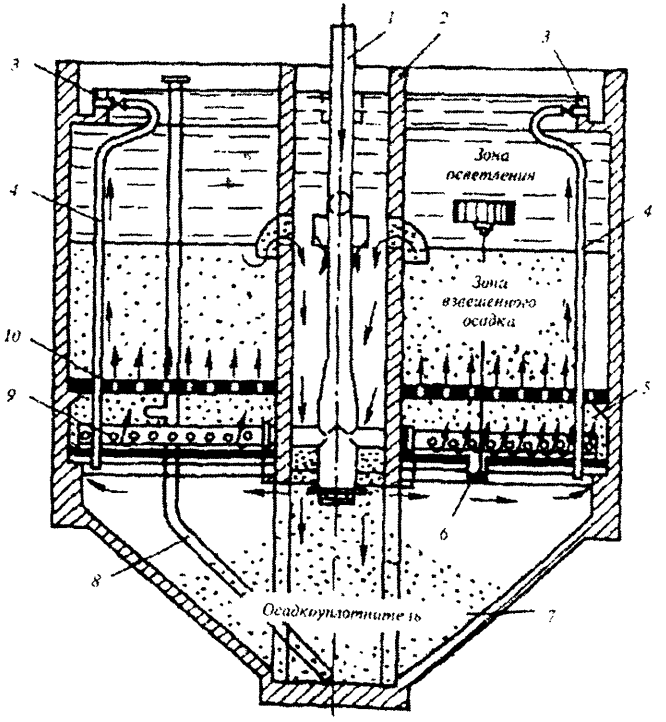


6.1-сурет. Беттік суларды тазарту станциясының принципиальді сұлбасы:
1-су жүргіш; 2-дозатор; 3-араластырғыш; 4-тұндырғыш; 5-сүзгі; 6-таза судың резервуары; 7-екінші су көтергіштің сораптық станциясы; 8- сүзгілерді жууға арналған арналған сорап; 9- кір суды жинау үшін арналған тік құбыр; 10 -- науа

Ең күрделі тұндырғыш-құрылым (6.2-сурет) судағы асылған бөлшектерден үлпектерді жасап, оларды алып кету және механикалық қоспаларды судан айыру мақсатына арналған. Араластырғыштан өткен реагентпен өңделген су орталық тік құбырдан (1) тесіктері бар құбырлар (9) арқылы үлпектің пайда болу камерасына (5) түседі. Үлпектің пайда болу камерасынан су тесігі бар түп (10) арқылы тұндырғыштың асылған тұнба аумағына шығады. Үлпектерді асылған жағдайда

ұстап тұру үшін тесікті түптің әрбір тесігінің үстінде судың ажыратылған ағыны жасалынады. Үлпегі бар су осыған дейін қалыптасқан асылған тұнбадан өткенде сүзгіленіп біртіндеп тұнады (тазаланады). Тұндырылған (тазартылған) су шеткі науаларға (3) жиналып, судың тазартылуы толығымен аяқталатын сүзгіге бағытталады. Тұндырғыштағы артық тұнба орталық шахта (2) арқылы арнайы аумаққа (7) жіберіледі. Бұл жерде су түтікшелер арқылы (4) науаларға сорылады, ал тұнба түтікше (8) арқылы суағарға немесе лайды алаңға жіберіледі. Тұндырғышты толық босату үшін клапан (6) қарастырылған.

Арнайы аумақтағы (7) тұнбаның биіктігі 2-2,5 м, ал тұндыру аумағының биіктігі 1,5-2,5 м болады, осы параметрлерге қарап тұндырғыштың ауқымдарын көзге елестетуге болады [1].



6.2-сурет. Су тұндырғыш құрылымының сұлбасы

6.4 Қабатқа су айдауға арналған жабдықтар

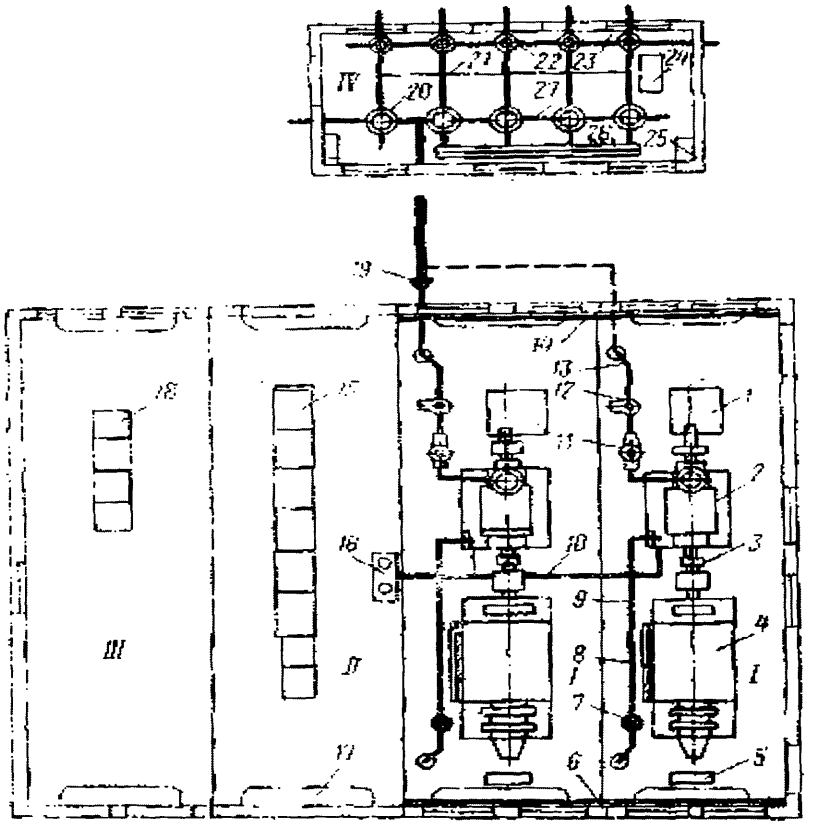
6.4.1. Шоғырлық сорап станциялары

Тазартушы құрылымдардан су кәсіпшілік аумақтағы шоғырлық сорап станцияларына жіберіледі. Шоғырлық сорап станциялары судың қысымын айдау қысымына дейін көтеріп, оны суайырғыш тарақшаларға және ары қарай айдаушы ұңғыларға жібереді.

Мұнайлы қабаттарда қабат қысымын ұстап тұруға қажетті суды айдау үшін сорапты станциялар ретінде ОТСС (ОТСС-30, ОТСС-60, ОТСС-120, ОТСС-180, ОТСС-500) ортадан тепкіш сораптық агрегаттардың негізіндегі блокты шоғырлық сорап станциялары (БШСС) қолданылады (6.3-сурет).

Шоғырлық сорап станциялары құрылысқа жұмсалынатын қаражатты және уақытты үнемдейді. Мұнда станцияның өзі зауытта жасалынған блоктардан құралады (сораптық блок, таратушы құрылымы, басқару блогы т.б.). БШСС екі сораптық блоктан, төменгі вольтті басқару аппаратураларының блогы, жалпыстанциялық щиттер блогы мен тарамдану блоктарынан тұрады. Әр блоктың жабдықтарды бекіту плиталары болады. Станцияның сораптары мен қабырғаларының іргетасы болмайды. Сондықтан да оны жинауға 2-3 ай ғана уақыт жұмсалып, бағасы арзандайды [1].

Сораптық блокта май жүйесінің ыдысы, ортадан тепкіш сорап және оны электрлі қозғалтқышпен байланыстыратын тісті муфтасы бар сораптық агрегат орналасқан. Май жүйесінің ыдысында май сорабы, сүзгілер және май салқындатқыш бар. Сораптық блокта жергілікті басқару посты құрылған. Қабылдау коллекторынан су ысырма, манометрлік колонка және сору құбыры арқылы сорапқа келіп түседі. Сораптың шығу жағында электрлі жетегі бар ысырма, кері клапан мен айдау құбыры бар. Дренажды су құбыр арқылы дренажды су ыдысына келеді. Айдалатын су бірнеше сораптардан құбырға жиналып, таратқышқа беріледі. Онда реттеу вентильдері, айдау құбыры, лақтыру коллекторы, басқару және дифманометрлер шкафы орналасқан.



6.3-сурет. БШСС-ты компоновкалау жоспары

Блоктар: I-сораптық; II-төменгі вольтті аппаратуралар; III-басқару; IV-тарақтану; 1-май жүйесінің ыдысы; 2-ортадан тепкіш сорап; 3-тісті муфта; 4-электрлі қозғалтқыш; 5-жергілікті басқару посты; 6-қабылдау коллекторы; 7-ысырма; 8-манометрлік колонка; 9-сору құбыры; 10-дренаж суының құбыры; 11-электр жетекті ысырма; 12-кері клапан; 13, 21-айдау құбырлары; 14-суды бұрып алу құбыры; 15-стансаның басқару щиттері; 16-дренаж суының ыдысы; 17-, 25-жылыту пештері ПЭТ-2; 18-жалпыстансалық щиттер; 19-ауысу; 20, 22-реттеу вентильдері; 23-лақтыру коллекторы; 24-басқару шкафы; 26-дифманометрлер шкафы; 27-айдау коллекторы

Төменгі вольтті аппаратуралар блогында жалпыстанциялық щиттер, ал басқару блогында – станцияның басқару щиттері құрастырылған. Барлық блоктардың жылыту пештері бар.

Мұндай станцияларда ЦНС типті ортадан тепкіш сораптар қолданылады (6.4-сурет). Олардың номиналды өнімділігі 180 $м^3$/сағ, тегеуріні 900-ден 1900 м-ге дейін. Сонымен бірге, өнімділігі 500 $м^3$/сағ, тегеуріні 1400, 1650 және 1900 метрлік сораптар да шығарылады. Олардың жетектік электрлі козғалтқыштарының қуаты 800-ден 4000 кВт-қа дейінгі аралықта болады.

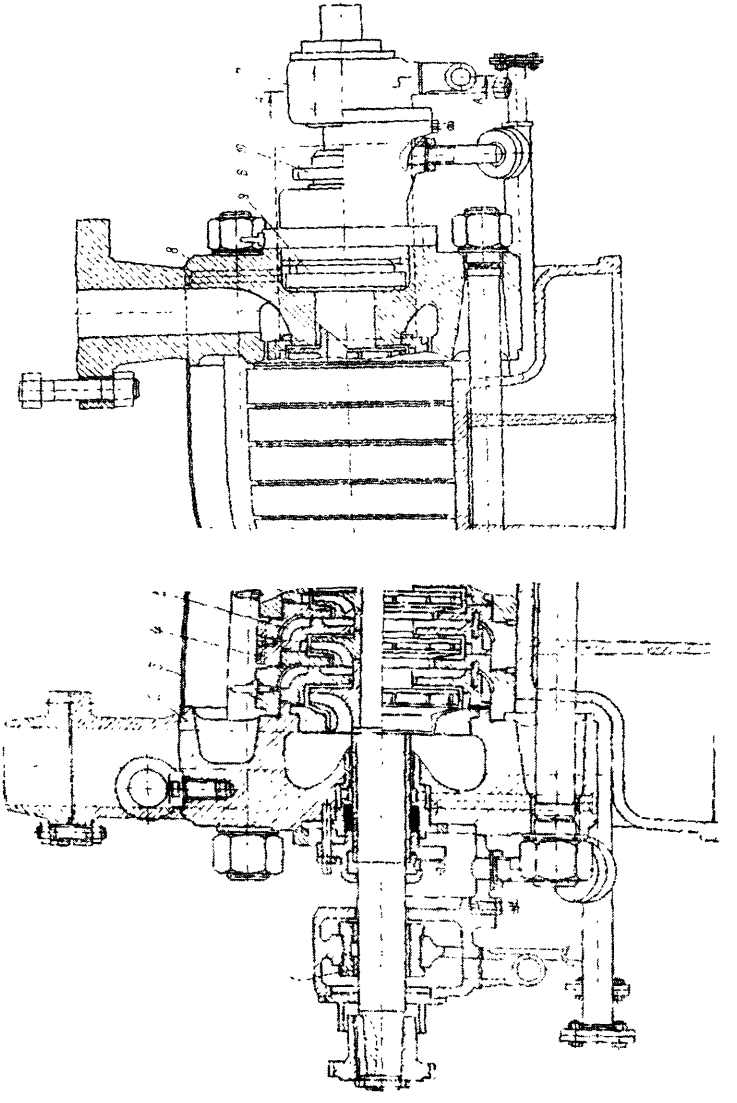
6.1-кестеде ЦНС-180 сорабының негізгі параметрлері көрсетілген.

6.1-кесте

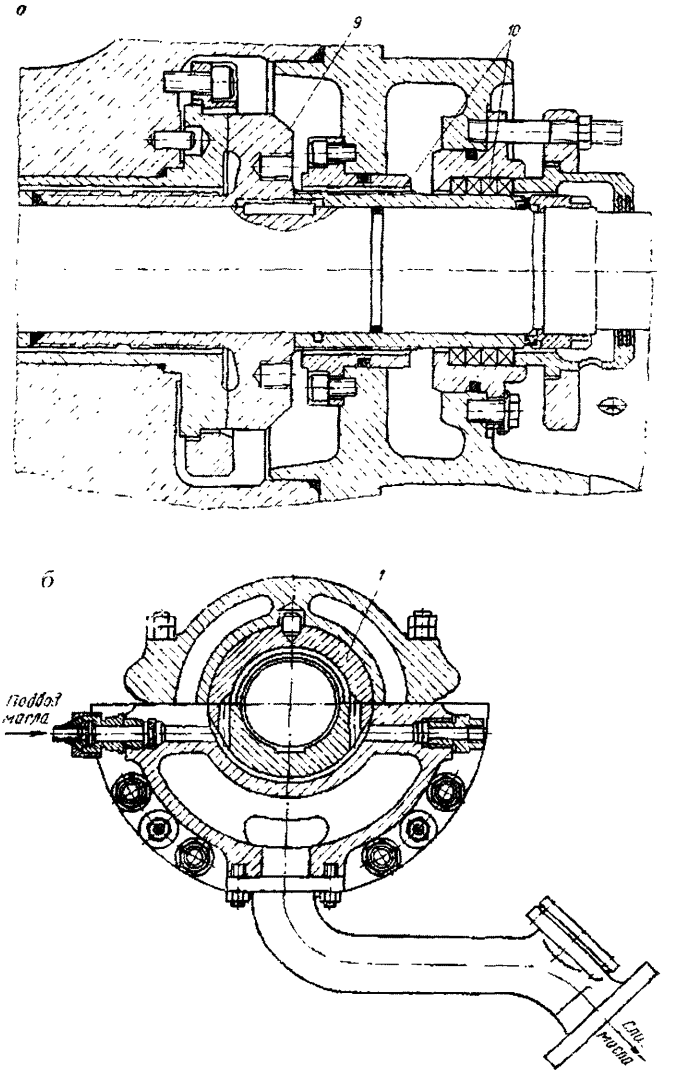
Параметрлері	Сораптың шифрі				
	ЦНС-180-950	ЦНС-180-1185	ЦНС-180-1422	ЦНС-180-1660	ЦНС-180-1900
Өнімділігі, $м^3$/сағ	180	180	180	180	180
Тегеуріні, м	950	1185	1422	1660	1900
Секциялар саны	7	9	11	13	15
Тұтынатын қуаты, кВт	780	970	1160	1360	1530
Қозғалтқыш типі	СТД-800	СТД-1000	СТД-1250	СТД-1600	СТД-1600

ЦНС типті сораптың әр секциясы жұмыстық дөңгелектен (6), бағыттаушы аппараттан (5) және секция корпусынан (4) тұрады. Секциялар саны сораптың тегеурінін анықтайды (6.1-кесте). Секцияның жинағы кожух (3) ішінде болады. Әр секцияның бір жағында сору қақпағы (2), ал екінші жағында айдау қақпағы (8) орналасады. Айдау қақпағы жағында күшті түсіру дискісі (9) орнатылған, ол білікке түсетін осьтік күшті азайтады. 6.5 *а*-суретте күшті азайту дискісі мен сальник, ал *б*-суретте подшипниктің кимасы көрсетілген. Айдалған сұйық күш түсіру дискісінің санылауынан өтіп, сораптың сору кеңістігіне келіп түседі.

Сальник (10) АГ-1 маркалы асбестік-графиттік сақиналардан тұрады. Сальниктен шыққан су дренажға жиналады.



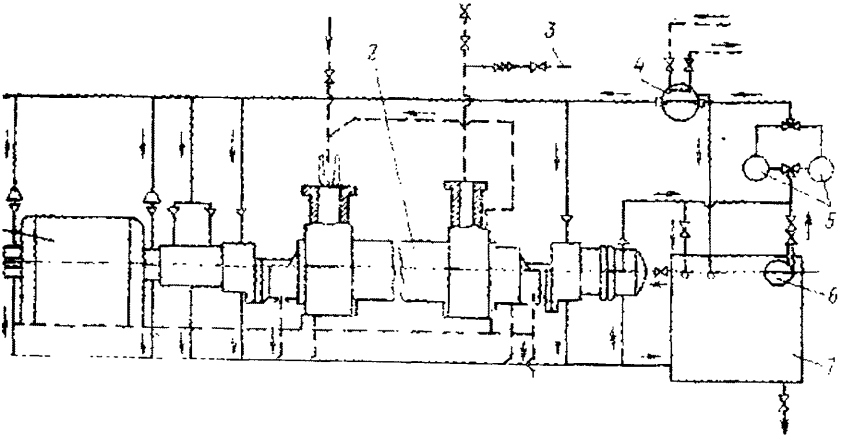
6.4-сурет. ЦНС сорабының сұлбасы



6.5-сурет. ЦНС сорабының күш түсіру дискісі мен сальнигі (*а*) және подшипниктің кимасы (*б*)

Секциялар ұзын шпилькалардың (7) көмегімен жинақталады. Подшипник (1) секциялар мен қақпақтардың екі жағында орналасады. Олардың құрылымдары бір-біріне ұқсас. 6.5 *б*-суретіндегі подшипниктің қимасында оған май беру және майды құйып алу орындары көрсетілген [1].

