

SATBAYEV UNIVERSITY

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



**МЕТАЛЛУРГИЯ ЖӘНЕ ӨНЕРКӘСІПТІК
ИНЖЕНЕРИЯ ИНСТИТУТЫ**

**ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ МАШИНАЛАР ЖӘНЕ
ЖАБДЫҚТАР КАФЕДРАСЫ**

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл. канд.,

ассоц. профессор

К.К. Елемесов

«25» мамыр 2020ж

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Берілісі $20 \text{ м}^3/\text{тәул}$ және арыны 500 м болатын ұңғымалық тандемды сорапты қондырғының құрылымын жасау және БӨҚ жиынтығымен қамтылған сынау стендын игеру»

5B072400 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар» мамандығы

Орындаған: Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызы
Төленді Артық Нұржанұлы

Ғылыми жетекші тех. ғыл. канд., профессор: Мырзахметов Бейбит Абикенович

Алматы 2020

Satbayev University

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Технологиялық машиналар және жабдықтары кафедрасы

5B072400 – «Технологиялық машиналар және жабдықтар»

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл канд.,

ассоц. профессор

К.К. Елемесов

«28» қаңтар 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Меңдіғалиева Гүлмира Тыныштыққызы, Төленді Артық Нұржанұлы

Тақырыбы Берілісі 20 м³/тәул және арыны 500 м болатын ұңғымалық тандемды сорапты қондырғының құрылымын жасау және БӨҚ жиынтығымен қамтылған сынау стендын игеру

Университет басшысының "27" қаңтар 2020 ж. № 762-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «01» маусым 2020 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: Берілісі 20м³/тәул, арыны 500 м болатын тандемды сорапты қондырғы

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Техникалық бөлім: ОТС жұмыс принципіне шолу. Ағынды сораптың артықшылықшылықтары. Тандемды сорапты қондырғының жұмыс принципі.

б) Есептеу бөлімі: ОТС параметрлеріне байланысты, АС-тың негізгі элементтерінің параметрлері есептелінді.

в) Арнайы бөлім: техникалық ұсыныстар қарастырылды.

г) Эксперименттік бөлім: БӨҚ арқылы жасалынған стендті игеру, стендті аппаратуралық талдау, принципиалды схеманы құрастыру.

Сызба материалдар тізімі (6 парақ сызбалар көрсетілген)

1. Стендтың кинематикалық сызбасы; 2. Жинақ сызбасы; 3. Бөлшек сызбасы; 4. Техникалық ұсыныс; 5. ОТЭСҚ-ның арынды сипаттамасының сызбасы; 6. Ағынды сораптың оңтайлы геометриялық параметрлерін анықтау сызбасы.

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 атау

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе приведены результаты аналитических, расчетно-экспериментальных, стендовых исследований по обоснованию применения тандемных насосных установок в составе "струйного насоса+ЭЦН" для откачки нефти из скважины.

В результате исследования были подтверждены принципиальные возможности и преимущества их применения в насосных скважинах нефтяных месторождений. Полученные результаты могут представлять научный и практический интерес при разработке новых конструкций струйных насосов и их компонентов, с целью повышения технологической и экономической эффективности ЭЦН, снижения сроков ремонта и в других условиях эксплуатации.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыста мұнайды скважинадан сору үшін "ағынды сорап+ОТС" құрамды тандемді сорап қондырғыларын қолдануды негіздеу бойынша аналитикалық, есептік-эксперименталдық, стендтік зерттеулердің нәтижелері келтірілген.

Зерттеу нәтижесінде оларды мұнай кен орындарының сору ұңғымаларында қолданудың принципті мүмкіндіктері және артықшылықтары расталды. Алынған нәтижелер ағынды сораптардың жаңа құрылымдарын және олардың құрамдастарын әзірлеу кезінде, ОТС-тың технологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімділігін арттыру, жөндеу мерзімін азайту мақсатында және пайдаланудың басқа жағдайларында ғылыми және практикалық қызығушылық танытуы мүмкін.

ANNOTATION

The thesis presents the results of analytical, computational and experimental, bench-based research on the justification of the use of tandem pumping units as part of the "jet pump+ECP" for pumping oil from the well.

As a result of the research, the principal possibilities and advantages of their application in pumping wells of oil fields were confirmed. The results obtained can be of scientific and practical interest in the development of new designs of jet pumps and their components, in order to increase the technological and economic efficiency of the ESN, reduce the repair time and in other operating conditions.

Терминдер мен анықтамалар

- ЭОТС – электрлі ортадан тепкіш сорап
- ОТС – ортадан тепкіш сорап
- ББЗ – беттік-белсенді заттар
- ОТЭСҚ – ортадан тепкіш электрлі сорапты қондырғы
- АС – ағынды сорап
- ПӨК – пайдалы әсер коэффициенті
- СКҚ – сорапты-компрессорлы құбырлар
- АСҚ – ағынды сорап қондырғысы
- ТСҚ – тандемді сорап қондырғысы
- БӨҚ – бақылау-өлшеу құралдары

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Техникалық бөлім	9
1.1 Электрлі ортадан тепкіш сораптың жұмысының ерекшеліктері туралы әдеби шолу	9
1.2 ЭОТС-ны пайдаланудың технологиялық тиімділігін арттыру тәсілдері	11
1.3 Ұңғымаларда тандемді қондырғыны орнату ерекшеліктері туралы әдеби шолу	14
1.4 Ағынды сораптардың жұмыс істеу принципі және конструкциясы	15
1.5 Тандемді сорапты қондырғыларының жұмыс істеу принципі және конструкциясы	20
1.6 Тандемді қондырғыларды қолдану технологиясын таңдау және негіздеу, артықшылықтары мен кемшіліктері	22
2 Арнайы бөлім	27
3 Есептеу бөлімі	37
3.1 Тандемді қондырғыны есептеу әдістемесі мен алгоритмі	37
3.2 MAPLE бағдарламалық кешенін қолдана отырып тандем қондырғысын есептеу-эксперименттік математикалық модельдеу әдістемесі	38
4 Эксперименттік бөлім	49
4.1 Эксперименттік стендтің принципияльды схемасы	49
4.2 Эксперименттік стенд құрамындағы негізгі жабдықтар мен бақылау өлшеу құралдарына шолу, стендті аппаратуралық талдау	52
4.3 Эксперимент нәтижелерін талдау	56
5 Еңбекті қорғау бөлімі	58
5.1 Өндірістегі қауіпті және зиянды факторлар	58
5.2 Химиялық факторлар, зиянды заттар	59
5.3 Физикалық факторлар	59
5.4 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету	60
Қорытынды	64
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	65
Қосымша	

КІРІСПЕ

Дамудың қазіргі кезеңінде игерудің соңғы сатысына енген мұнай-газ кен орындары үшін мұнай өндіру көлемінің азаюы және ұңғымалар өнімінің сулану үрдісі тән. Мұнайдың 90%-дан астамы механикаландырылған тәсіл – сорап қондырғылары арқылы өндірілетіндіктен, пайдалану көрсеткіштерімен ұңғымалық жабдықтың тиімді жұмысын қамтамасыз ету мәселесі тұр. ТМД-да барлық мұнай ұңғымаларының көп бөлігі батырылатын электрлі ортадан тепкіш сорап қондырғыларымен жабдықталған, олардың үлесіне мұнай өндірудің негізгі көлемі (65%-дан астам) тиесілі болып табылады. Сондықтан берілген жағдайларда технологиялық және энергетикалық көрсеткіштерді есепке ала отырып, осындай ұңғымаларды электрлі ортадан тепкіш сораптармен(ОТС) пайдалану тиімділігін арттыру өзекті проблемалардың бірі болып отыр [7].

Ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыру үшін қажетті шарттар электр ортадан тепкіш сораптармен қабаттық сұйықтықтарды көтеру процесінде болатын құбылыстардың физикалық мәнін зерттеу және су-мұнай қоспаларының сорап жабдығының жұмысына теріс әсерін төмендетуге мүмкіндік беретін технологияларды таңдау болып табылады.

Мұнай-газ өнеркәсібін дамытудың қазіргі кезеңінде мұнай өндіру қарқынының біртіндеп төмендеуімен, өнімнің сулануының өсуімен сипатталады, бұл өз кезегінде қолданылатын сорап жабдықтарының технологиялық параметрлеріне, оның тиімділігіне мен сенімділігінің төмендетуіне елеулі әсер етеді.

Қиын игерілетін мұнай кен орындарын игеруге және күрделі факторлардың (жоғары температура,қысым және тұз, механикалық қоспалар, газдың болуы) болу жағдайында мұнай ұңғымаларын пайдалануға байланысты мұнайды механикаландырылған тәсілмен өндіру кезінде технологияларды таңдауға жоғары талаптар қойылады. Құбырдан тыс аймақта газдың ұлғайған көлемі бар қабаттық өнімді өндіру процесінде көптеген өндіруші мұнай компанияларында бүгінгі күні басым болып табылатын ОТС қондырғыларымен мұнай-газ ұңғымаларын игеру (олармен жабдықталған мұнай ұңғымалары қорының саны бойынша да, өндіру көлемі бойынша да) күрделі процесс болып табылады. Олар ұңғымалардан құрамында мұнай, су, газ және механикалық қоспалары бар қабаттық сұйықтықтарды соруға бейімделген. Мұндай жағдай олардың артықшылықтарына байланысты (жоғары өнімділік, берілісінің үлкен диапазоны, жоғары арын және тағы басқа), олар ұңғымалардан қазіргі кезеңінде байқалатын қабаттық өнімдерді барынша іріктеу қажеттілігі жағдайында және кен орындарының сулануының ұлғаюы кезінде іске асырылады. Дегенмен, ОТЭСҚ жабдықталған ұңғымалардың ұтымды жұмысына кедергі келтіретін факторлар бар. ОТЭСҚ жұмысына әсер ететін факторлар көп – ұңғыманың құрылысынан бастап ұңғыма оқпанында және қабатта өтетін процестерге дейін. Бұл қиындықтар бірқатар жағдайларда диспергаторлармен, газепараторлармен, немесе сораптардың арнайы құрылымымен (мультифазды сораптар, конустық

құрастыру) жарактандыру арқылы шешіледі, дегенмен бұл технологиялар жиі көмектеспейді.