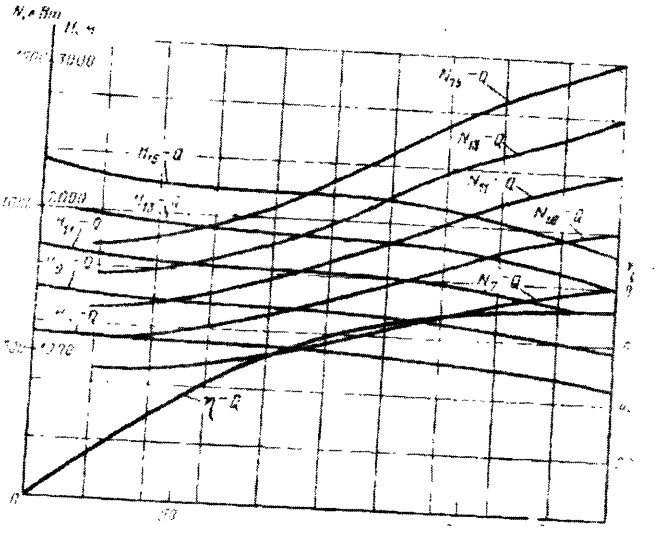
6.6-суретте ЦНС сорап агрегатының майлау сұлбасы мен агрегаттағы су коммуникациялары берілген. Май жүретін құбырлар тұтас сызықпен, ал судікі – пунктирлі сызықтармен белгіленген. Мұнда электрлі қозғалтқыштың, сораптың подшипниктері және тісті муфта майланады. ЦНС сорабын іске қосу алдында жібергіш май сорабы (6) майды қысыммен береді. Қысым 0,1 МПа-ға жеткенде ЦНС жұмыс істей бастайды да, негізгі май сорабы іске қосылады. 5 минут жұмыс істеген соң жібергіш май сорабы тоқтайды. Май арнайы майсалқындатқышта дренажды жүйедегі сумен суытылады.



6.6-сурет. ЦНС сорабының майлау жүйесі

1-электрлі қозғалтқыш; 2-сорап; 3-айдау кеңістігін сору жағымен байланыстыру құбыры; 4-май салқындатқыш; 5-май сүзгілері; 6-жіберу май сорабы; 7-май ыдысы

6.7-суретте ЦНС типті сораптардың секцияларының саны әртүрлі болған кезіндегі сипаттамалары келтірілген.



6.7-сурет. Секциялар саны әртүрлі ЦНС типті сораптардың сипаттамалары

Мұнай кәсіпшіліктерінде суды қабаттарға айдау жүйесінде ортадан тепкіш сораптардың келесі түрлері де қолданылады: 8НД10-5, 5МС7-10, 5Ц10 және 9Ц12, [1].

8НД10-5 сорабының өнімділігі номиналды режимде сорап білігінің айналу жиілігі 2950 мин$^{-1}$-ке тең болғанда, 320 м^3/сағ шамасында болады. Бұл режимде сорап тегеуріні 425 м-ге жетеді. Біліктің нығыздығын қамтамасыз ету үшін сальниктер мен бүйірлік нығыздағыштар қолданылады және сальникке салқындату мақсатында су беріледі.

5МС7-10 сорабы секциялы болып келеді, 10 секциясы бар, айдалатын сұйық жұмыстық тек дөңгелектің бір жағынан кіреді. Айналу жиілігі 2950 мин$^{-1}$ болғанда, ол 110-нан 195 м^3/сағ дейін сұйық айдайды, тегсуріні 1120-680 м аралығында. Айдалатын сұйықтың температурасы 60 ^{0}С-тан аспау керек. Сораптың тұтынатын қуаты 600-750 кВт.

5Ц10 және 9Ц12 сораптары да секциялы, сәйкесінше 10 және 12 секциялардан жинақталады. 5Ц10 сорабы біліктің айналу жиілігі 2950 мин$^{-1}$ болғанда, номиналды режимде 270 м^3/сағ су

берсді, тегеуіріні 1600 м. Тұтынатын қуаты – 1800 кВт. 9Ц12 сорабының номиналды өнімділігі – 150 м^3/сағ, тегеуіріні – 1500 м. Тұтыну қуаты – 900 кВт-ты құрайды.

БШСС станциясын өндіріске енгізу қабаттарға су айдау жүйелеріне жұмсалынатын қаржының тек бір бөлігін ғана азайтады, атап айтқанда тек құрылыс жұмыстарын ғана. Жүйені ары қарай жетілдіру – қабаттық суды пайдаланып, оларды қабатқа батырмалы ортадан тепкіш электрлі сораптармен беру әдісі пайдаланылады. Мұндай кезде батырмалы электрлі сораптар (ЭЦП) шамалы тереңдіктегі (100-300 м) қабат суын 1000-3000 м^3/тәу өнімділікпен айдау ұңғымаларына 1300-1100 м тегеурінмен бере алады. Сонымен бірге, қабат суы атмосфералық ауамен түйіспейді, яғни өзінің қасиеттері бойынша бұл су қабатқа алдын ала дайындықсыз айдалады. Бір ЭЦП сорабының беретін су мөлшері шамамен 5-10 ұңғымаларға жеткілікті болады. Мұндай су алғыш және айдау қондырғыларын су айдалатын ұңғымаларға жақын орналастырып, тарату құбырларын мейлінше қысқартуға болады.

6.5. ППД жүйесінің сағалық және ұңғылық жабдықтары

Аталған жабдықтар ұңғыға суды айдау процесі кезінде айдаушы ұңғылардың сағасын герметизациялау үшін қолданылады. Одан бөлек жөндеу жұмыстарын, айдауды тоқтатпай жүргізілетін зерттеу жұмыстарын және қабаттың өнімділігін жақсарту жұмыстарын жүргізу үшін қолданылады.

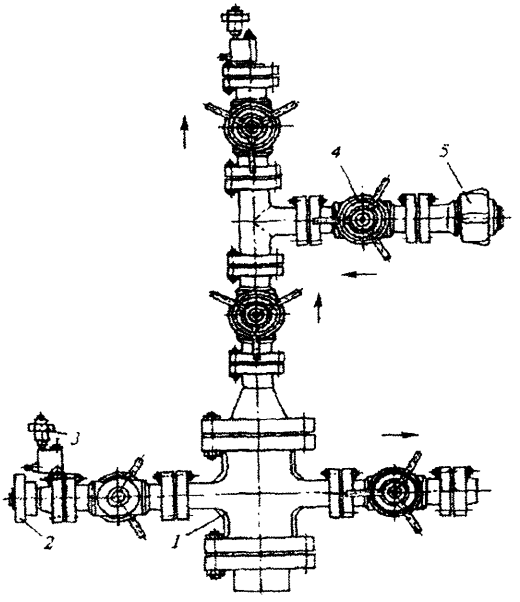
Арматураның негізгі бөліктері – құбыр басы және шырша.

Шырша сорапты-компрессорлы құбырлар тізбегі арқылы суды айдауға арналған және де ол оқпан ысырмаларынан, үшжақтан, бүйірлік ысырмалардан және кері клапаннан тұрады.

Тізбек басы құбырсыртындағы кеңістікті, сорапты-компрессорлы құбырлар тізбегінің алқаларын герметизациялау үшін және кейбір технологиялық операцияларды, зерттеулік және жөндеу жұмыстарын жүргізуге арналған. Ол ысырмалардан, тез жинағыш қосқыштан және төртжақтан тұрады.

Айдаушы ұңғылардың сағасын жабдықтау үшін АНК-65х210 және АКН1-65-350 типті арматура қолданылады (6.8-сурет).

Арматурадағы тиекті құрылғы ретінде тік ағынды ЗМС1 типті тиек қолданады. Қақпақтың бөлшектері – шпиндель (шток) және фланецті қосылыстардың нығыздаушы төсемі (прокладка) тотығуға төзімді болаттан жасалады. Қалған жағдайларда ысырма және арматура бөлшектері ысырманың және фонтанды арматураның сәйкес бөлшектерімен унификацияланған.



6.8-сурет. Айдаушы ұңғыларға арналған АНК1 типті сағалық арматура

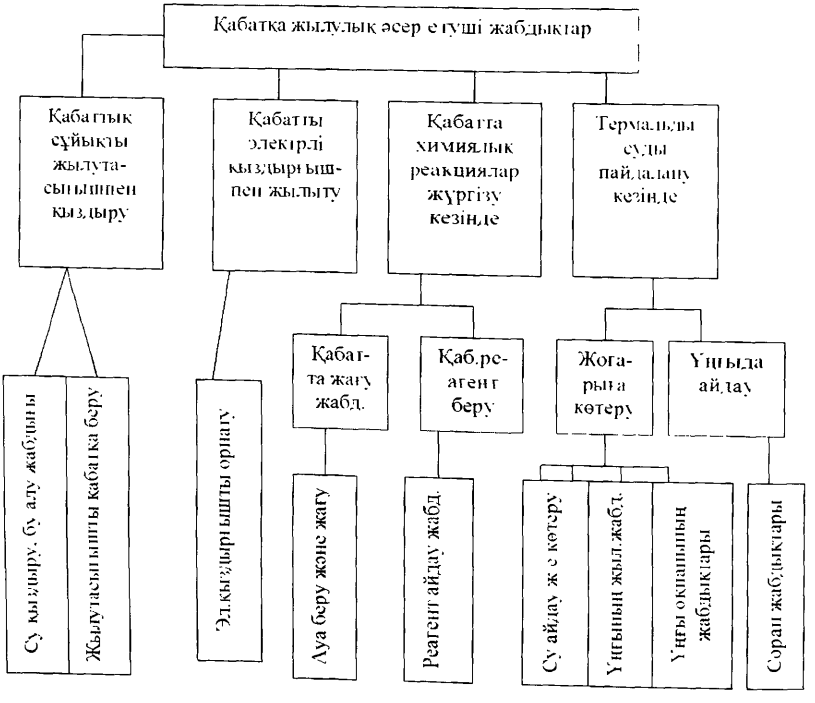
1-тізбек басы; 2-тез жинағыш қосқыш; 3-манометрге арналған бөлгіш; 4- ЗМС1 ысырмасы; 5-кері клапан

Шыршаның бүйір бағыттаушысына қондырылған кері клапан су бағыттаушының зақымдалуы немесе айдаудың уақытша тоқтатылуы кезінде, ұңғыдан сұйықтың кері ағып кету мүмкіндігін жою үшін керек. Кері клапан тұрқы, ершік, хлопушкадан, екі қайтқыш серіппеден және шыршаның бүйір бағыттаушысына клапанды қосуға арналған аудармашы

фланецтен тұрады. Ұңғыға айдалатын сұйық ағынының әсерінен кері клапан хлопушкасы осьте айналып, серіппені орайды. Айдаудың тоқтатылуы немесе су бағыттаушысының закымдалуы кезінде ұңғыдан шыққан су ағыны және қайтқыш серіппелер хлопушканы бастапқы жағдайға әкеледі және ол тығыздаушы бетпен клапан ершігіне қысылып, су ағынын тоқтатады.

6.6. Қабатқа термиялық әсер етуші жабдықтар

Мұнай өндіру кезінде қабатқа жылулық әсер ету дүниежүзінде көп таралған. Жылулық әсер ету әдістерінің және жылулық әсерді жасауға арналған жабдықтардың көптеген түрі бар (6.9-сурет).



6.9-сурет. Қабатқа жылулық әсер етуге арналған жабдықтардың классификациясы

Қабаттың түбінің алдындағы аймаққа жылулық әсері, мұнайды жылулық агрегаттың көмегімен ығыстырып шығару және қабатта қысымды ұстап тұру кезіндегі температураны ұстап тұру әдістері кеңінен қолданылады.

Түп алдындағы аймаққа жылулық әсер ету үшін бу, ыстық су және қыздырғыштар қолданылады (негізінен электрлі қыздыру). Қазіргі кезде қуатты бу генераторлары, су қыздырғыш қондырғылар және қабаттың түп алдындағы аймақты қыздыратын электржылытушы қондырғылар бар [1].

Мұнайды жылулық агрегатпен ығыстыру үшін қуатты стационарлы су қыздырғыш қондырғылар шығарылған, қабат қысымын ұстап тұруының карапайым жүйесіндегідей суық сумен ығыстырылатын жоғары температуралы қуатты жиектеулер (оторочка) және ішкіқабаттық жану қолданылады. Жылулық әсерлердің түрлі әдістерінің қайсыбір жағдайларында ұқсас жабдықтар қолданылады.

6.7. Ыстық суды, буды дайындау және оларды қабатқа айдауға арналған жабдықтар

Қабатқа ыстық суды және буды дайындау және оларды айдау үшін ең жиі қолданылатын жабдықтар суды дайындаушы, суды жоғары температураға дейін немесе бу жағдайына дейін қыздыратын қондырғыдан, ұңғыға жылу тасығышты айдаушы жабдықтардан, СКҚ тізбегінің ұңғы оқпанының жабдықтарынан және кей кезде пакерден тұрады. Кей жағдайларда жылутасығышты қабатқа беру кезінде ұңғының герметикалығын сақтау үшін ұңғы оқпанын арнайы дайындау керек.

Су деңгейінен төмен батырылған су қабатын жалынмен қыздыратын жабдықтар шығарылған, сонымен бірге беттік, сағалық және ішкі ұңғылық бу генераторлары шығарылып, кеңінен қолданылуда.

6.7.1. Суды қыздыруға дайындау жабдығы

Сукыздырғыш немесе бу қазандарында қыздыруға арналған су кальций және магний тұздарынан, ондағы ерітілген оттегі, көмірқышқыл газдары мен майдан тазартылады және белгілі сілтілік жағдайға жеткізілді.

Су құрамында болатын кальций және магний тұздары оны қыздыру кезінде тұнбаға айналып, жылуберіліс қабырғаларына шөгеді. Осыған байланысты қабырға арқылы берілетін жылуберіліс коэффициенті күрт төмендеп, су қыздыру процесі баяулайды. Судағы тұздардың құрамы оның тұздылығын (жесткость) сипаттайды. Жалпы тұздылық, әдетте карбонатты тұздылық (бикарбонаттардың – $Ca(HCO_3)_2$ және $Mg(HCO_3)_2$ тұздарының болуымен) және бикарбонатты тұздылықтан тұрады (сульфаттар мен хлоридтер $CaSO_4$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ тұздары). Жалпы тұздылық 1 кг судағы мольдің санымен сипатталады (моль/кг). Суқыздырғыш және бугенераторлы қондырғылардың түріне байланысты судың жалпы тұздылығы 0,015-0,5 моль/кг шамасынан аспауы керек. Судағы еріген оттегі мен көміркышқыл газы қыздыру құбырларының қабырғасын тотықтандырады. Оның судағы мөлшері 0,03-0,1 мг-экв/кг шамасынан, майдың құрамы 3-5 мг/кг мөлшерінен, ал салыстырмалы сілтілік 20 %-дан аспауы қажет. Әдетте, бейтарап ортаның pH көрсеткіші 7 шамасында, ал сілтілі ортанікі $pH > 7$ мөлшерінде болатыны белгілі.

Су дайындайтын қондырғы катионитті және механикалық сүзгілер мен қосымша жабдықтардан тұрады. Катионитті сүзгілерде кальций мен магнийдің қақ тұрғызатын түрлері сүзгілерде орнатылған катионитті материалдардың көмегімен қақ тұрғызбайтын түрінс ауыстырылады. Катионитті материал ретінде сульфокөмір, глауконит және синтетикалық смола қолданылады. Сульфокөмір кәдімгі қоңыр немесе тас көмірді өте күшті күкірт қышқылымен өңдеу арқылы алынады. Оның бөлшектерінің өлшемдері 0,3-1,2 мм, ал сіңіру сыйымдылығы 300 моль/кг-ға тең. Катионитті материалдың сіңірушілік қасиеті шегіне жеткенде оны регенерациялау арқылы сіңіргіштік қасиетін қайта жаңартады.

Қақ тұрғызушы тұздарды қақ тұрғызбайтын түрінс Na-катионитті ауыстырудың реакциясын қарастырайық. Катионитті материалды NaR деп белгілейік, мұнда R-иондық алмасуға қатыспайтын материал [1]:

$$2NaR+Ca(HCO_3)_2=CaR_2+2NaHCO_3;$$

$$2NaR+Mg(HCO_3)_2=CaR_2+2NaHCO_3.$$

Осыған ұқсас реакциялар кальций мен магнийдің сульфаты мен хлоридтерінің тұздары үшін де жүреді.