Біздің дипломдық жобада қарастыралатын, қазіргі уақытта мұнай саласында қолданысқа ие технологияларға балама болып табылатын жоғарыдан төмен қарай бірқатар орналасқан ағынды сораптан (АС) және ОТС тұратын қондырғылардан тұратын тандем тәсілімен мұнай өндіру пайдаланылады. Батырылатын сорапқа алдын-ала сепарацияланатын еркін газ ұңғыманың құбыр сыртындағы кеңістігіне түседі, одан ағынды сорапта инъекциялау процесі есебінен сорапты-компрессорлық құбырларға қайтадан тартылады. Қабаттық өнім бұл ретте жұмыс сұйықтығы болып табылады, ол ағынды сораптың қабылдау камерасында сопло арқылы өту процесінде сиретуді жасайды.

Тандемді қондырғылар деп ұңғымаларды пайдалануға арналған, кем дегенде, әрекет ету принципі әртүрлі немесе бірдей екі сораппен жұмыс жасайтын қондырғыларды айтамыз.

"ОТС-АС" тандем қондырғысы мұнайдан бөлінетін газдың энергиясын барынша пайдалану есебінен ұңғыма өнімін көтерудің тиімділігін арттыруға және оңтайландыруға, сондай-ақ оның дебитін арттыруға арналған.

Мұнай өндіру ұңғымаларындағы электр ортадан тепкіш сораптың және ағынды сораптың бірлескен жұмысын зерттеумен Х.Х. Гумерский, В.П. Марьенко, С.Д. Миронов, И.Т. Мищенко, Ю.А. Цепляев айналысқан. Олар ағынты сорап бар батырмалы сораптың әр түрлі конструкцияларын қарап, олардың жұмысқа қабілеттілігінің тиісті технологиялық әсерін алу арқылы дәлелдеді [2].

"Тандем" ОТЭСҚ-ның беріліс диапазонын барынша кеңейтуге, жұмысын оңтайлы режимге келтіруге, оңтайлы режимнен аз берілісті режимге ауысқан уақыттада сорап жұмысының тұрақтылығын арттыруға мүмкіндік береді.

Ағынды сораптарды әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады, бұл олардың жақсы сенімділігімен, қозғалатын бөлшектерінің жоқтығымен, конструкцияның қарапайымдылығымен, күрделі жағдайларда жұмыс істеу қабілеттілігімен байланысты болып табылады: инъектелетін өнімнің агрессивтілігі жағдайында және жоғары температураларда, сорылатын сұйықтықта механикалық қоспалардың жоғары болуы кезінде.

Алайда, "электр ортадан тепкіш сорап – ағынды сорап" ("ОТС-АС") типті тандем қондырғыларының тиімді жұмыс жағдайын қамтамасыз ету үшін: біріншіден, тандем қондырғысының үздіксіз (тұрақты) жұмысының интервалдарын анықтауымыз қажет; екіншіден, мұнай ұңғымасындағы ағынды сораптың батырмалы сораппен оңтайлы параметрлерін теориялық түрде таңдауды негіздеуіміз қажет; сонымен қатар, ағынды сорапты оңтайлы түсіру тереңдігін анықтау тандем қондырғысының жұмысын қамтамасыз ету үшін маңызды мәнге ие болып табылады. Ағындық сорапты түсіру тереңдігінің азаю жағдайында инъекцияланатын сұйықтықтың құрамындағы газ мөлшері өседі. Сонымен қатар ағынды сорапқа қарсы қысым азаяды, бұл өз кезегінде оның өнімділігінің өсуіне ықпал етеді және көтергіш құбырдағы гидравликалық

шығындар төмендейді. Егер көтеру құбырындағы сұйықтықтың тығыздығы ағындық сораптың үстіндегі құбыр кеңістігінен қарағанда көп болған жағдайда ағындық сорапта қосымша қысым пайда болады.