Қазандықтың суында ары қарай реакция келесі бағытта жүргізіледі:

$$2NaHCO_3=Na_2CO_3+CO_2\uparrow+H_2O;$$

$$Na_2CO_3+H_2O=2NaOH+CO_2\uparrow.$$

Катионитті материалды регенерациялау астұзының 6-8% ерітіндісімен материал қабаты арқылы өткізу арқылы жүргізіледі [1]:

$$CaR_2+2NaCl=2NaR+CaCl_2;$$

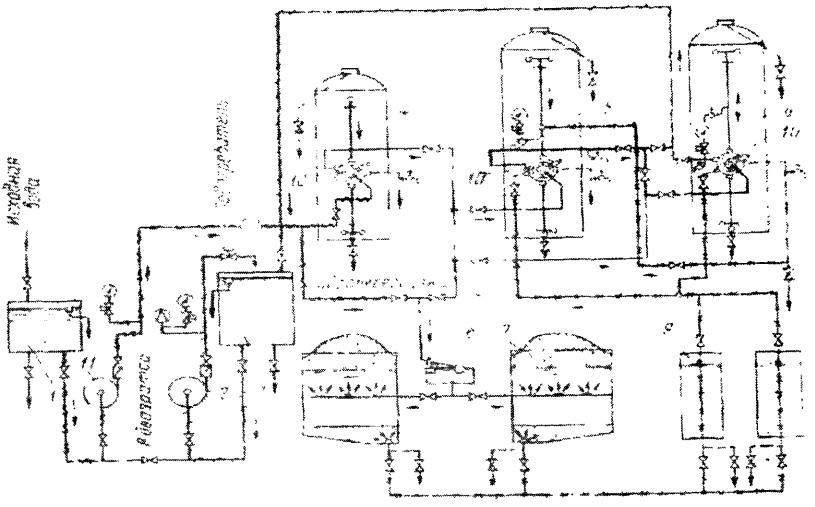
$$MgR_2+2NaCl=2NaR+MgCl_2.$$

Хлорид кальций мен магнийдің шоғырланған су ерітінділері, сонымен бірге тұзды ерітіндінің артығы оларды жуу арқылы ағын жүйесіне ағызып жіберіледі.

6.10-суретте бугенераторлы қондырғыға су дайындау сұлбасы келтірілген. Мұнда су ыдыстан (1) сораптың (11) көмегімен механикалық сүзгіге (4) беріліп, онда тазаланады. Одан әрі су тізбекті немесе параллель жалғанған катионитті сүзгілерге (5) және (6) келіп түседі. Сонан соң су жұмсартылған су ыдысына (3) беріледі. Сүзгілерде көпжүрісті кранның (10) көмегімен қондырғыны жұмыстық режимге қосуға, катионитті сүзгілерді регенерациялауға, катионитті материалдарды судың көмегімен жуып қопсытуға болады. Су дайындау жүйесінде тұзы бар ыдыс (7), көмекші өлшеу ыдыстары (9), су деңгейін реттегіші бар ыдыс (8) және қосымша сорап (2) орнатылады.

Механикалық сүзгі дегеніміз – диаметрі 700 мм және биіктігі 1850 мм болаттан жасалынған цилиндрлі ыдыс. Ол шамасы 0,6 МПа қысымға есептелінген. Корпусының үстіңгі түбі сфералық болып, ал төменгі түбі – екі қиығы бар жазық тектес болып келеді. Үстіңгі жағында өңделетін су келетін құрылғысы бар, ал астыңғы жағында таттанбайтын болаттан жасалынған штуцерлер дәнекерленген қос құбырдан тұратын дренажды жүйе орналаскан. Сүзгілер, әдетте бөлшектерінің өлшемдері

0,5-1,5 мм майдаланған антрацитпен 450 мм қалыңдықта және өлшемдері 0,5-1 мм болатын кварцты бөлшектермен сондай қалыңдықта толтырылады.



6.10-сурет. Бугенераторлы қондырғыға су дайындау сұлбасы

Катионитті сүзгі де диаметрі 700 мм, биіктігі 2850 мм цилиндрлі ыдыстан жасалынады. Оның үстіңгі жағында өңделетін су келетін қос құбыр жалғанған, ал астыңғы жағынан өңделген су дренажды құбырлармен алынады. Катионит сүзгіге 1,5 м қалыңдықпен толтырылады. Оның үстінде биіктігі 750 мм кеністікте ауа жастығы болады және катиониттің жұмыс істеу кезінде ұлғаюына мүмкіндік береді [1].

6.8. Су қыздыру және жылутасығышты қабатқа айдау жабдықтары

Бұл мақсатта жартылай жылжымалы және стационарлы бу генераторлары мен суқыздырғыш қондырғылар қолданылады.

Стационарлы суқыздырғыштар мен арнайы қондырғылар суды алдын ала дайындауға және қабатқа қысыммен айдауға арналған. Бұл қондырғылар суды 100-200^{0}С-қа дейін қыздырып, оны қабатқа 8-12 МПа мөлшердегі қысыммен айдай алады.

«Өзенмұнайгаз» акционерлік қоғамындағы жұмыс істеп тұрған И.М. Губкин атындағы Мәскеу «Мұнайхимия және газ өнеркәсібі (ММХжГӨ)» институты жобалаған суқыздырғыш қондырғының сұлбасы белгілі қызығушылық тудырады. Аталған қондырғыда тұзды және жоғары дәрежеде минералды болып келетін Каспий теңізінің суы қолданылады. Мұнда суды жұмсартуға бірегей қондырғы қолданылады. Бұл жүйеде қыздырылатын суға майдаланған арнайы ұнтақ қосып, онда қақ агрегатталады. Су ПТВМ-100 маркалы бу қазанында өндірілген бумен қыздырылады. Қыздырылған су алғашқы сумен қосылып, температурасы қабатқа айдау алдында 103^0С-қа тең болады. Тарату торабына қыздырылған су ПЭ-160 ортадан тепкіш сораптарымен айдалады. Сораптар әдейілеп ыстық суды қысымы 16 МПа-ға дейінгі мөлшермен айдауға бейімделген. Қондырғының ыстық су бойынша жобалық өнімділігі 15000 $м^3$/тәу.

Кәсіпшілікте, сонымен бірге жартылай жылжымалы бугенераторлы қондырғылар да кеңінен қолданылады. Олардың су дайындау және бугенераторлы блоктары бар және бір жерде 1-3 жылдай жұмыс істеп, сол маңайдағы ұңғымаларды өңдеуге қолданылады. Сонан соң оларды жаңа орынға тасымалдауға болады. Блоктардың аукымы келесідей: ұзындығы – 6-12 м, ені 3-4 м, массасы 10-20 т аралығында (6.2-кесте). Қабатқа айдалатын судың максималды температурасы 320^0С, ал өнімділігі 75 $м^3$/сағ, қондырғыдан шыққан судың температурасы 440^0-қа жетеді [1].

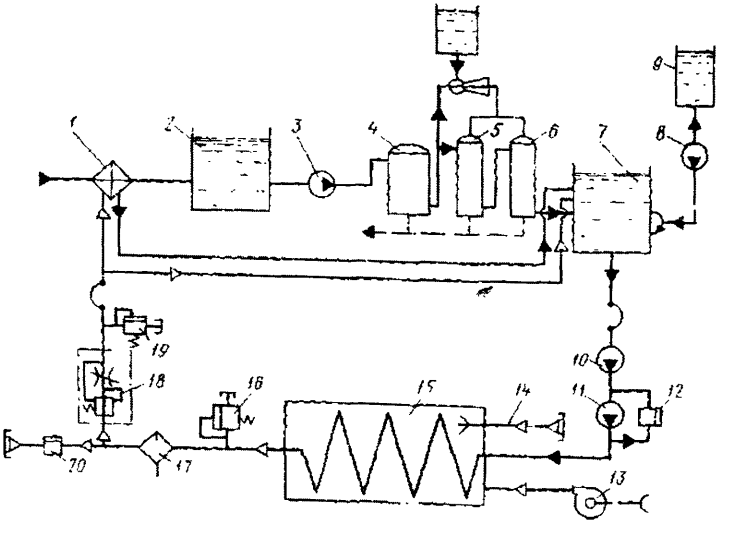
УПГГ-9/120М қондырғысын карастырайық (6.11-сурет), [1]. Оның екі блогы бар: су дайындау блогы мен бугенераторлы блок. Сонымен қатар, дайындалған жұмсартылған су ыдысы да орын алған.

Бугенераторлы блоктың тікағынды қазандығы бар. Қондырғының бу өнімділігі 9 т/сағ. Будың бір бөлігі қондырғының өзіне жұмсалынады. Жұмыстық қысым мәні 5,9-11,8 МПа аралығында, будың максималды температурасы 324^0С, будың құрғақтық дәрежесі 80%, қондырғыға кіре берістегі қорек суының температурасы 80^0С. Тұтынатын негізгі отын түрі – табиғи немесе мұнайдың ілеспе газы. Отын шығыны 800 кг/сағ. Блоктардың әркайсысының массалары 20 т-дан.

6.2-кесте

Бугенераторлы қондырғылардың параметрлері

Қондырғының шифрі	Бу беру, т/тәу	Қысым шегі, МПа	Алғашқы су	Отын	Қондырғы түрі
ПНГУ-4/120М	96	5,9-11,8	Тұщы	Мұнай Газ	Блокты, Жылжымалы
УПГ-9/120	216	5,9-11,8	-«-	-«-	-«-
УПГ9/120М	216	5,9-11,8	-«-	-«-	-«-
УПГМ-9/120	216	5,9-11,8	жоғары минералды теңіз суы	-«-	Блокты, тасымалдағыш
У-20*	480	4,9-9,8	Тұщы	-«-	Блокты, жылжымалы
У-40*	960	7,8-15,7	-«-	-«-	Блокты, тасымалд.
У-60*	1440	2,9-5,9	-«-	-«-	-«-
У-75*	1600	1,9-3,9	-«-	-«-	Ғимаратта монтаждау
У-4*	96	4,9-9,8	-«-	Сұйық отын	Автомашинада монтаждау



6.11-сурет. УПГГ-9/120М бугенераторының сұлбасы

Өңделетін су бугенераторына 0,05 МПа қысыммен беріледі. Қысты күні су суқыздырғыш (1) арқылы суөңдегіш ыдысына (2) беріледі. Қыздырғыштан кейін судың температурасы 20-25^{0}С шамасында болады. Сол ыдыстан су сораппен 3-20 м^3/сағ өнімділікпен және 0,5 МПа қысымда су дайындау блогының механикалық сүзгісіне (4) келіп түседі. Сүзгінің диаметрі 1400 мм, биіктігі 2510 мм-ге тең. Ол биіктігі 900 мм-дейін, бөлшектерінің диаметрі 0,5-1 мм болатын ұсақталған антрацитпен толтырылған.

Ары қарай су натрий-катионитті сүзгілерге (5және 6) келіп түсіп, одан жұмсартылған су ыдысына (7) құйылады. Мұнда ол химиялық тұзсыздану және көмірқышқыл газынан ажыратылу мақсатында өткір бумен 70-80^{0}С-қа дейін қыздырылады. Химиялық реагенттер (натрий сульфиті Na_2SO_3 және аммиактың су ерітіндісі NH_4OH) дозалау сорабының (8) көмегімен (сорап НД-25/40, өнімділігі 0,025 м^3/сағ, қысымы 4 МПа) реагенттік ыдыстан (9) беріледі. Дайындалған су көмекші сорапқа (10), сонан соң қорек насосына 11 (сорап ПТ 10/160, өнімділігі 10 м^3/маг, қысымы 16 МПа) беріледі. Қорек сорабы суды тікағынды қазанға береді. Сораптың жанында қазанға берілетін су көлемін реттейтін клапан (12) қойылады. Үрлеу желдеткіші қазанға жануға қажетті ауаны, ал отын жүйесі (14) – отынмен қамтамасыз етеді. Тікағынды бу қазанында (15) бір-біріне тізбекті жалғанған алты иреккұбырлар бар, оларда су қыздырылып, буға айналады. Қазанның шығу жағында сақтандырғыш клапан (16) орналасқан. Өндірілген бу ылғалөлшеуіш (17) арқылы, ортадан тепкіш сепаратордан өтіп, бу құрамындағы су тамшыларынан тазартылады. Суың бір бөлігі дроссельді клапан (18) арқылы сақтандырғыш клапанын (19) жанап өтіп алғашқы суды қыздыру қыздырғышына (1) беріледі. Будың негізгі массасы мен сепарациядан өткен судың бір бөлігі реттеу клапаны (20) арқылы ұңғымаларға беріледі.

Қазіргі кезде суды алдын ала дайындауды қажет етпейтін суасты жандыру қондырғылары жобаланған. Қондырғының қазаны қыздырылатын сумен толтырылған. Судың астына ауа және газ берілетін жанарғы (горелка) орналастырылған. Суасты жану кезінде жылу жалыннан тікелей қыздырылатын суға беріледі және пайда болатын қақ жылуберіліске әсер етпейді.

Қыздырылған су сораппен механикалық сүзгілерге одан соң ұңғымаларға беріледі. Су мұндай аппараттарда шамамен 150 ^{0}С-қа дейін қыздырылады.

Аталған әдістің кемшілігіне жану кезіндегі көп мөлшерде пайда болатын көмірқышқыл газын жатқызуға болады. Сондықтан мұндай суқыздырғыш қондырғыларды қолдану шектелген.

Өзен мұнай кенішінде қабатқа термальды суды компрессорсыз газлифтпен айдау кеңінен қолданылады. Мұндай кезде судың температурасы 50-60^{0}С ғана болып, мұнай қабатында қажетті температураны ұстап тұруға жарамды болады.

6.9. Жылу трассасының, ұңғыма сағасының және ішкі ұңғылық жабдықтары

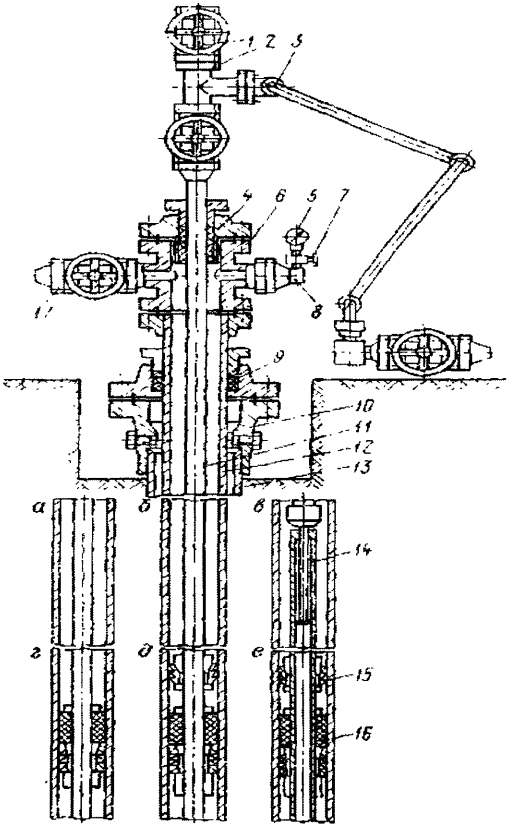
Су қыздырғыш қазандар мен бу генераторларынан ұңғымаларға жылу трассасы тартылады. Құбырларды жер бетімен жүргізгенде олардың беті жылуоқшаулағыш материалмен жабылады және материал бетінің температурасы 40 ^{0}С-тан аспайтын болу керек. Жылу құбырының белгілі қашықтықта бекітпелері (якорлары) болып және әр телімде температуралық ұзаруларды есепке алатын П-тәрізді компенсаторлар қойылады. Ұзару нәтижесінде пайда болатын деформация қажетті мөлшерден аспау керек.

Құбырларды траншеяда жүргізу кезінде де оны жылуоқшаулағышпен қымтап, кірпіштен немесе блоктардан канал жасап, құбырды құммен жабады. Мұнда да жылу құбырының температуралық ұзарудан сақтайтын компенсаторлары болады.

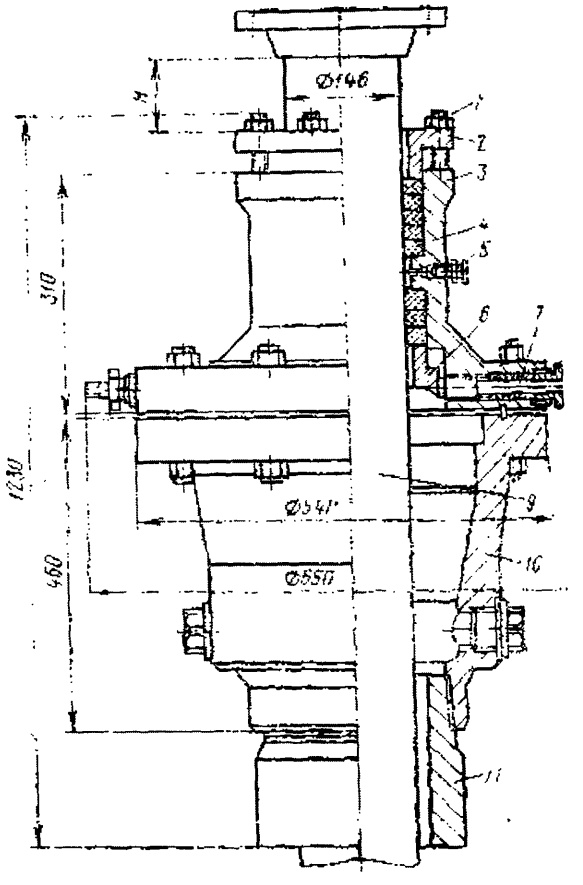
Ұңғыма мен жылу құбыры сағалық жабдықпен шарнирлі байланыс арқылы бірігеді. Сағалық жабдық жоғары-төмен вертикалды бағытта қозғалып тұрады (6.12-сурет), себебі шегендеуші құбыр мен СКҚ қыздыру және суыту кездерінде вертикал бағытта жылжып отырады. Шарнирлі байланыс 4,5 м-ге дейінгі қозғалысты қамтамасыз ете алады.