Отандық компаниялардың мұнай кен орындарында тандемдік технологияның көмегімен өндірудің айқын артықшылықтарына қарамастан (газды инъекциялау есебінен сорапты-компрессорлық құбырлардағы сұйықтық бағанасының үлес салмағын төмендету, салыстырмалы арзандау, динамикалық деңгейді тұрақтандыру мүмкіндігі) бұл технология кең қолданыста емес. Мұндай жағдайдың негізгі себебі батырмалы және ағынды сораптардың оңтайлы параметрлерін таңдау күрделілігінен тұрады (ұңғымадағы насостарды орнату орны, ОТС өнімділігі мен қысымы, араластыру камерасының өлшемі және ағынды насостың соплосының диаметрі). Бұл мәселелерді және олардың шешімдерін біз осы дипломдық жобада ұсынамыз.

1 Техникалық бөлім

1.1 Электрлі ортадан тепкіш сораптың жұмысының ерекшеліктері туралы әдеби шолу жұмыстары

Қазіргі уақытта батырмалы ортадан тепкіш сораптар (ОТЭСҚ) мұнай ұңғымаларын механикаландырылған әдіспен пайдаланудың негізгі тәсілдерінің бірі болып табылады. Олардың үлесіне Қазақстанда өндірілетін мұнайдың 53%-дан астамы және ұңғымадан алынатын өнімнің 63%-дан астамы тиесілі [7].

Ортадан тепкіш сораптар кез келген температурадағы сумен, тұтқырлығы жоғары сұйықтықтармен, ағынды сулармен, түрлі қоспалары бар заттармен (күм, шлак, топырақ, шымтезек, көмір) жұмыс істеуге қабілетті. Осы артықшылықтарына байланысты, мұндай сораптар химия және мұнай саласында, шахталарда жұмыс істеу кезінде, тұрмыстық және коммуналдық кәсіпорындарда жиі қолданылады.

ОТС қондырғылары дебиті 20-1000 м³/тәул және сұйықтықтың көтерілу биіктігі 500-2000 м болатын жоғары дебитті, суланған, терең және көлбеу ұңғымаларды пайдалануға мүмкіндік береді.

Үлкен беріліс кезінде (80 м³/тәул жоғары) ОТЭСҚ мұнай өндірудің барлық механикаландырылған тәсілдерінің арасында ПӘК-і ең жоғары болып табылады. Бірақ, берілісі төмендеген жағдайда ОТЭСҚ-ның ПӘК-і бірден төмендейді. Сондай-ақ ОТС қондырғылары ұңғыма оқпанының қисықтығының әсеріне аз ұшырайды.

ОТЭСҚ кең қолдануының негізгі факторы ұңғымада сораптың жанында жетекті орнату болып табылады, бұл олардың арасындағы ұзын байланыс торабын және сорапқа пайдалы қуатты беру жағдайын шектеуді жоюға мүмкіндік берді. Қазіргі уақытта ОТС-тың жұмыс параметрлері және оның ерекшеліктеріне тоқталатын болсақ: пайдалы қуаты штангалық сораптарда 14-тен 120 кВт-қа дейін құрайды; өндірілетін сұйықтағы күкірт сутегінің құрамы 0,01 г/л дейін, коррозиялық-тұрақты орындалатын қондырғылар үшін – 1,25 г/л; ілеспе судың максималды мөлшері – 99%; сорапқа кіре берістегі еркін газ – 25% (көлемі бойынша) артық емес, ал модульдері бар қондырғылар үшін – газ сепараторлары – 55%; қатты бөлшектердің максималды құрамы – 0,1 г/л, ал тозуға төзімді орындалған сораптар үшін – 5 г/л дейін.

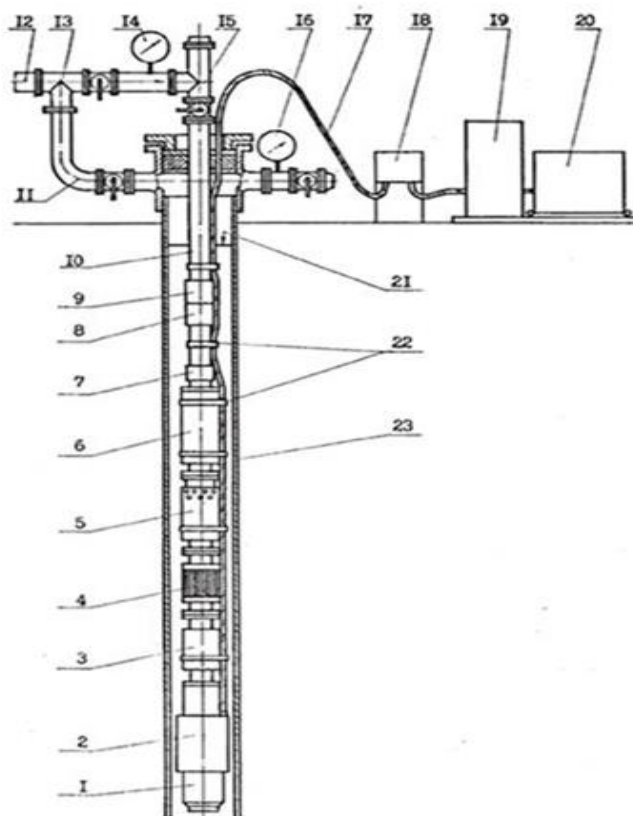
Ортадан тепкіш сораптардың сипаттамалары оның конструкциясына, бөлшектердің материалдарына, негізгі жұмыс тораптарының жұмыс істеу принциптеріне байланысты болып келеді. Сораптың ең дәл сипаттамасын практикада тәжірибелік жолмен анықтауымызға болады. Ортадан тепкіш сораптардың жұмыс істеу процесінде, әдетте, теорияда толық көлемде қарастыру мүмкін емес болатын сыртқы факторлар мен әсерлердің үлкен көрсеткіштері ескерілуі қажет.

Электр ортадан тепкіш батырмалы сораптар терең және көлбеу мұнай ұңғымаларында (және тіпті көлденең ұңғымаларда), қатты суланған ұңғымаларда, қабаттық сулардың жоғары минералдануы кезінде, тұз және

механикалық қоспалары, қышқыл ерітінділері бар өнімді көтеру үшін қолданылуы мүмкін.

Ортадан тепкіш сораптардың жіктелуін бірнеше негізгі түрге бөлуге болады: конструктивтік ерекшеліктер принципі, арын деңгейі және жұмыс дөңгелегінің жылдам өту көрсеткіші бойынша. Конструктивті тұрғыда, ортадан тепкіш сораптар судың бір жақты немесе екі жақты кіруімен жабдықталуы, біліктің көлденең немесе тік орналасуы, сондай-ақ корпустың көлденең немесе тік жағдайда орналасқан болуы мүмкін.

ОТЭСҚ тиімді пайдаланудың маңызды шарттарының бірі – бұл ұңғымаға сорапты қондырғыны дұрыс таңдау, яғни әрбір нақты ұңғымаға сораптың, гидроқорғанышы бар электрқозғалтқыштың, кабельдің, трансформатордың, көтергіш құбырлардың өзара шартталған өлшемін таңдау және ұңғыманы игеруді қамтамасыз ететін сорапты ұңғымаға түсіру тереңдігін және одан ұңғыма жүйесінің орнатылған жұмыс режимінде сұйықтықты игерудің технологиялық нормасын (номиналды дебит) қамтамасыз ету болып табылады.



1-компенсатор, 2-батырмалы электрқозғалтқыш (ПЭД), 3-протектор, 4-қабылдау торы, 5 газосепаратор; 6-сорап, 7-ұстау бастиегі, 8-кері клапан, 9-түсіру клапаны, 10-сорапты-компрессорлық құбырлар бағанасы (НКТ), 11-тізе(колено), 12-шығару желісі, 13-сағалық кері клапан, 14 және 16-манометрлер, 15-сағалық арматура, 17-кабель желісі, 18-байланыстырушы желдеткіш жәшігі, 19-басқару станциясы, 20-трансформатор, 21-ұңғымадағы сұйықтықтың динамикалық деңгейі, 22-белдіктер, 23-пайдалану колоннасы

1.1 Сурет – Ұңғымада батырмалы ортадан тепкіш сорапты орнату схемасы

Қондырғының жұмысы кезінде (1.1-сурет) 6 сорап ұңғымадан сұйықтықты сорапты-компрессорлық құбырлар 10 бойынша жоғарыға сорады. 6 сорап 2 батырмалы электрқозғалтқышпен іске қосылады, оған электр энергиясы жоғарыдан кабель 17 бойынша жүргізіледі. 2 қозғалтқышты салқындату ұңғымалық өнім ағынымен жүргізіледі. Жерүсті электроқондырғылары –трансформатор мен 20 басқару станциясы 19 электрқозғалтқышқа жіберетін оңтайлы кернеуді қамтамасыз ететін шамаға дейін кәсіптік электрқозғалтқыштың 2 кернеуін 17 кабельдегі шығындарды есепке ала отырып, түрлендіруге, сондай-ақ батырмалы қондырғының жұмысын басқаруға және оны аномальды режимдерде қорғауға арналған [10].