6.12-суреттің астыңғы жағында ұңғыма түбінің жабдықтарының үш варианты көрсетілген (*г, д, е* суреттері). Бірінші вариантта тек қана пакердің орналасуы берілген (*г* -варианты), екіншісінде – пакер және якорь қойылған (*д* –варианты). Мұндай кездерде температураға байланысты СКҚ-ның ұзаруы сағадағы шарнир бекітілген жерге беріледі. Үшінші вариантта қосымша тағы да

СКҚ-ның ұзару компенсаторы бар (*е*). Бұл кезде СКҚ-ның температуралық ұзаруы телескопиялық компенсатормен қабылданып, шарнирлік байланыска әсер етпейді. Телескопиялық компенсатордың графитпен қанықтырылған асбест сақиналары және жылуға төзімді резинасы бар [1].



6.12-сурет. Қабатқа буды айдау кезіндегі ұңғыма сағасының сұлбасы
1-ысырма; 2-ұлжақ; 3-шарнирлі байланыс; 4-сағалық сальник; 5-манометр; 6-тәртжақ; 7-вентиль; 8-буфер; 9-тізбектік сальник; 10-тізбек басының корпусы; 11-СКҚ; 12-шегендеуші тізбек құбырлары; 13-кондуктор; 14-телескопиялық құрылым; 15-якорь; 16-пакер; 17-фланец.



6.13-сурет. Тізбек басының сұлбасы.
1-грундбукс шпилькасы; 2-жоғарғы грундбукса; 3-жоғарғы корпус; 4-сальникті нығыздағыш; 5-майлағыш май беретін кері клапан; 6-төменгі грундбукса; 7-бұранда; 8-нығыздауышты қысатын төлке; 9-шегендеуші тізбек; 10-төменгі корпус; 11-ауыстырғыш

Ұңғыма арқылы қабаттарды бумен өңдеу кезінде сағалық жабдықтардың сальниктері жылуға төзімді сақиналардан жасалады. Тізбек басының мұндай кезде шегендеуші құбыр өтетін сальникті нығыздауышы (4) болады (6.13-сурет). Жұмсақ сальникті нығыздауышты жоғарыдан грундбуксамен (2), ал төменнен бұрандалармен (7) қысуға болады. Олар төменгі

грундбуксаны (6) көтеріп ныгыздауышты қысады. Тізбек басының жұмыстық қысымы 4 МПа-ға, ал тізбек сыртындағы температура 150^{0}С-қа дейін жетеді. Мұндай тізбек бастары диаметрі 146 және 168 мм болатын пайдалану тізбектері үшін шығарылады [1].

Жылутасығыштың тез арада салқындамауы және шегендсуші тізбекті қыздыру үшін СКҚ-ны төменге пакермен түсіреді. Құбыр сыртының кеністігі нығыздалып, одан сұйық буланады да, өте сапалы жылуоқшаулағыш пайда болады. Соңғы кездері арасына жылуоқшаулағыш материал толтырылған екі қабат металл қабыршығы бар СКҚ қолданылып жүр. Мұндай құбырлар жылу шығынын 5,5 есеге азайтады.

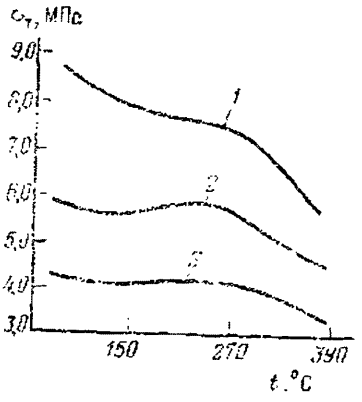
6.10. Жылутасығыш берілетін ұңғы оқпанының жабдықтары

Жылутасығышты ұңғымаға берген кезде СКҚ тізбектері, шегендсуші тізбектер, цемент сақиналар мен тау жыныстары қызады. Жоғары температуралы жылутасығыштарды айдау кезінде болаттың қасиеттері өзгереді, құбырлар мен ұңғыма элементтерінің деформациясы пайда болады. Құбырларды цементпен бекіткенде олардың тізбектегі бос телімдерінде ұңғы оқпанының жылулық деформациясы осы элементтерде кернеудің ұлғаюына әкеліп соғады.

6.10.1 Материалдардың қызған кездегі қасиеттерін өзгертуі

Құбырлардың болат материалын қыздыру оның ағу шегінің өзгеруіне әкеліп соқтырады (6.14-сурет, 6.3-кесте).

6.14-суреттен көрінгендей материалды 300 ^{0}С-қа қыздырғанда оның ағу шегі анағұрлым төмендейді. әсіресе аса берік болаттар үшін. Сондықтан ММХжГӨ институтының ұсынған 16ХГТА маркалы болат түрі аса қызығушылық тудырады. Ондағы легирленген құрамның аса жоғары болмауы оның бағасын төмендетіп, мұнай өндірісінде қолдануға кең жол ашты [1].



6.14-сурет. 1-P; 2-N; 3-J.

Мысалы, температура 20-дан 400^{0}С-қа дейін көтерілгенде беріктік тобы Д, маркасы 36Г2С болаттың ағу шегі 31 %-ға кемісе, дәл сол температуралық аралықта 16ХГТА маркалы болаттікі тек қана 7,3%-ға кемиді.

Құбырлар мен олардың материалдарын таңдап алу кезінде тізбекте алдын ала кернеу жасау есепке алынады, атап айтқанда, құбырларды керу жағдайында цементтеу. Сол кезде олардың қызған кездегі кернеуі азаяды.

Мұндай технология бірінші рет Өзен кенорнында қолданылды және ұңғымаларды пайдаланудағы көп жылдық тәжірибе оны толық растады.

Шегендеуші тізбектің құбырларының беріктігі мен тығыздығы негізінен олардың резьбалық байланыстарына анағұрлым тәуелді болады. Егер алдын ала қажетті шаралар қолданылмаса оларға берілетін жылулық әсерлер резьбалық байланыстардың беріктігін күрт төмендетуі мүмкін.

Алдымен барлық резьбалық байланыстарды қажетті бұрау моменттерімен мұқият бекіту керек. Резьбалар ағытылатын болса, онда нығыздауыш майларды қолдану қажет. Мысалы, тізбектің температурасы 140-150 ^{0}С-қа дейін қыздырылса, онда Р-2 және УС-1 майлары қолданылады. Ал қызу температурасы 200-300 ^{0}С-та резьбаларға басқа нығыздауыштар пайдаланады. Атап айтқанда, резьбаның ішкі қабатын жұмсақ металл қабатымен толтыру. Мұндай кезде резьбаларды бүйірлік және радиалды нығыздау орын алады. Жұмсақ металл қабатын резьбаға орау үшін оны мұқият тазалап және 400^{0}С-қа дейін қыздырады.

6.3-кесте

Мұнай сортаменті құбырларының беріктік топтары

МЕМСТ бойынша беріктік тобы	Ең кіші шек, МПа		5ААНИ 5АХАНИ 5АСАНИ стандарттары бойынша құбырлардың номенклатурасы	Ең кіші шек, МПа	
	Беріктігі	Ағымдылығы		Беріктігі	Ағымдылығы
С	5,5	3,2	Н-40	4,22	2,81
Д	6,5	3,8	J-55	5.27	3,87
К	7	5	С-75	6,68	5,27
Е	7,5	5,5	N-80	7,03	5,62
Л	8	6,5			
М	9	7,5	Р-110	8,79	7,73
Р	11	9,5			

Құбырлардың бір-бірімен байланысының беріктігін арттыру үшін трапециялы резьба қолданылады және ол құбырлар тізбегін алдын ала тарту шамасын ұлғайтады [1].

Құбырларды таңдау кезіндегі ескепке алатын маңызды фактордың бірі – ол металдың коррозиясы. Жоғары температура, бумен ауаны қосып айдау, қабатқа ыстық және агрессивті су беру және металдың кернеуіштік күйі ондағы коррозия процесін үдетеді. Шегендеуші құбырларды коррозиядан қорғау мақсатында арнайы материалмен жабу әлі де болса жетілмеген, әсіресе құбырлардың бір-бірімен резьбалы байланысқан жерлерін қорғау қиындық тудырады.

Әзірге коррозиядан қорғану болаттың шыдамды маркаларын қолданумен, құбыр қабырғасының қалыңдығын арттыру және ұңғымаға берілетін жылутасығышқа ингибитор қосумен шектеліп келеді.

Температура артқан жағдайларда тампонажды жұмыстарға арналған цементті қоспаларды аса мұқият таңдап алу керек, себебі кәдімгі қолданыстағы портландцементтердің сапасы күрт төмендейді. Мысалы, температура 130 ^{0}С-та беріктігі жоғары

портладцементтің майысуға қарсылық кедергісі 6,4-5,9 МПа шамасынан 4,1-3,7 МПа-ға дейін төмендейді. Сондықтан, жоғары температуралы ұңғымаларда арнайы цемент-құмның қоспасын қолдану ұсынылады.

Цементті тасқа ұнталмаған кварц құмын араластыру оның беріктігін ұлғайтады (6.4-кесте).

6.4-кесте

Екі тәулік қатудан кейінгі цементтік тасты сынау нәтижесі

Материал түрі	0^0С температура және қысымда (МПа) майысуға беріктік (МПа) мөлшері		
	75 және 0,1	100 және 30	130 және 35
Портландцемент:			
Новороссиялық	6,4	5,1	4,8
Қарадақтық	5,9	4,6	3,7
Цементті-құмды қоспа (ара қатынасы 3:1):	6,77	5,02	5,2
Новороссиялық	7,3	5,3	4,2
Қарадақтық			

Цементке ұнталған кварцты құмды қосу цементті тастың беріктігін анағұрлым арттырады (ұнталмаған құмға қарағанда). Температура 200^0С шамасында болған кезде ұнталмаған құм мен цементтің ара қатынасы 67:33 болғанда цементтік тастың тәулік бойы қату кезінде оның сығылуға беріктік шегі 36,3 МПа болады. Ал дәл сондай құрамдағы ұнтақталған құм мен 75:25 ара қатынасымен алынған қоспаның 180^0С-тағы тәуліктік қату кезіндегі сығылуға беріктік шегі 57,9 МПа болады (6.5-кесте) [1].

6.5-кесте

Ұнтақталған кварцты құм мен цементтің қоспасының қасиеттері

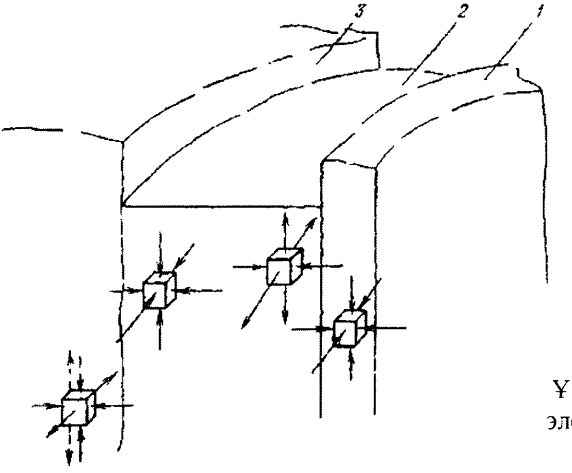
Температура, ^{0}С	Әртүрлі ара қатынастағы цементті-құм қоспасының сығылуға беріктік шегі (МПа)	
	75:25	50:50
80	-	18,3
130	35,5	48,5
180	57,9	60,5

6.10.2. Ұңғыма оқпанының жылутасығыш беру кезіндегі кернеулік күйі

Ұңғымалардың ең көп тараған түрлерін қарастырайық. Оларды екі белгілі телімдерге бөліп қарауға болады: еркін тізбекті бөлігі, цементтелмеген және цементтелген тізбек бөліктері.

Бірінші жағдайда, шегендеуші тізбектің беріктігі қарастырылады. Жылулық әсерге дейін де ол ұңғыма сағасына ілініп тұрады және астыңғы бөлігінде созылу кернеуі орын алады. Қыздыру кезінде тізбек ұзарып, оның астыңғы жағындағы созылу кернеуі сығылу кернеуіне ауысады. Өте катты қызған кезде тізбек ұзарып, үстіңгі жағы сағалық жабдыққа тірелмейді де, одан жоғары шығып тұрады. Мұндай қыздыру орын алған кезде ұңғыма сағасына сальник орнатылып, тізбек сол арқылы өтеді. Құбырлар тізбегінде мұндайда өте үлкен осьтік жүктеме мен бойлық майысу байқалады. Сондықтан шегендеуші құбырлар сығылу мен майысуға тексеріледі.

Шегендеуші құбырды қыздырудың стационарлы емес режимі аса қауіпті болады. Мұндай кезде оның диаметрі ұлғайып, ұзындығы да артады және цемент сақинаға соған сәйкес жүктеме беріледі. Осыған байланысты шегендеуші тізбектің цемент сақинасы радиалды және осьтік бағыттарда созылады, ал шегендеуші тізбек те сол бағыттарда сығылады. Аталған жүктеме жер жынысына да беріледі (6.15-сурет) [1].



6.15-сурет. Ұңғыма оқпанының элементіндегі кернеу

Суретте ұңғыма тереңінен қиылып алынған шегендеуші тізбектің (1) бөлігі, цемент сақина (2) және жер жынысы (3) көрсетілген. Болат, цемент және жыныстағы стрелкалармен жүйені қыздыру кезіндегі пайда болатын созылу немесе сығылу кернеулері белгіленген. Шегендеуші тізбекте бұл кернеу сығылу кернеуі, ал цемент сақинада созылу кернеуі орын алып, цементтің беріктігі аз болған кезде онда жарықшақ пайда болуы мүмкін. Жер жынысында сығылу немесе созылу кернеулері орын алады. Соңғы кернеу түрі қабаттың жылулық үзілуіне әкеліп соғады.

Тәжірибе көрсеткендей, ұңғыма оқпанының элементін 80-100^{0}С-қа қыздыру нәтижесінде цемент сақинада жарықшақ пайда болып, оның нығыздығы бұзылады, себебі цемент тастың созылу беріктігі өте төмен. Сондықтан шегендеуші тізбектің маңында мөлшері ұзын бойлық жарықшақтар пайда болады. Цемент сақинаның бүйіріндегі осьтік күштер горизонталь бағыттағы жарықшақтардың пайда болуына әкеліп соғады. Соның нәтижесінде цемент сақинаның нығыздығы бұзылып, әртүрлі қабаттар бір-бірімен қажетсіз байланысады.

150-250 ^{0}С-қа қыздыру кезінде шегендеуші тізбекте қауіпті кернеулер орын алады. Шегендеуші тізбек цемент сақинаның әсерінен сығылады да, оның формасы цилиндрлік түрінен ауытқып барып сынады. Осьтік кернеулер де белгіленген қалыптан жоғары болуы мүмкін.

6.11. Ұңғының түп алдындағы аймағын қыздыруға арналған электрлі және оттық жабдықтар

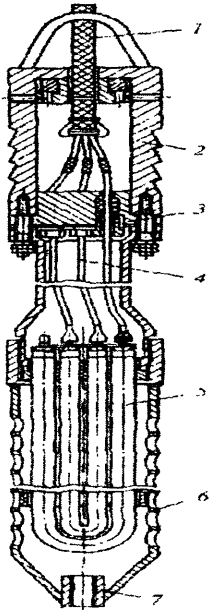
Қабаттың түп алдындағы аймағын электркыздырғыштар және оттық қыздырғыштармен жылыту ұңғыларда мерзімді түрде негізінен парафинді-шайырлы қоспаны еріту үшін және түп алдындағы аймақтың өткізгіштігін арттыру үшін жүргізіледі. Түптегі максималды температура 82-180°С-та қыздыру ұзақтығы 5-7 тәулік бойы болса, онда 0,8-1,35 м радиустағы түп алдындағы аймақ қажетті температураға дейін қыздырылады.

Негізінен электрқыздырғыштар және кей кезде оттық қыздырғыштар қолданылады.

Электрқыздыру әдісі көп жағдайда қабаттың түп алдындағы аймағын парафин және шайырдан (смола) тазалау үшін қолданылады. Электрқыздыру процесін ұңғылық сораптың қабылдауына шығарып алынатын сұйықтың тұтқырлығын азайту үшін де қолдану мүмкін. Бірінші жағдайда, түп алдындағы аймақтың периодты қыздыруын, қабаттан сұйықтың алуымен алмастырылады. Қыздыру кезінде сөтілген парафин-шайырлы заттар сұйықтың алынуы кезінде шығарылады. Бұл түп алдындағы аймақтың өтімділігін жақсартады. Екінші жағдайда, электроқыздырушы сораптың жұмысы кезінде үнемі қосылып тұруы қажет.

Түп алдындағы аймақты қыздыру үшін арналған қондырғы ұңғылық қыздырғыштан, қыздырылатын ұңғыда ілінетін және қыздырғышқа энергия тасымалдайтын кабель-тростан және беттік жабдықтардан тұрады.