1.2 ОТЭСҚ-ны пайдаланудың технологиялық тиімділігін арттыру тәсілдері

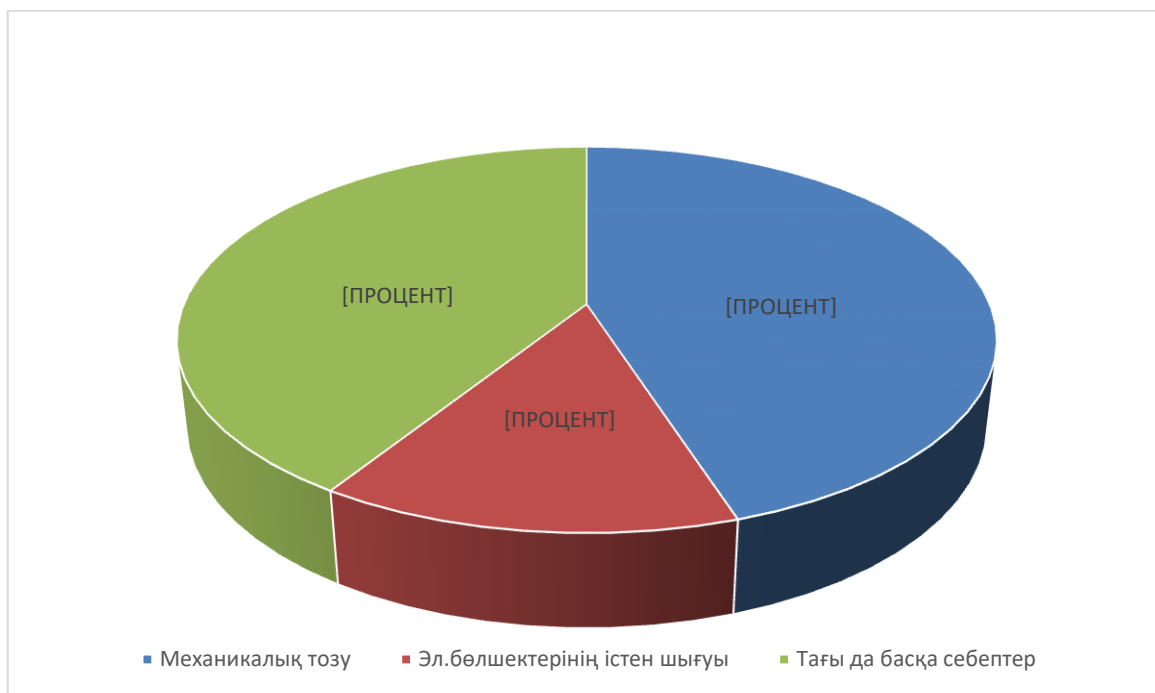
Мұнай-газ өндіру саласының қазіргі жағдайлары ұзақ пайдаланылатын кен орындарынан мұнай өндіру көлемінің азаю үрдісімен, күрделі игерілетін мұнай кен орындарының үлесінің ұлғаюымен, аз және орташа дебиттік ұңғымалар санының ұлғаюымен сипатталады. Жоғарыда айтылған жағдайларда ұңғымаларды пайдалану көптеген қиыншылықтарға әкеледі.

Мұнай кен орындарын игерудің соңғы сатысында өнімнің жоғары сулануы, оның құрамында механикалық қоспалардың көп мөлшерде болуымен, оқпанда әртүрлі органикалық және бейорганикалық шөгінділердің түзілуімен, жабдықтың коррозиясы және тағы басқа процесстердің қарқындылығымен сипатталады. Мұнай кен орындарын игерудің соңғы сатысында, ұңғымалар жұмысының жылдамдатылған режимдері мұнай өндіру көлемін ұлғайтудың шешуші факторларының бірі болып табылғанда, электр ортадан тепкіш сораптардың жоғары өнімді қондырғыларын (ОТЭСҚ) қолдану дұрыс, алайда бұл қондырғыларды пайдалану көптеген қиыншылықтары да бар.

ОТЭСҚ жұмысына әсер ететін факторлар өте көп - ұңғыманың құрылысынан бастап, қабатта және ұңғыма оқпанында өтетін процестерге дейін. Барлық асқынулардың жиынтығы ОТЭСҚ жұмысының тиімділігінің күрт төмендеуіне әкеледі. Осыған байланысты сорап жұмысының технологиялық көрсеткіштерін және жалпы қондырғыны жақсарту бойынша әзірлемелер өзекті болып отыр.

ОТЭСҚ жұмысына әсер ететін барлық факторларды бірнеше топтарға бөлуге болады (1.2-сурет): бірінші топқа өнімде еркін газдың болуы, өнімнің күрделі құрамы, тұздар мен парафин шөгінділерінің пайда болуы, механикалық қоспалардың болуы және т. б. геологиялық факторларды құрайды; екінші топқа ұңғыма мен ОТЭСҚ конструкциясының ерекшеліктеріне байланысты факторлар кіреді. Оларға пайдалану колоннасының диаметрі, оқпанның қисықтығын жинау учаскелерінің саны мен геометриясы, сораптарды түсіру тереңдігі, ОТЭСҚ тораптары мен бөлшектерінің орындалу сапасы және т.б сияқты сипаттамалары жатады. Факторлардың үшінші тобын кен орындарын игерудің қолданылатын жүйесін және ұңғымаларда жөндеу жұмыстарын

жүргізу технологияларын іске асыру шарттарын сипаттайтын параметрлер құрайды. Ұңғымалардың, қабаттық флюидтердің және тау жыныстарының тойтарыс беру сұйықтықтарының қолданылатын қабаттың түп маңы аймағындағы әсер етулер, сондай-ақ түп маңы аймағын өңдеу бойынша операцияларды жүргізу технологиясының бұзылуы қабатқа агрессивті технологиялық сұйықтықтардың үлкен көлемінің енуіне және сұйықтықтарды фильтрациялаудың гидродинамикалық шарттарының нашарлауына әкеп соғады.