Ұңғылық үшфазалы қыздырғыш (6.16-сурет) U-формалы үш құбырлы электрқыздырғыштардан (ҚЭҚ) құралып, перфорацияланған тұрқыға орнатылған. Олардың жоғарғы бөлігі изоляцияланған герметикалы басшықта орналасқан. Бұл бөлікте қыздырғыштарға кабель жалғанады. ҚЭҚ-тардың ішінде, диаметрі 17 мм болат түтікшеге кіргізілген және онда прессталған магний тотығымен изоляцияланған, жоғары кедергілі сым болады. Магний тотығы тек қана жақсы изолятор болып табылмай, сонымен бірге жақсы жылуөткізуші материал болып табылады. Өндірісте қуаттары 3,5-тен 8,33 кВт-қа дейінгі ҚЭҚ-тар қолданылады. Қыздырғыштардың қуаты 10-нан 25 кВт-қа дейін болады. Қыздырғыштардың сыртқы диаметрі 112 және 75 мм. 112 мм диаметрлі қыздырғыштың массасы 60 кг, ал ұзындығы 3700 мм. Қыздырғыштың маңындағы сұйықтың температурасы 100-200°С-қа дейін жетеді. Қыздырғыштың төменгі жағында аспаптарды қосуға арналған резьба салынады. Мысалға, ол жерге термометрге арналған қалтаны ілуге болады [1].



6.16-сурет.
Ұңғылық электроқыздырғыштың сұлбасы:
1-кабель-трос; 2-ұстаушы басшық;
3-сальникті фланец; 4- клеммалы басшық;
5- құбырлы электрқыздырғыштар (ҚЭҚ);
6- сыртқы қабы; 7- аспаптарды қондыруға арналған муфта

Кабель тростың қыздырғышқа токты әкелу үшін үш желісі және өлшеуіш аспаптарды қосу үшін үш сигналды желісі болады. Кабельдің оқшаулағышы жылуға төзімді фторпластан жасалған. Кабель-тростың сыртына жүккөтергіш сымның қабаттары өрілген. Сымның әрбір қабатының өруі әртүрлі бағытта күш салу кезінде кабель оның өруіне оралмайтын етіп жасалынған. Беттік жабдықтар автомашинада және тіркемеде орналасқан.

Электроқыздырушы қондырғылардың шифрінде келесі белгілеулер қабылданған, мысалыға ҰЭҚ-1500-25А: ҰЭҚ – қыздырғыштарды түсіруге арналған ұңғылардың электроқыздырушы қондырғысы; 1500 – түсіру терңдігі, м; 25 – қыздырғыштың максималды қуаты, кВт; А – конструктивті орындалуы.

Оттық қыздыру тотықтаушы ауаның берілуі кезінде ұңғы оқпанында отынды жағу арқылы жүргізіледі.

Оттық қыздыруға арналған қондырғы ауа беруші компрессордан К-5, отынды беруші мөлшергіш сораптан, жану

камерасы мен форкамерадан және тұтандырғыш құрылғыдан тұратын түптік қыздырғыштан құралған.

Түптік қыздырғыш ұңғыға СКҚ-ға сұйық деңгейінің астына сорап алқасының тереңдігіне дейін түсіріледі. Бірақ оны түсіргенде оның үстіндегі қысым компрессормен берілетін жұмысшы қысымнан артпауы керек. Сағадағы құбыр қуысына тегеурінді құбырлардың компрессорын және отынды сорапты қосады.

Отынды-ауалы қоспа СКҚ-мен жану камерасына түседі. Құбырдағы жану қоспасын тұтандыру үшін, сыммен зарядталған ракетті патроны бар тұтандыру құрылғысын және бензинді қоса түсіреді. Қыздырғыштың қасындағы бөлшектерге немесе қайсыбір кедергіге зональды құрылғының ұруынан ұрғыш-найза біруақытта ракетті патронның капсуласы мен бензобактың диафрагмасын ұрады. Бензин айдалатын ауамен араласып, ракета заряды тұтандырылып, бензин-ауалы қоспаны жағады.

Зональды құрылғының жалыны қыздырғыштың себуші-форсункасына кіріп айдалатын отынды-ауалы қоспаны жандырады. Сонымен, оттық қыздырғыш өзінің жұмысын бастайды.

1 кг отынға 17-20 $м^3$ ауа беріледі. Жану процесінің бақылауы құбыраралық кеңістіктегі түтін газдарындағы CO_2 және O_2 құрамына қарай жүргізілді. Оттық өңдеу, әдетте 15-30 сағаттай жүреді.

Тұтандырғыш электршырақтары бар оттық қыздырғыштар да болады. Бұл қыздырғыштарда отын-ауа қоспасы құбырлармен беріледі де, отын тұтандырғыш электршырақпен жағылады. Шыраққа энергия бұттен кабель арқылы беріледі.

Отты қыздырғыштардың қуаты – 5,8-23 кВт аралығында болады.

6.12. Қабат коллекторына әсер етуші қондырғылар

Мұнай қабаттарының құрылымы мен құрамы, техникалық өткізу ерекшеліктері, ұңғыманың эксплуатациялы және бекітудің әртүрлі талаптары қышқылдардың негізіндегі түрлі композициялы қоспаларды, технологиялық сызбалар мен регламенттердің көрсетілген түрінде әсер етуін қолдануды талап етеді.

Қышқылды әсер стушілерді мына мақсаттарда қолданады:

- мұнай өндіруші және су айдау ұңғымаларын пайдалануға енгізу немесе мөңгеру кезіндегі түп алдындағы аймақты өңдеу;
- осы ұңғымалардың өнімділігін жоғарылату (қарқындату) кезінде түп алдындағы аймақты өңдеу;
- ұңғыманың су айдау және мұнай шығару процестеріне байланысты сүзгі мен түп алдындағы аймақты шөгінділерден тазарту;
- ұңғыманы кезекті жөндеу процесінен кейін сүзгі мен түп алдындағы аймақты қалдықтардан тазарту;
- ұңғыма пайдалану негізіндегі шегендеуші тізбектер мен жерасты жабдықтарын шөгінділерден тазарту;
- түп алдындағы аймаққа басқа да белсенді әдістермен әсер ету.

Қышқылды әсер ету кезінде базалы реагенттерге тұзды (хлорсутек HCl) және балқымалы (фторлысутекті HF) қышқылдар жатады. Ұңғыманы мөңгеруде, мұнай ағынын қарқындату мен су айдау кезінде басқадай органикалық және биорганикалық қышқылдар қолданылады, мысалы, сірке қышқылы.

Қышқыл құрамының рецептурасын таңдау ретінде бірден-бір негізгі анықтаушыға тектік-коллектордың химиялық құрамы жатады. Құрамында тұнба түзуші қоспасы (сульфаттар, темір қосылыстары, т.б.) жоқ карбонаттық коллекторларды тұз қышқылымен өңдеген жөн. Тұз қышқылының құрамындағы жұмыстық концепцияны мыналарды ескере отырып анықтайды:

- тектің ерігіштік қасиеті мен ерігіштік жылдамдығы және құрамындағы қышқылдың бейтараптануы;
- коррозиялық белсенділігі;
- эмульгиялық қасиеті;
- қабат суымен араласу кезіндегі тұнба түзу қасиеті;
- қабат қысымының шамасымен.

Коррозиялық ингибиторлар негізінде қолданылатын реагенттерге келесі талаптар қойылады:

- ингибитордың тиімділілігі металдың коррозиялық жылдамдығын 25 және одан көп есе азайтып, аз концентрациялы және арзан бағасын қамтамасыз ету керек;

- қолданылған қышқылдардың ерігіштігі жақсы болуы керек; тек оның аз ғана көмескіленуі болып, сүзу процесіне кедергі келтірмеуі қажет; қышқылды карбонаттармен бейтараптаған кезде ингибитор тұнбаға түспеу керек (тұздануы);
- құрамға кіруші ингибитор немесе композициялы қоспалар реакция өнімдерімен тұнба түзбеуі керек.

6.13. Қабатты қышқылмен өңдеуге арналған жабдықтар

Қабатты қышқылмен өңдеу қондырғылары – жалпы жағдайда қышқылдарды сақтау базасы, олардың ерітіндісін дайындау, қышқылды ұңғымаға айдау мен тасымалдауға арналған агрегаттар және ұңғыма қондырғыларынан (ұңғыма ішіндегі және сағалық) құралады.

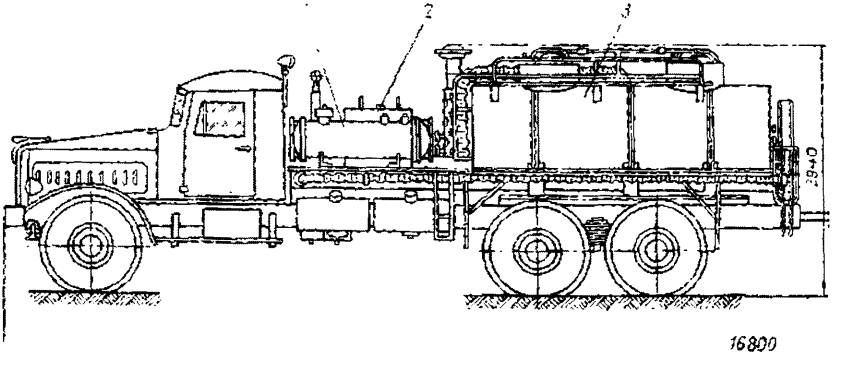
Қышқылдар сақталатын базада оларды қабылдау, ерітінділерді дайындау және сақтау орындары бар. Қышқылдар ішкі жақтары футеровкаланған плиталар немесе арнайы жапқыштармен өңделген ыдыстарда сақталады. Футеровкалау үшін диабазалық плиткалар қолданылып, олардың жіктері қышқылға төзімді жағылымдармен өңделеді. Бұл үшін 20% базальт және 80% диабазалық ұн қосылған жағылым жасалынады. Кей кезде футеровканың орнына арнайы маркалы резина немесе эбонитті қолдануға болады.

Ыдыстардың сыртқы беттері қышқылға төзімді эмальмен жабылады. Қышқылдық база олардың ерітінділерін талдайтын зертхана және реагенттерді сақтайтын қоймамен жабдықталуы қажет. Барлық ыдыстарға қышқылдарды апатты жағдайда құйып алу үшін арнайы айдау жабдықтар қойылады. Айдау сораптарының сальниктері щитоктармен қымталады. Сонымен бірге, қышқыл сақталатын ыдыстар су түспейтін етіп оқшауланады. Қышқылдармен жұмыс істеуге арнайы дайындықтан өткен мамандар ғана жіберіледі.

Қышқылдар мен оның ерітінділерін тасымалдау үшін арнайы агрегаттар мен қышқылтасығыштар қолданылады. Қышқылтасығыш КП-6,5-те цистерна, ортадан тепкіш сорап және тиекті арматуралы құбырлар бар. Цистерна оның ішінде орналастырылған, сыйымдылығы 6м^3. Сорап маркасы 3Х-9В-3-51

қышқылға төзімді, тегеуріні 3526 м, өнімділігі 29-60м^3 /сағ. Сорап жүріс қозғалтқышының жетектеуімен жұмыс істейді. Қышқылтасығыш КП-6,5 КрАЗ-255В автомашинасына қондырылған.

Ұңғымаға қышқылды айдау және тасымалдау үшін «Азинмаш-30А» және АКПП-500 агрегаттары қолданылады. «Азинмаш-30А» агрегаты (6.17-сурет) КрАЗ-257 дөңгелекті автомашинаға қондырылған. Автокөлікте екі бөлікті (күрделендірілген агрегатта біреуінің көлемі 2,7 м^3, ал екіншісіне – 8м^3) цистерна 3 қондырылған. Цистерна іштей гуммирленген. Әрбір бөлік арнайы қақпақпен жабдықталған. Агрегаттағы құбырлар да гуммирленген. Автомашинада химреагенттер үшін бөлек баллон 1 бар. Баллонның сыйымдылығы 0,2м^3.



6.17-сурет. «Азинмаш-30А» қышқылды агрегатының сұлбасы

5НК-300 агрегатының сорабы 2 үшплунжерлі, горизонтальді, әрекеті бірбағытты. Жүріс қозғалтқышынан қуат алу қорабы, редуктор және кардан арқылы жетек күшін алады. Сораптың 100-1200 мм-лік ауыспалы плунжерлері бар [1].

Барлық сораптық қондырғылар ілгерілмелі-кайтымды сораптарымен автокөлік, трактор, шынжыр табанды тасымалдағыштардың шассилеріне қондырылған және цементтеу (6.18-сурет), қабаттарды гидравликалық ажырату және гидроқұмдық перфорациялау, түптің алдын қышқылдармен өңдеу кезінде түрлі сұйық орталарын қабаттарға айдау үшін қолданылады. Аталған қондырғылар Мемлекеттік стандартқа

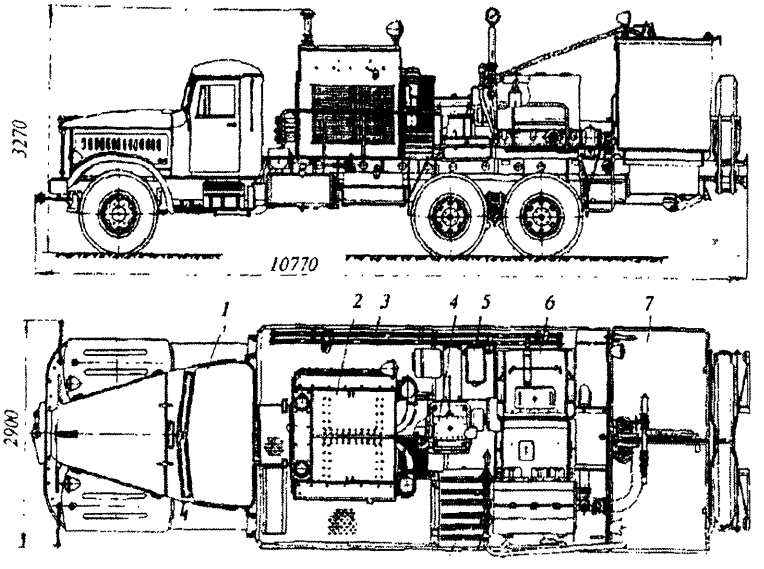
сәйкес «Мұнайкәсіпшілігіндегі жылжымалы сорап қондырғылары. Типтері мен негізгі параметрлері» МЕмСТ 28922-91 шығарылады.

Стандарт үш түрлі сорап қондырғыларын қарастырады.

УН-қосымша технологиялық ыдыссыз қондырғы (өлшегіш бак, цистерналар);

УНБ-өлшегіш бакты сорап қондырғысы;

УНЦ-сұйық ортана тасымалдауға арналған цистерналы сорап қондырғысы [1].



6.18 -сурет. Цементтеуге арналған ЗЦА-400 агрегаты:
1-автомобильді база; 2-күштік қондырғы; 3-тегеурінді көмекші құбыр; 4- беріліс қорапшасы; 5-басқару пункті; 6-сорап; 7-өлшеу бағы; 8-қабылдау құбыры; 9-тегеурінді құбыр жүйесі; 10-аккумуляторлар

7. ЖИНАУ ЖӘНЕ ТАСЫМАЛДАУ ЖАБДЫҚТАРЫ

7.1. Жинау және тасымалдау жүйесі. Жинау және тасымалдау жүйесінің жабдықтары

Мұнай мен газды жинап және тасымалдауға дайындауға арналған жабдықтар, ал қабат суын пайдалану немесе ағызып жіберу жұмыстары мұнай мен газдың шығымын азайту бағытында үлкен рөл атқарады және жіті назар аударып, көптеген қаржы талап ететін сала. Мұнайды жинау мен тасымалдауға дайындаудың металсыйымдылығы орасан үлкен және көп мөлшерде құбырлар жүйесін, ауқымдары үлкен сепараторлар, тұндырғыштар мен резервуарларды қажет етеді.

7.2. Ұнғыма өнімін жинау жүйесінің жалпы сұлбасы

Ұңғыма өнімін жинаудың жалпы жүйелік сұлбасы 7.1-суретте көрсетілген. Мұнда мұнай, газ және қабаттық суды жинау мен дайындау сұлбасы келтірілген. Жекеленген технологиялық сұлбаларға байланыссыз барлық жағдайларда кейбір процестер мен операциялар, сонымен бірге орындалатын жұмыстар мынадай болып келеді:

- эмульсияны бұзу, оны құбырмен тасымалдау мен газды сепарациядан өткізу. Бұл процестер – тасымалдаушы жүйенің тұтқырлығын төмендету, парафиннің шөгуін болдырмау мақсатында орындалады;
- суды мұнайдан бөлу, өлшеу-тапсыру операциясы, тауарлы және шикізатты резервуарларды толтыру;
- шайынды суларды біріншілік тазалау және құбырлардағы мұнайды деэмульсиялау және оны мұнай дайындаудың технологиялық циклінде кері қайырып отыру;
- мұнай мен судың сапасын бақылау және оларды өзара тазалау;
- тауар паркына қызмет көрсету мен мұнай сапасын жақсарту.

Біріктірілген сұлбада (7.1-сурет) ұңғыманың өнімі өлшеуіш «Спутник» қондырғысына келіп түседі. Одан шыққан газдалған

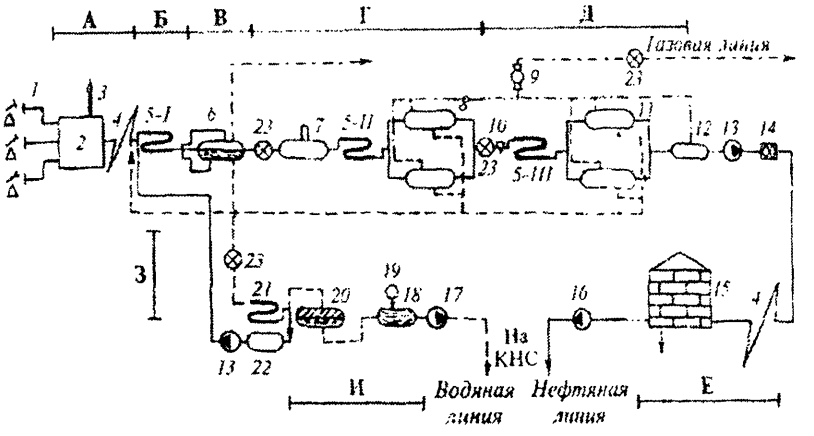
мұнай-сулы эмульсия деэмульгаторда өңделіп, оның эмульсиялық брондалған қабыршағы турбулентті режимде (Re=2000-25000) кәсіпшілік құбырында қиратылады. Қиратылған эмульсия алдын ала дренажды сумен араластырылып, ары қарай секциялы тамшытүзгішке жіберіледі. Эмульсия ағынына жіберілген дренаж суы тамшытүзгіште су глобулының ірілесуіне әкеліп, сепараторда ол фазаның жылдам ажырауына әкеліп соғады.

Сепаратордан шыққан дегаздалған, құрамында аздаған су тамшылары бар мұнай 40 ^{0}С-қа дейін ысытылады да, тамшы түзуші секциядан толық сусыздану үшін тұндырғышқа келіп түседі. Бөлінген газ компрессор арқылы газ жинағышқа келіп түседі, ал сусызданған мұнай тұщы сумен өңделгеннен кейін тамшытүзгіш арқылы тұзсыздану мақсатында тұндырғышқа жіберіледі. Ол жерден мұнай буферлі ыдысқа келіп, ары қарай сораптармен бас құрылымдарға, сонан соң мұнай магистралына жіберіледі.

Ұңғыма өнімін жинау мен дайындаудың технологиялық сұлбасы жабдықтардың негізгі тобын бөліп қарауға мүмкіндік берді [1].

Жинағыш жабдықтарына жататындар – бұл өлшеуіш қондырғылары, біріншілей газ сепараторлары, реагент берстін құрылғы, кәсіпшілік сорап станциялары мен құбырлар.

Ұңғыма өнімін дайындау жабдықтарына – сепараторлар, тұндырғыштар, қыздырғыштар, деэмульгаторлар, резервуарлар, сораптар, тасымалдауға дайындалған кәсіпшілік өнімдерін өлшеуге арналған құралдар.



7.1-сурет. Мұнайды, кабат суы мен газды жинау және дайындау сұлбасы

Тораптар бойынша біріктірілген операциялар: А-сұйықты тасымалдау, тұқырлықты азайту, парафин шөгіндісін болдырмау, эмульсияны бұзу, ағын қабатын бірінен ажырату; Б-орта өлшемдегі тамшыларды іріландіру, турбуленттті режимде мұнай ортасындағы дренажді су тамшысын тазалау, газды сепарациядан алдын ала өткізу, газ қосылыстарын коалесценциялау; В-газ көпіршіктерін бұзу, газды бұрып алу, су глобулын дренажды су құрамына ығыстыру, гидрофильді сұйықты сүзгіде газдың үлгаю энергиясымен глобулды бұзу, сұйықтық флотация, суды ағызып жіберу; Г-ыстық сепарация мен деэмульсиялау, жылыту, жұқа дисперсті эмульсия бөлігіндегі брондалған қабықшаны бұзу, турбулентті режимде коалесценциялау, мұнай және су ағындарын бөлу; Д-жеңіл фракцияларды іріктеп алу, конденсатты мұнайға қайтару, тұзды жуу, ағынды бөлу, суды ағызып жіберу, мұнайды бұрып алу; Е-гидродинамикалық эффектілердің есебінен мұнайды тасымалдау мен сапасын жақсарту, мұнайдың резервуардан өту операциясын бөлініп шыққан сумен ортақтастыру; З-турбуленттік режимде лас судағы шөгінділерді ірілету және тасымалдау; И-сұйықтық гидрофобты сүзгіде суды тазалау, дренаж суының коррозионды белсенділігін азайту; 1-ұңғымалар; 2-өлшеу құрылғысы; 3-дегидраторды беру; 4-құбыр; 5-I, 5-II, 5-III тамшы түзушілер; 6-үшфазалы сепараторлар; 7-жолдық жылытқыш; 8-сусыздандыру сатыларының тұндырғыштары; 9-компрессор; 10-тұщы суды беру; 11- тұзсыздандыру сатыларының тұндырғыштары; 12-мұнайдың буферлі ыдысы; 13,16-мұнай сораптары; 14-мұнай сапасын талдағыш, өлшеу құрылымы, 15-тауар резервуары; 17-су сорабы; 18-судың буферлі ыдысы; 19-тотықтырғыш шығыстарын беру; 20-гидрофобты сүзгілі тұндырғыш; 21-суды гидродинамикалық өңдеуге арналған құбыр; 22-мұнайды жинағыш ыдыс; 23-шығым өлшеуіш

7.3. Ұңғыманың дебитін өлшеуге арналған жабдықтар

Кенорындарын бақылап отыру үшін әр ұңғымадағы мұнай, су және газ дебиттерін өлшеу керек. Одан бөлек, ұңғыма өніміндегі механикалық қоспалардың санын білу қажет. Осы алынған мәліметтер ұңғыманың эксплуатациялау режимі мен кенорындарын толығымен бақылау нәтижесінде мүмкін болатын ауытқуларға дер кезінде шара қолдануға мүмкіндік береді. Мысалы, түп алдындағы аймақтың бұзылуына байланысты ұңғыма өнімінің құрамындағы механикалық қоспалар көбейеді – осыған орай, жұмыс режимін өзгерту немесе түп алдындағы аймақты бекіту керек.

Дебитті өлшеу үшін көбінесе сепарациялық - өлшегіш қондырғыларды пайдаланады. Олардың жұмысы кезінде ұңғылардан өндірілетін өнімнің әр компонентінің санын өлшеу үшін оларды бір-бірінен ажырату керек, яғни сепарациялау процесін жүргіземіз. Практика жүзінде жекеленген және топтық сепарациялық - өлшеуіш қондырғылар қолданылады.

Жеке сепарациялық – өлшеуіш құрылғы тек бір ұңғымаға ғана қызмет етеді. Ол тек бір газ сепараторынан, өлшеуіштен және құбырлық жүйеден тұрады.

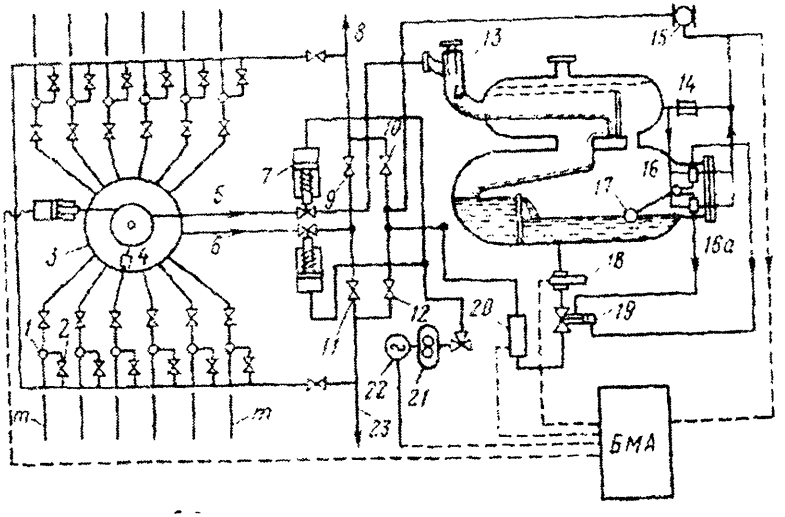
Топтық сепарациялық – өзағынды өлшеуіш құрылғы (ТСӨҚ) бірнеше ұңғымаларға пайдаланылады. Ол газ сепараторынан, өлшеуіштен, таратқыш батарея мен құбырлар жүйесінен тұрады.

Ұңғымадан шыққан өнім (фонтанды, газлифтті, сорапты) таратқыш батареяға әкелінеді. Бір ұңғыманы өлшеуішке қосқан кезде, қалған ұңғымалардан шыққан өнімдер араласып, жинау коллекторына өлшеусіз түседі.

Қабат қысымы шағын болған кездегі ұңғыманың кіші дебитін өлшеу үшін өлшеуіш трап қолданылуы мүмкін. Оның өлшеу шынысы рейкамен жабдықталған. Шыны түтіктегі мұнайдың деңгейі бойынша ұңғыманың дебитін анықтайды.

Мұнай өндіретін ұңғымалардың өнімі «Спутник» өлшеуіш құралына жіберіледі. Онда ұңғының беретін өнімі мерзімді түрде өлшеуден өтеді – сұйықтағы судың пайыздық құрамы мен еркін газдардың көлемі өлшенеді. «Спутник-А», «Спутник-В», «Спутник Б40» және «Спутник –Б40-24» типті қондырғылар жобаланып, жасалып шығарылған. Солардың ішінде ең көп таралған түрі «Спутник Б40» қондырғысын қарастырайық (7.2- сурет).

Ол берілген бағдарлама бойынша ұңғыманы өлшеуге автоматты түрде іске қосылады да, ұңғыма дебитін өлшейді. «Спутник-Б40» кондырғысында мұнайдың ылғалдылығын және ондағы су мөлшерін автоматты түрде үздіксіз өлшеп отырады және автоматты түрде турбиналақ шығын өлшегіштің (15) көмегімен мұнайдан гидроциклонда бөлініп шығатын еркін газдардың көлемі анықталады. Бұл қондырғыда сұйықтық турбиналық шығын өлшегіш СТШ 1-50 гидроциклонды сепаратордың технологиялық ыдысындағы сұйық деңгейінен төмен орналастырылған.



7.2-сурет. Өлшеуіш «Спутник-Б40» қондырғысының сұлбасы
1-кері клапандар; 2-ысырмалар; 3-КАҚ көп жолды ұңғымалық ауыстырып-қосқыш; 4-ұңғыманың роторлы қосқышы; 5-өлшеу сызығы; 6-ортақ сызық; 7-бөлгіш; 8-суланған мұнай коллекторы; 9 және 12-ысырмалар (жабық); 10 және 11- ысырмалар (ашық); 13- гидроциклонды сепаратор; 14-қысым төмендеуін реттегіш; 15-газдың шығымын өлшеуіш; 16 және 16а-золотниктер; 17-қалтқы; 18-турбиналы сұйық мөлшерін өлшеуіш; 19-поршеньді клапан; 20-ылғалөлшеуіш; 21-гидрожетек; 22-электрлі қозғалтқыш; 23- сусызданған мұнай коллекторы; т-ұңғымадан шығарып жіберу сызықтары

«Спутник-Б-40»-пен, сонымен қатар «Спутник-Б» және «Спутник-А» өлшеуіштері арқылы ұңғыманың суланған және суланбаған дебиттерін бөлек өлшеуге болады. Ол үшін былай жасалынады: егер. мысалы, (2) ұңғыма суланған, ал қалған (12) «Спутник-Б»-ға қосылған ұңғымалар таза мұнай берсе, онда қолмен кері клапандар (1) жабылады да, суланған ұңғымалардың өнімі сыртқы құбырмен ысырма (12) арқылы жинау коллекторына (8) келіп түседі. Таза мұнай беретін ұңғымалардың өнімдері көпжолды ауыстырып қосқыштың (КАҚ) ыдысына келіп түседі де, одан ары жинау коллекторы (6) мен сусызданған мұнай коллекторына (23) барады [1].

Өлшеуішке қойылған кез келген ұңғыманың сұйығы роторлы қосқыш (4) арқылы гидроциклонды сепараторға (13) жібереді. Сепаратордың газ шығатын жерінде қысым төмендеуін реттегіш (14) орнатылған, ол сепаратор мен газөлшеуіштің арасындағы қысым құламасын тұрақты деңгейде ұстап тұрады. Тұрақты қысым құламасы (16) және (16 а) золотникті механизмдерге беріліп, одан ары поршеньді клапанға (19) беріледі.

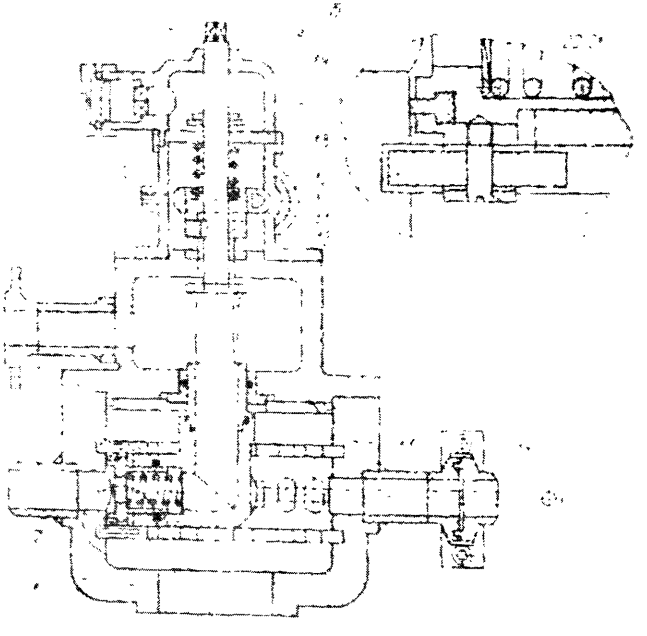
Ұңғымалар бойынша сұйық көлемдері келесі түрде өлшенеді. Егер деңгей өлшеуіштің калткысы (17) ең төменгі жағдайда тұрса, онда калткылы механизмнің үстіңгі вилкасы золотниктің үстіңгі қылтимасын басады, соның нәтижесінде реттегіштен (14) жоғарыланған қысым поршеньді клапанның (19) оң жағына беріліп оны жартылай жабады; сұйық беру тоқтатылады да, турбиналық шығымөлшеуіш (18) жұмысын тоқтатады. Сол уақыттан бастап сепаратордағы сұйық деңгейі көтеріле бастайды. Оның деңгейі ең жоғарғы нүктеге жеткенде калткылы механизмнің астыңғы вилкасы золотниктің (16а) қылтимасын басып, реттегіштегі (14) жоғарылатылған қысым поршеньді клапанның (19) сол жағына әсер етіп оны ашады; жүйеде сұйықтың ағуы басталып, турбиналы шығын өлшегіш өтіп жатқан сұйық мөлшерін анықтайды.

Мұнайдың сулану пайызын анықтау үшін «Спутник»-те ылғал өлшеуіш 20 орнатылған, ол арқылы ұңғыманың барлық өнімдері өткізіліп отырады.

Сонымен қатар «Спутник-Б40-24» өлшеуіші де бар, ол «Спутник Б-40»тан тек қосылатын ұңғыма санымен ғана

ерскшелінеді, яғни «14 ұңғыманың орнына мұнда 24 ұңғыманы іске косуға болады. Ал қалған мәліметтері тура «Спутник – Б40» сияқты.

«Спутник – А» және «Спутник В» қондырғылары аса жетілдірілмеген. Бірақ «Спутник В»-да ұңғымаға берілген сұйықтың көлемдік өлшеуіші бар. Ол, егер мұнайдың құрамында парафин көп болмаса турбиналық шығым өлшегішкс қарағанда дәл нәтижс берсді. Егер парафин көп болса, ол өлшсуіш қондырғының ыдысына тұрып қалып, өлшсу дәлдігін ксмітеді [1].



7.3-сурет. Көпжүрісті ауыстырып қосқыштың сұлбасы
а-ауыстырып қосқыштың құрылымы;
б-қозғалмалы каретканың болшегі

«Спутник-Б40» қондырғысының көпжүрісті ауыстырып қоскышының құрылымын қарастырайық (7.3-сурет). Ауыстырып

қоскыш ұңғыманың өнімін өлшеу сепараторына автоматты немесе қолмен басқарып ауыстыру үшін қажет.

ПСМ-1М ауыстырып қосқышының техникалық сипаттамалары төменде келтірілген:

Жұмыстық қысым, МПа.....4
Патрубок диаметрі, мм:
Кіру жағы.....70
Шығу жағы.....150
Өлшеу жағы.....70
Кіру патрубогының саны.....14
Максималды қысым құламасы, МПа.....0,5
Кернеу мәні, В.....220
Датчиктің жасалу түрі.....ВЗГ

Ауыстырып қоскыш (7.3*а*-сурет) құрыштан жасалған корпустан (1), шығу патрубоктарынан (2), қақпақ (3), өлшеу патрубогы (4), бұрылу патрубогы (13), қозғалмалы карсткадан (15), білік (7) және поршеньді жетектен тұрады. Қозғалмалы карстка (7.3 *б*-сурет) корпустан (21), каретка (18), арнайы осьтерге (22) отырғызылған роликтерден (17) және резиналы ныгыздағыштан (19) құралған. Қозғалмалы каретка бұрылу патрубогында орналасады. Серіппенің (20) көмегімен каретка корпусқа қысылады. Корпустың ішкі цилиндрлі бетінде екі сақиналы арындар бар. Осы арындармен қозғалмалы карстканың роликтері жылжиды. Поршеньді жетек (10) ұңғыманы автоматты өлшеу түріне қосуға арналған.

ПСМ-1М ауыстырып қоскышы былай жұмыс істейді: уақыт релесінің дабылы бойынша гидрожетек іске қосылып, күштік цилиндрге қысыммен сұйық берілсді. Ол рейкасы бар поршеньді жылжытып, қозғалмалы карсткасы бар бұрылу патрубогын бұрып, корпустағы тесіктің тұсына алып келсді. Ұңғымадан шыққан сұйық беру патрубогы арқылы ауыстырып қоскыштың камерасына беріледі де, өлшеу линиясына келіп түседі.