1.2 Сурет – Батырмалы сораптардың істен шығу себептері

ОТЭСҚ-мен ұңғымаларды пайдалану кезінде барлық аталған факторлардың әрекеті бір мезгілде жүргізілуі мүмкін болып табылады. Осының нәтижесінде қондырғы конструкциясының қандай да бір элементінің мерзімінен бұрын істен шығуы және жұмыс істеу көрсеткіштерінің нашарлауы, жөндеу аралық жұмыс кезеңі қаруы сияқты зақымданулар орын алуы мүмкін.

ОТЭСҚ-ның жұмысын реттеу және эффективті жұмыс жасауына қажетті жағдайларды қарастырайық.

Ортадан тепкіш сораптардың апатсыз жұмысын қамтамасыз ету үшін оларды бақылау-өлшеу құралдарының белгілі бір жиынтығымен жинақтау қажет. Сораптың жұмыс дөңгелегін құбыр желісіне кездейсоқ түскен қауіпті заттардан қорғау мақсатында сорапқа кіру желісінде ысырма және сүзгі орнату ұсынылады. Кавитация процесінің пайда болуын болдырмау үшін, сорапқа кіретін ағынның қысымын бақылау үшін кері клапан мен манометр орнатылады. Айдау желілеріндегі жабық ысырмадан болуы мүмкін соққыдан сорапты қорғау үшін сораптың артына кері клапан және сораптан шыққан кездегі сұйықтықтың қысымын бақылау үшін манометр орнатылады.

Негізгі жұмыс сипаттамалары таңдалған модельдік қатарға арналған негізгі жұмыс сипаттамалары қисық тәуелділіктерінің графиктерінде жұмыс аралығының ортасында орналасқан сорапты таңдауымыз керек. Сорап өлшемін таңдау кезінде сорап орнатылған жүйенің кедергісін ескере отырып, сорап қамтамасыз етуі тиіс сораптың өнімділігі мен арынының талап етілетін негізгі сипаттамаларының максималды мәндеріне бағдарланады.

Сораптың апатсыз тиімді жұмысы үшін оның кавитациясыз жұмыс жағдайын қамтамасыз ету қажет, ол мынадай шарттарды сақтаумен қамтамасыз етіледі: "Сораптың кавитациялық қоры сорап орнатылған жүйенің кавитациялық қорынан төмен болуы тиіс" [5].

Сораптың ағынды бөлігін және айдалатын ортамен түйісетін бөлшектерді материалдық орындалуы сорап бойымен айдалатын ортаның коррозиялық белсенділігіне байланысты таңдалып алынуы қажет.

Айдалатын сұйықтықтың физикалық-химиялық қасиеттеріне байланысты сорапта қолданылатын тығыздау торабының құрылымы мен түрін анықтаймыз. Ортадан тепкіш сораптар сальникті және механикалық тығыздаудың әртүрлі түрлерімен жинақталуы мүмкін.

Сораптың тұтынылатын қуаты ең жоғары өнімділік мәндері сораптың негізгі жұмыс сипаттамаларының қисық тәуелділігінің графиктері бойынша анықталады.

Стандартты мұндай графиктер су бойынша есептеледі, егер айдалатын сұйықтықтың тығыздығы судың тығыздығымен ерекшелінсе, кестеде алынған сораптың тұтынылатын қуатының мәнін $\rho_{\text{сұйықтық}}/\rho_{\text{су}}$ қатынасы бойынша көбейту қажет.

Біз жоғарыда ОТЭСҚ-ның параметрлерін немесе конструкциясын өзгерту арқылы, сонымен қатар әртүрлі қосымша жабдықталулар арқылы сораптың жұмысын қалай жақсартуға болатынын қарастырдық. Ендігі кезекте қазір жаңадан қолданыс тауып келе жатқан тиімділігі жағынан кем түспейтін әдісті қарастырамыз.

Мұнай өндіру үшін кеңінен қолданылатын батырмалы электрлі ортадан тепкіш сораптардың (ОТЭСҚ) қондырғысының энергиясын ағынды сораптардың күш жетегі ретінде пайдаланып, "ОТС-АС" тандемді қондырғыларын қолдануымызға болады. Тандемді сорап қондырғысы әрекет ету принципі әртүрлі немесе бірдей, кем дегенде екі сораппен ұсынылған ұңғымаларды пайдалануға арналған қондырғы.

"ОТС-АС" тандем қондырғысы мұнайдан бөлінетін газды барынша пайдалану есебінен ұңғыма өнімін көтерудің тиімділігін арттыруға және оңтайландыруға, сондай-ақ оның дебитін арттыруға арналған қондырғы. "Тандем" технологиясы "ОТС-ұңғыма-қабат" жүйесі жұмысының сенімділігі мен тиімділігін арттыруға арналған.