Ұңғыманың сұйығын қолмен өлшеуге де қосуға болады. Ол үшін арнайы ұстағышпен бұрылу патрубогын қажетті ұңғымаға қосады. Оның бұрылу бұрышын көрсететін жебесі бар. Бұрылу жылдамдығы шамалы болғандықтан, қозғалмалы бөлшектерге түсетін күш аса үлкен емес, сондықтан қажалу дәрежесі аз болады.

Соңғы жылдары көптеген фирмалар, соның ішінде конверсиялы түрлері, ұңғыманың дебитін өлшейтін қондырғыларды жобалау және жасап шығару төңірегінде көптеген жұмыстар жүргізіп жатыр. Мысалы, мобильді өлшейтін қондырғы МӨҚ, ол мұнай ұңғымаларындағы өндірілген мұнай, газ және басқа сұйықтарды автоматты немесе қолмен басқару режимінде өлшеуге арналған.

Мобильді қондырғыдан басқа стационарлы қондырғылар да шығарылып жатыр. Олардың техникалық сипаттамалары ұқсас және ұңғыма торабында жұмыс істей алады, сол себепті мұндай қондырғылар ұңғыма манифольдтарын ауыстырып қосатын құрылымдармен қосымша жабдықталған.

Мұнай кәсіпшілігінде Татарстандағы «ИТЭС» ИПО фирмасы шығарған ұңғыма дебитін өлшейтін СКЖ санақ құрылымдары кеңінен қолданылады.

Қазіргі кезде мұнай-газ өндірістің аймақтарда жылжымалы АСМА қондырғылары пайдаланылады. АСМА-ТП қондырғысы мұнай ұңғымаларының өнімділігін өлшейтін құралдарды метрологиялық бақылау үшін және сұйықтың, мұнай мен судың тәуліктік дебитін жоғары сапалы тікелей өлшеуге қол жеткізеді. Қондырғы технологиялық және аппараттық бөлімдері бар блоктан тұрады және екі осьті автокөлік тіркемесіне орнатылған.

Жоғары газ факторы бар ұңғыманың дебитін өлшеу үшін жылжымалы сепаратор қолданылады, мұнда алдын ала бөлінген газ өлшенеді. Қалған газы бар сұйық ЗУ АСМА-ТЛ (Т) қондырғысындағы калыпты өлшеу жүйесіне келіп түседі.

АСМА қондырғысы ұңғыманың сұйық мөлшерін масса бірліктері көрсетілген тікелей өлшеумен және ары қарай ұңғыманың тәуліктік дебитін бақылаушының есептеп шығаруына негізделген. Мұнайдағы су қоспасы ВСН-БОЗНА ылғал өлшеуішімен өлшенеді, ал ілеспе газдың тәуліктік көлемі АГАТ-1М газ санағышымен есепке алынып және калыпты жағдайға келтіріліп отырады.

7.4. Бірінші сатының сепараторлары, дозалау және сораптық қондырғылар

7.4.1. Сепараторлар

Бірінші сатының сепараторлары вертикал және горизонталь, алыдыстарының саны жағынан бір немесе қосыдысты болып келеді. Әдетте, вертикальды сепараторлардың өнімділігі горизонтальды түріне қарағанда аз болады (7.1-кесте) [1].

7.1-кесте

Сепараторлардың параметрлері

Қондырғы түрі	Диаметрі, мм	Өнімділігі, $м^3$/тәул	Қысымы, МПа	Биіктігі, м	Ұзындығы, м	Массасы, кг
СУ1-750-10	-	750	1	3470	3367	-
СУ2-750-16	-	750	1,6	3328	5005	5991
СУ2-1500-16	-	1500	1,6	3800	5352	8108
СУ2-1500-40	-	1500	4	3800	5352	9762
СУ2-5000-40	-	5000	4	3600	6308	13730

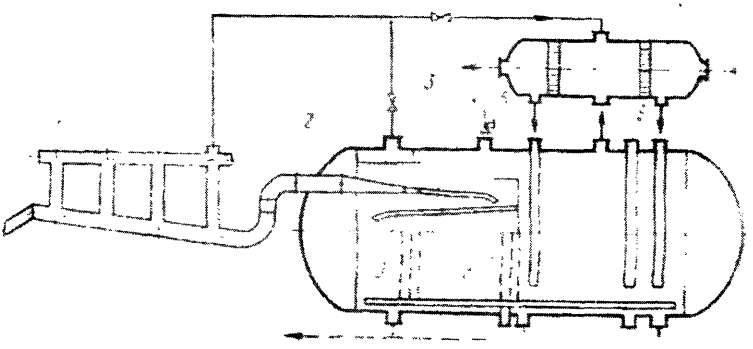
Сонымен бірге, қосыдысты горизонталь орналасқан гидроциклонды сепараторлар да қолданылады. Олардың мұнай бойынша өнімділігі, әдетте 400 $м^3$/тәу. Мұндай сепараторлар үлкен өнімділікті сепараторлық қондырғыларда қолданылады (7.1-кесте).

Соңғы кездері екіыдысты блокты сепараторлық қондырғылар (УБС) кеңінен қолданылуда. Бұларда газды алдын ала бұрып алады және өнімділіктері 2-ден 16 мың $м^3$/тәу және қысымы 0,4-тен 1,6 МПа-ға дейінгі аралықта қалыпты қатармен шығарылады, [1].

УБС-16000/16 сепараторлық қондырғының технологиялық сипаттамалары төмендегі келтірілген:

Қондырғының өнімділігі, $м^3$/тәу.....16000
Жұмыстық қысымы, МПа.....1,6
Газ факторы, $м^3/м^3$.....120
Шикізаттың температурасы, ^{0}С.....50
Жұмыстық орта.....шикі мұнай

Күкіртсутегінің мұнайдағы құрамы, %.....0,2-ден аз
Қорек көзі .....айнымалы ток
Кернеу, В.....220/380
Жиілігі, Гц.....50
Тұтынатын қуат, Вт.....1500
Қондырғының ауқымы, мм:
Ұзындығы.....28000
Ені 4500
Биіктігі 5880
Сепаратордың көлемі, $м^3$.....80
Массасы, кг.....36338



7.4-сурет. Блокты сепарациялық қондырғының сұлбасы
1-алдын ала газды бұрып алу құрылғысы; 2-технологиялық ыдыс; 3-ысырмалар; 4-лоток; 5-сақтандырғыш клапан; 6-датчиктерді орнату құбыры мен деңгей реттүіш; 7-тамшыұстағыш; 8-қалқан; 9-сөре

7.4-суретте УБС-16000/16 маркалы алдын ала газды бұрып алатын, моноблокты сепарациялық қондырғының сұлбасы көрсетілген. Қондырғы алдын ала газды бұрып алу құрылымымен, технологиялық ыдыстан, тамшықайтарғыштан, реттеу арматурасы мен бақылау-басқару жүйесінен тұрады.

Шамадан артық қысымның орын алмауы үшін ыдыста сақтандырғыш клапан орнатылған. Сепаратордың әртүрлі режимдерде тиімді жұмыс істеуін бақылау мақсатында сынама

алғыштар мен бақылау-өлшеу аспаптарын жалғау үшін штуцерлер қойылған.

Сепараторға орнатылған тамшыұстағышта диаметрі – 1600 мм және ұзындығы – 3100 мм ішінде торы бар ыдыс орналастырылған. Бөлінген мұнайды құйып алу және газды енгізу үшін тамшыұстағыштың астына диаметрі 100 мм екі патрубок және диаметрі 450 мм бір патрубок бекітілген. Ыдыстың үстінде қызмет ету алаңшасы бар. Аппараттың өзі горизонталь орналасып, жерден 800 мм биіктікте қос тұғырға қойылған.

Сепаратор мынадай қалыппен жұмыс істейді. Ұңғымадан шыққан газсұйықты қоспа алдын ала газ бұрып алу қондырғысына келіп, онда газ сұйықтан ажыратылады. Бөлінген газ вертикаль құбыр арқылы тамшы ұстағышқа түсіп, онда тамшылар бөлінеді де, таза газ құбырға жіберіледі. Мұнай технологиялық ыдысқа келіп түсіп, ондағы лоток пен сөрелерде ары қарай қосымша сепарация жүреді де, таза мұнай сепаратордың төменгі жағына қарай ағады. Лотоктың әсерінен сұйықтың толқысуы болмайды, ал сөрелер сұйықтағы бос беттердің ұлғаюын қамтамасыз етеді.

7.4.2. Дозалау қондырғылары

Ұңғымалардың өнімін жинау және дайындау жүйелерінде дсэмульсиялауға, тұзсыздандыруға, жабдықтарды тотықтандырмауға және тасымалданатын сұйықтың тұтқырлығын азайту үшін түрлі реагенттер қолданылады. Әдетте, реагенттер өте аз үлестермен беріледі. Сондықтан оларды қажетті мөлшерде беріп отыру үшін бір плунжерлі сораптар қолданылады. Олардың бірнеше түрін қарастырайық.

Мысалы, НДУ-50/150 қондырғысы сораптан, редуктордан, электрлі қозғалтқыштан және реагентке арналған ыдыстан тұрады. Плунжердің бір минуттағы жүріс саны 50-ден 150-ге дейінгі аралықта болады. Соған сәйкес сораптың берілімі 0,006-0,12 және 0,03-2,16 л/сағ мәндерінде болады. Айдау қысымы 12,5 МПа-ға дейін жетеді. Реагенттерге арналған ыдыстың көлемі 0,215 $м^3$ мөлшерінде болады.

Сораптың плунжері бір жаққа қарай серіппенің көмегімен қозғалса, екінші жаққа қарай электрлі қозғалтқышпен редуктор

арқылы байланыскан эксцентриктің көмегімен жылжиды. Плунжердің жүру жиілігі жұдырықшаларды ауыстыру арқылы реттеледі.

Сыйымдылығы үлкен резервуары бар дозалау қондырғыларының маркалары келесідей: БР-2,5; БР-10; БР-25. БР-2,5 қондырғысына маркасы НД-0,5Р22,5/400 дозалау плунжерлі сорабы орнатылған және оның өнімділігі 2,5 л/сағ, ал қысымы 10 МПа-ға дейін жетеді. Реагентке арналған ыдыстың көлемі – 0,9 $м^3$ және онда қуаты – 3,75 кВт-қа тең электрлі қыздырғыш қойылған. Қыздырғыш ыдыстағы реагенттің температурасын 60 ^{0}С шамасында ұстап тұруға арналған.

Маркасы НД-10/100 дозалау сорабының өнімділігі 10 л/сағ, ал қысымы 10 МПа. Реагенттің орналасу ыдысының көлемі 200 л. Ыдыстағы реагент құбырлар арқылы өтетін будың көмегімен қыздырылады.

7.4.3. Блокты сорап станциялары

Блокты сорап станциясы таза мұнайды немесе мұнай-су қоспасын немесе тауарлы мұнайды тасымалдауға арналған. Блокты мұнайға арналған сораптық станция қабаттағы қысымды ұстап тұруға арналған шоғырлық станцияға ұқсас етіп салынады. Станцияның сораптық блоктарының құрамына электрлі жетегі бар негізгі сорап қондырғылары мен қосымша сорап қондырғылары да кіреді.

Қосымша сорап қондырғысына маркасы 8НДв сораптары жатады. Оның өнімділігі 500 $м^3$/сағ, тегеуріні 67 м. Олар қуаты 160 кВт жарылысқа қауіпсіз вариантта орындалған электрлі қозғалтқышпен жабдықталған. Негізгі сораптың (маркасыНК-560/335-300) өнімділігі 335 $м^3$/сағ, ал тегеуріні 300 м-гс тең.

Тауарлы мұнайға арналған блокты сораптық станцияның «Рубин» типті өлшеуіш қондырғысы бар. Мысалы, мұнайға арналған бір БННС-1000-30 маркалы блокты сораптық станция тоғыз блоктан тұрады: үш блок негізгі сораптардан, ексуі – қосымша сораптардан, екі блок 6 кВ-қа арналған тарату құрылымынан, бір трансформаторлар блогы және бір блок - басқару және құбырлар жүйесінен тұрады.

Тауарлы мұнайдың блоктық станциясы айдалатын мұнайдың тығыздығы 0,6-0,9 кг/м^3, тұтқырлығы 1,5 см^2/с, сулануы 1%, механикалық қоспалары 0,2 %-ға дейін және сұйықтың температурасы 5-тен 60^{0}С-қа дейінгі мәндеріне есептелінеді.

7.5. Мұнай мен газды тасымалдауға дайындау жабдықтары

7.5.1. Мұнайды деэмульсациялау және сусыздандыру жабдықтары

Мұнайды деэмульсациялау және сусыздандыру үшін бірнеше технологиялық әдістер қолданылады: құбыр ішіндегі деэмульсациялау – мұнда құбырдағы белгілі ағыс режимін сақтай отырып, реагенттерді құбыр ішіне тікелей беру; газды барботаждау процесі арқылы деэмульсациялау немесе салқындатып тұндыру; эмульсияларды центрифугада қырату; эмульсияларды сүзгілі қабат арқылы өткізу кезінде қырату (қиыршық тас, полимерлі шариктер, ағаш немесе металл үгінділері, т.б.); термохимиялық сусыздандыру және электрлі дегидраторларды қолдану.

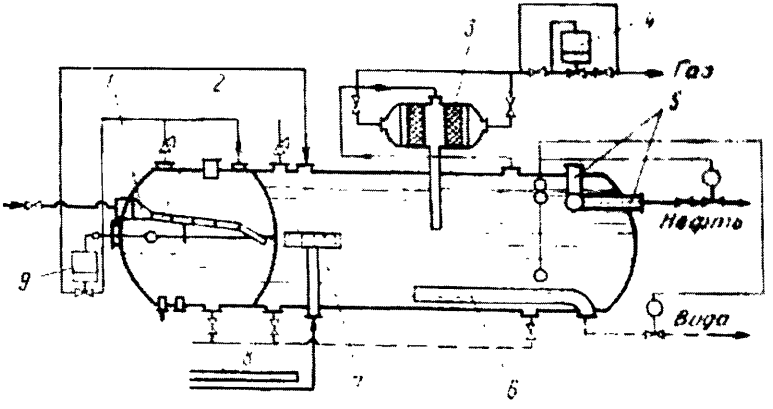
Қазіргі кезде суды алдын ала айырып алу қондырғылары ретінде – УПС, ОГ-200П, СибНИИНП аппараттары қолданылады, ал мұнайды ақырғы сусыздандыру үшін ОГ-200С аппараты пайдаланылады. Қыздыру блоктары НН типті қыздыру құбырлары түрінде және БН, ПТБ, ПТ-Р/Д типті қыздыру пештері қолданылады.

7.5-суретте УПС-3000/6м және УПС-6300/6м типті қондырғылардың технологиялық сұлбасы көрсетілген.

Бұл қондырғылар бір-бірінен технологиялық ыдыстарының көлемімен және тиекті-реттеуші арматураларының өту диаметрлерімен ажыратылады. Бірінші қондырғының технологиялық ыдысының көлемі 100 м^3 болса, екіншісінің көлемі 200 м^3-қа тең. Қондырғылардың өткізу шамасы (өнімділігі) сәйкесінше 3000 және 6300 т/сағ, массалары 29,5 және 43,5 т. Өңдеуге келіп түсетін мұнайдың сулануы 90%-дан, ал қондырғыдан шыққан кезде 20%-дан аспауы керек. Газ факторы 120 м^3/м^3

шамасында, қондырғыдағы жұмыстық қысым 0,6 МПа-дан жоғары болмау қажет.

Қондырғының жұмыс істеу ретін қарастырайық. Ұңғыманың өнімі сол жақтағы бөлікке сопло (1) және мұнай құйылатын сөре (2) арқылы келіп түседі. Бұл сөреде газдың негізгі бөлігі ажыратылады. Газ оң жақтағы бөліктің үстіңгі жағына әкетіліп, тамшы ұстағыш (3) және қысым реттеуіш (4) арқылы газ коллекторына жіберіледі. Су және мұнайдан тұратын эмульсия сол жақтағы бөліктен оң жаққа тамшы түзгіш (8) бен таратқыш (7) арқылы келеді. Эмульсияның қозғалуы сол жақ пен оң жақтағы бөліктердің арасындағы қысым айырмашылығы арқылы іске асырылады. Бұр қысым айырмашылығы 0,2 МПа-ға дейін жетеді [1].



7.5-сурет. УПС технологиялық қондырғыларының сұлбасы

Сол жақ бөліктегі сұйықтың деңгейі (9) аспабы арқылы реттеледі. Ұңғыманың өнімі мұнайды термохимиялық өңдеуден өткізетін қондырғыдан келетін ыстық сумен араласады. Сол себепті тамшы түзгіштің (8) ұзындығы жеткілікті болуы керек, яғни бұл ұзындық 200-300 м шамасында болады. Тұндырылған су перфорацияланған құбыр (6) арқылы қондырғыдан алып кетіледі. Тазаланған мұнай перфорацияланған құбыр арқылы қондырғының жоғарғы жағынан штуцерлер (5) арқылы алынады (суретте ол көрсетілмеген). Қондырғының жұмыс істеу

кезінде мұнай-газдың, мұнай мен судың деңгейлері бақыланып, реттеледі. Ыдыстағы қысым мен температура өлшенеді. Мұнай деңгейі мен қысымның мәндері шекті мәндерінен асқан кезде дабыл қағылып, қондырғы өшіріледі.

7.6. Құбырлар мен ыдыстарды беріктікке есептеу

Кәсіпшілік ішіндегі сұйықтарды тасымалдайтын құбырлар сенімді болып, гидравликалық кедергілері аз және металл сыйымдылығы аса үлкен болмауы қажет. Құбырларды беріктікке есептеу оларды жұмыстық қысымға төтеп беруін, ал ыстық қоспаларды тасымалдау кезінде температуралық өзгерулерге байланысты пайда болатын ұзаруларды есепке алатын компенсаторлардың саны мен түрлерін анықтауға арналады. Жылутасығыштарды тасымалдау кезінде «Мемтаутехкадағалау» мен қондырғылардың құрылымы, ыстық су құбырлары мен бу құбырларын пайдалану мен қуәліктендіру Ережелерінің нұсқаулары бұлжытпай орындалады.

«Мемтаутехкадағалау» ережелеріне жатпайтын құбырлардың қысымы немесе қабырғасының қалыңдығы мына формуламен анықталады [1]:

$$p = \frac{2S'[\sigma]}{D_{ш}}, \qquad (7.1)$$

мұндағы: р-сынау қысымы; S'-құбыр қабырғасының қалыңдығы; $|\sigma|$ –шақтау кернеуі; $D_{ш}$-құбырдың ішкі диаметрі.

Жоғары қысымда жұмыс істейтін ыдысты есептеу негізін карастырайық (7.6-сурет). Жалпы алғанда, кәсіпшілік ыдыстардың мынадай негізгі элементтері болады: сфералық түбі (1), люк (2), цилиндрлі бөлігі (3) және конустық түбі (4).

Ыдыстың цилиндрлі бөлігі жұқа немесе қалың қабырғалы болуы мүмкін. Егер қабырғаның қалыңдығы ыдыстың диаметрінің 10%-дан кем болса, онда ондай ыдыс жұқа қабырғалы деп саналады.

Ыдыс қабырғасының шеңберлік кернеуі былай анықталады [1]:

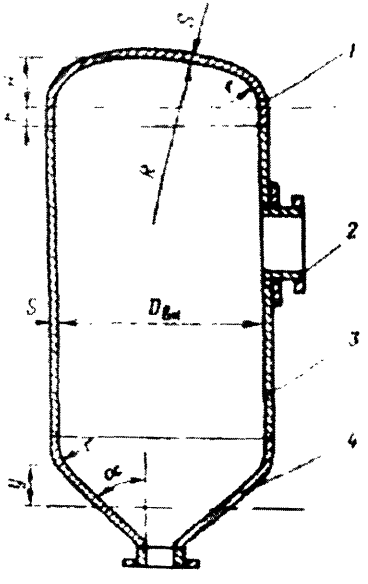
$$\sigma_т = \frac{pD_{ср}}{2S'}, \qquad (7.2)$$

мұндағы: p – ішкі артық қысым; $D_{ср}$ – цилиндрдің орташа диаметрі.

Жабық цилиндрде ішкі қысым ыдыстың түбінс осьтік кернеу түсіреді. Оны былай анықтаймыз [1]:

$$\sigma_z = \frac{pD_{ср}}{4S}, \qquad (7.3)$$

мұндағы, S – цилиндрдің қабырғасының қалыңдығы.



7.6-сурет. Вертикал ыдыстың корпусының сұлбасы

Беріктіктің бірінші және үшінші теорияларына сәйкес қабырға қалыңдығы мен ең жоғары шактау қысымының мәні мына формулалармен есептелінеді:

$$S = \left(\frac{pD_{ср}}{2R_{-}\varphi} \right) + c, \tag{7.4}$$

$$p = \frac{2R_{-}\varphi(S-c)}{D_{ср}}, \tag{7.5}$$

мұндағы: R_{-} – шақтама кернеу; φ – дәнекерленген тігістің беріктік коэффициенті; с – тотығуға қосымша қалыңдық (0,004).

Ыдыстарды тексеруге беріктіктің төртінші теориясын қолдану ұсынылмайды.

Қалың қабырғалы ыдыстарда сң үлкен кернеу қабырғаның ішкі бетінде орын алады және оның қалыңдығы мына байланыс бойынша анықталады:

$$S = r_{вн}\left(\sqrt{\frac{\varphi R_{-}}{\varphi R_{-} - 1{,}73p}} - 1 \right) + c, \tag{7.6}$$

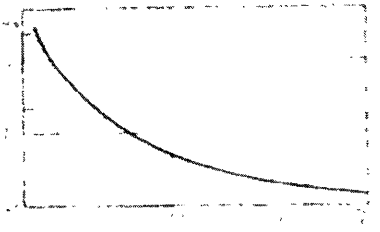
мұндағы, $r_{вн}$ – цилиндрдің ішкі радиусы.

Ыдыстардың түптері, әсіресе үстіңгі жағы, көп жағдайда эллиптикалы болып келеді. Соған байланысты мұндай пішінді қабырғалар үшін келесі формулаларды қолдануға болады:

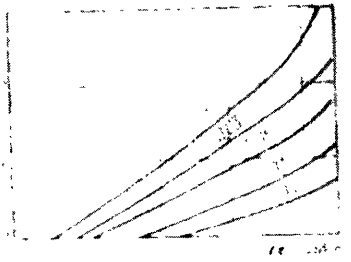
$$S = \frac{pD_{ср}y_1}{2R_{-}\varphi} + c, \tag{7.7}$$

$$S = \frac{pD_{н}y_1}{2R_{-}\varphi + py_1} + c, \tag{7.8}$$

мұндағы, y_1 – ыдыс түбінің артықкернеулі коэффициенті, 7.7-сурет бойынша қабылданады, [1].



7.7-сурет



7.8-сурет

Эллиптикалық түптегі пайда болатын кернеу былай есептелінеді:

$$\sigma = \frac{pD_{ср}y}{2\varphi(S-c)} \tag{7.9}$$

немесе,

$$\sigma = \frac{p[D_н - (S-c)]y}{2\varphi(S-c)}. \tag{7.10}$$

Ыдыстың астыңғы түбі көп жағдайда конусты болып келеді. Оның қабырғасының қалыңдығы мен шақтау қысымы келесі формулалармен есептелінеді:

$$S = \left(\frac{pD_{вн}}{2R_z\varphi\cos\alpha}\right) + c, \tag{7.11}$$

$$p = \frac{(S-c)2R_z\varphi\cos\alpha}{D_{вн}}, \tag{7.12}$$

мұндағы: $D_{вн}$ – ыдыс түбінің цилиндрлі жақтауының ішкі диаметрі; α – конустың жасаушысының вертикалға түсіретін көлбеу бұрышы.

Конустық түптің цилиндрлі жақтауына біріккен жерінде майыстыру кернеуі пайда болады, сондықтан оны мынадай байланыстармен тексеруге болады (мұндағы, r<0,2D болу керек 7.6-суретті қараңыз):

$$S = \frac{pD_{вн}y}{2R_{из}\varphi}, \qquad (7.14)$$

$$p = \frac{(S - c_1)2R_{из}\varphi}{D_{вн}y}, \qquad (7.15)$$

мұндағы: у – пішін факторы (7.8-сурет); c_1 – тотығуды ескепе алатын қосымша, жасау шақтамасы мен жақтаудың тартылымы; $R_{из}$ – майысудың шақтамалық кернеуі.

Ыдыстарда жөндеу кезінде қажет болатын түрлі люктерді жасау кезінде цилиндрлі қабырғаның немесе оның түбінің беріктігі күрт төмендеп кетеді. Сондықтан люктің ернеуіне қосымша металл сақина дәнекерленеді және оның ауданы люктен кесіп алынған металдың ауданынан анағұрлым үлкен болуы керек. Егер люкке арналған қима дәнекерленген тігістің бойымен орналасса, онда оның қалыңдығы ыдыстың қабырғасының негізгі қалыңдығына тең болады, ал сақинаның сыртқы диаметрі люктің диаметрінен екі есеге үлкен болуы керек. Люктің басқадай орналасу жағдайларында аталған өлшем арнайы анықтамалы кестелерден табылады.

Ыдыстарды беріктікке есептеу кезінде дәнекерлену тігісінің беріктік коэффициенті φ енгізілген. Оның мәнін, әдетте 0,9-0,95 аралығында таңдап алады. Шақтау кернеулері ыдыстардың жұмыс істеу жағдайына (температура, қысым) және олардың элементтерінің материалдарына байланысты қабылданады.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. *Чичеров Л.Г.* Нефтепромысловые машины и механизмы: Учеб.пособие для ВУЗов. М.: Недра, 1983.

2. *Молчанов Г.В., Молчанов А.Г.* Машины и оборудование для добычи нефти и газа: Учеб.для ВУЗов. М.: Недра, 1984.

3.Нефтепромысловое оборудование: Справочник /Под ред. *Е.И. Бухаленко*. М.:Недра, 1990.

4. *Ивановский В.И., Дарищев В.И., Сабиров А.А., Каштанов В.С., Пекин С.С.* Оборудование для добычи нефти и газа: Учеб.пособие в 2-х частях. М.: Нефть и газ, 2002.

5. *Ивановский В.И., Пекин С.С., Сабиров А.А.* Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти. М.: Нефть и газ. 2002.

6. *Чичеров Л.Г.* и др. Расчет и конструирование нефтепромыслового оборудования. М.: Недра, 1987.

7. *Казак* и др. Погружные бесштанговые насосы для добычи нефти. М.: Недра, 1973.

8. *Вирновский А.С.* Теория и практика глубиннонасосной добычи нефти. М.: Недра, 1971.

9. *Адонин А.Н.* Добыча нефти штанговыми насосами. М.: Недра, 1979.

10. Справочник по нефтепромысловому оборудованию. Под.ред. *Е.И. Бухаленко*. М.: Недра, 1983.

11. *Абайылданов Қ.Н., Нұрсұлтанов Ғ.М.* Мұнай және газды өндіріп, өңдеу: ЖОО-ға арналған оқулық. Алматы: ҚазҰТУ, 2003.

12. *Нұрсұлтанов Ғ.М.* Скважинаны бұрғылау және мұнай өндіру негіздері. Алматы: ҚазҰТУ, 1994.

13. *Сүйербаев Х.* Мұнай-газ ісінің негіздері. Оқулық, Астана: Фолиант, 2008.

14. *Ратов Б.Т.* Күрделі жағдайда ұңғымаларды бұрғылау. Оқу құралы, Алматы: ҚазҰТУ, 2007.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	3
1.	Мұнай-газ ұңғымасының жабдықтары	4
1.1.	Негізгі түсініктер мен сипаттамалар	4
1.2.	Ұңғыма оқпандық аймағының жабдықтары	6
1.3.	Ұңғыма сағасының қондырғылары. Ашық фонтандауды сақтандыратын ұңғымалық қондырғылар	11
1.4.	Лифт құбырлары. Сорапты - компрессорлы құбырлар (СКҚ). Мұнай өндірісінің коммуникациялық құбырлары	22
1.5.	Сорап компрессорлы құбырларды есептеу	30
1.6.	Мұнай кәсіпшілігінің коммуникациялық құбырлары	36
1.7.	Ұңғылардың нығыздауыштары – пакерлер	37
1.8.	Пакерлерді құрылымдау және есептеу	42
1.9.	Қорғаныс каптамасы бар сорапты-компрессорлы құбырлар	52
2.	Фонтанды және компрессорлы ұңғылардың жабдықтары	55
2.1.	Ұңғыманы фонтанды әдіспен пайдаланудағы құрал-жабдықтар	55
2.2.	Арматура қосылыстарындағы фланецтерге түсетін күштерді есептеу	69
2.3.	Фонтанды арматураның манифольді	84
2.4.	Ұңғыны газлифттік әдіспен пайдалануға арналған жабдықтар	86
2.5.	Газлифтті қондырғының классификациясы	90
2.6.	Периодты газлифттің принципиальды үлгісі	93
2.7.	Газлифтті көтергіштің диаметрін анықтау	102
3.	Штангасыз сорап қондырғылары	108
3.1.	Ұңғыны штангасыз сораптармен пайдалануға арналған жабдықтар	108
3.2.	Мұнай кәсіпшілігінің ортадан тепкіш сораптарын есептеу және құрастыру	122
3.3.	Мұнай өндіріс сораптарының ортадан тепкіш газ сепараторлары	130

3.4.	Батырмалы электрқозғалтқыш	131
3.5.	Ұңғылық бұрандалы сорап қондырғылары	135
3.6.	Диафрагмалы ұңғылық сорап қондырғылары	137
3.7.	Гидропоршеньді сораптық қондырғыларды қолдануға арналған ұңғылық жабдықтар	145
3.8.	Гидропоршеньді сораптың батырмалы агрегаты	149
3.9.	Гидропоршеньді сораптарды есептеу	153
3.10.	Жұмыстық сұйықтың шығынын анықтау	155
3.11.	Жұмыстық сұйықтың күштік қысымын анықтау	155
3.12.	Гидропоршеньді қондырғының қуатын және пайдалы әсер коэффициентін анықтау	157
4.	Штангалы сорап қондырғылары	159
4.1.	Ұңғымаларды штангалық сораптармен пайдалануға арналған жабдықтары	159
4.2.	Балансирсіз тербелмелі станоктар	164
4.3.	Ұңғылық штангалы сорап қондырғыларының гидравликалық және пневматикалық жүйелері	165
4.4.	Штангалар ілгегінің нүктесіндегі орын алатын күштер	168
4.5.	Балансирлі тербелмелі-станокты теңгеру әдістері	170
4.6.	Штангалы ұңғымалық сораптық қондырғыны есептеу	174
4.7.	ШҰСҚ жабдықтарын таңдау мен сораптың жұмысының параметрлерін анықтау	174
4.8.	ШҰС қондырғыларын есептеу мысалдары	181
4.9.	Тербелмелі станок теңестіргішінің басына түсетін жүктемені анықтау	185
4.10.	Штангалы сорап плунжерінің жүріс ұзындығын анықтау	189
4.11.	ШҰСҚ-ның өнімділігі мен беріліс коэффициентін анықтау	193
4.12.	ШҰСҚ-ны қолданып, апаттық күштеме бойынша СКҚ-ны есептеу	203
4.13.	СКҚ-ны циклдік жүктемеге есептеу	204

4.14. Кривошип білігінің моменті мен электрлі қозғалтқыштың қуатын анықтау 208
5. Ұңғымаларды жерасты жөндеуге арналған жабдықтар 213
5.1. Ұңғымаларды жөндеуге арналған құрал-жабдықтар мен машиналар 213
5.2. Ұңғыларды жерасты жөндеуге арналған жабдықтардың классификациясы 215
5.3. Ұңғымаларды жерасты жөндеу (ҰЖАЖ) жабдықтары 216
5.4. Ұңғыларды іргелі жөндеу 220
5.5. Көтергіштер мен агрегаттар 227
5.6. Жерасты жөндеу агрегаттарының параметрлерін ссептеу 230
5.7. Тальдік жүйенің элементтері 235
5.8. Жерасты жөндеу кезіндегі қолданылатын саймандар 240
6. Қабатқа әсер ету жабдықтары 248
6.1. Қабат қысымын ұстап тұру үшін арналған жабдықтар 248
6.2. Қабат қысымын ұстап тұру және мұнай мен газды сығып шығаруға арналған жабдықтар 248
6.3. Су дайындайтын су алғыштың жабдықтары 249
6.4. Қабатқа су айдауға арналған жабдықтар 253
6.5. ППД жүйесінің сағалық және ұңғылық жабдықтары 260
6.6. Қабатқа термиялық әсер етуші жабдықтар 262
6.7. Ыстық суды, буды дайындау және оларды қабатқа айдауға арналған жабдықтар 263
6.8. Су қыздыру және жылутасығышты қабатқа айдау жабдықтары 266
6.9. Жылу трассасының, ұңғыма сағасының және ішкі ұңғылық жабдықтары 270
6.10. Жылутасығыш берілетін ұңғы оқпанының жабдықтары 273
6.11. Ұңғының түп алдындағы аймағын қыздыруға арналған электрлі және оттық жабдықтар 278

6.12. Қабат коллекторына әсер етуші қондырғылар..... 281
6.13. Қабатты қышқылмен өңдеуге арналған жабдықтар..... 283
7. Жинау және тасымалдау жабдықтары..... 286
7.1. Жинау және тасымалдау жүйесі. Жинау және тасымалдау жүйесінің жабдықтары..... 286
7.2. Ұнғыма өнімін жинау жүйесінің жалпы сұлбасы..... 286
7.3. Ұнғыманың дебитін өлшеуге арналған жабдықтар 289
7.4. Бірінші сатының сепараторлары, дозалау және сораптық қондырғылар..... 295
7.5. Мұнай мен газды тасымалдауға дайындау жабдықтары..... 299
7.6. Құбырлар мен ыдыстарды беріктікке есептеу..... 301
Библиографиялық тізім..... 306
Мазмұны..... 307

Оқулық басылым

Мамырбек Әділбекұлы Әділбеков
Бейбіт Әбікенұлы Мырзахметов
Қалел Қалқашұлы Нұғыманов

МҰНАЙ КӘСІПШІЛІГІНІҢ ЖАБДЫҚТАРЫ

Оқу құралы

РБ бастығы *З.А. Ғубайдуллина*
Редакторы *П.А. Абдрахманова*
Компьютерде беттеген *Л.П. Өлірбекова*

Басуға қол қойылды 29.05.2013 ж.
Пішімі 60х84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.
Көлемі 19,4 есепті-баспа табақ. Шартты баспа табағы 18,0.
Таралымы 300 дана. Тапсырыс № 168.
Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық университетінің басылымы,
Ақпараттық-баспа орталығы.
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22