"Тандем" ОТЭСҚ-ның беріліс диапазонын кеңейтуге, сораптың жұмысын оңтайлы режимге келтіруге, сонымен қатар сорап жұмысының тұрақтылығын оңтайлы режимнен аз берілісті режимдерінде арттыруға мүмкіндік береді.

1.3 Ұңғымаларда тандемді орнату ерекшеліктері туралы әдеби шолу

1968 жылы М.И. Губкин алғаш рет мұнайдан бөлінетін газдың энергиясын барынша пайдалану есебінен ұңғыма өнімін көтерудің тиімділігін арттыруға және оңтайландыруға, сондай-ақ оның дебитін арттыруға арналған ОТС-АС қондырғысының тандем қондырғысының схемасы ұсынған болатын.

Тандемді қондырғыларды әзірлеу кезінде мынадай негізгі талаптарды негізге алуымыз керек:

- 1) Өндіруші ұңғымалардан өнім алу жағдайын ұлғайту мүмкіндігі;
- 2) ОТС қабылдау кезіндегі сепарацияланатын еркін газды ұңғыма өнімін көтеру үшін барынша пайдалану, сондай-ақ камерада ұсақ дисперсті қоспаны біркелкі араластыруды (яғни қоспаның неғұрлым қолайлы эмульсиялық құрылымын құру) қалыптастыра отырып, соплодағы және қабылдау камерасындағы қысымды азайту есебінен ерітіндіден газдың қосымша бөлінуі;
- 3) Гидравликалық шығындарды төмендету және еркін газ энергиясын неғұрлым толық және тиімді пайдалану есебінен қондырғының ПӘК-ін арттыру;
- 4) Ағынды сорап бар қондырғының құрылымын оңтайландыру, оның жұмысының сенімділігін арттыру және металл сыйымдылығын төмендету;

5) Ұңғыманы жер астында жөндеу мерзімін жеңілдету және қысқарту [4].

Сонымен қатар, қабаттық қысымның, өнім қасиеттерінің және ұңғыманың өнімділігінің өзгеруіне байланысты ОТС-ның Q-H сипаттамасын және ағынды сораптың сипаттамасын ескере отырып, тандем қондырғысының икемділігі және пайдалану шарттарын өзгерту кезінде оның жұмыс режимін автоматты түрде қайта құру туралы айтуға болады және бұл ретте ОТС оңтайлы режимде жұмыс істей береді.

"ОТС-АС" тандемді қондырғыларын қолдану практикасы мұнай өндіру үшін барлық белгілі қондырғылар алдында олардың тағы бір аса маңызды артықшылығын ашты: ақылға қонымды уақыт ішінде белгілі тәсілдермен игерілуі мүмкін емес, яғни игеру процесінің рұқсат етілген құны кезінде кез келген күрделі санаттағы ұңғымалардың ағынын шақыру, игеру және жобалық жұмыс режиміне шығару мүмкіндігі.

Ю.А.Цепляев энергетикалық сипаттамалар бойынша "ОТС-АС" қондырғысы ОТЭСҚ-дан кем түспейтінін дәлелдеді. Кейбір жағдайларда "ОТС-АС" қондырғысының ПӘК-і тек ОТСҚ-ның өзі болғандағы ПӘК-інен қарағанда жоғары болуы мүмкін. Бұл маңызды принцип қондырғының гидравликалық ПӘК-і жоғарыдан (қуатты жер бетіндегі жетектен) сұйықтықты тасымалдау кезінде гидравликалық шығындарды жою есебінен, сондай-ақ сораптан өту кезінде сепарацияланатын еркін газдың табиғи энергиясын сұйықтықты көтеру процесінде неғұрлым толық және тиімді пайдалану есебінен жоғарылатумен байланысты (сорапты қабылдау кезінде сепарацияланатын газ көлемі кейде айтарлықтай болуы мүмкін), және ағынды сорап арқылы өту кезінде ерітіндінің тұрақсыз жай-күйін жою және араластыру камерасында газ сұйықтығы қоспасының ұсақ дисперсті эмульсиялық

құрылымын құруға да байланысты болып табылады. Беттік-белсенді заттардың белгілі бір мөлшерін қосу (құбыр сыртындағы кеңістік арқылы) көтергіштің бүкіл ұзындығында газ сұйықтығы ағынының эмульсиялық құрылымын сақтауға және қоспаны көтеру процесінің ПӘК-ін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, егер ағындық сорап үшін жұмыс сұйықтығының шығынын оңтайлы режимдегі ОТС берілісіне тең деп қабылданған болса, онда "ОТС-АС" қондырғысының ПӘК-і ОТС оңтайлы режимде жұмысы есебінен жоғарылауы мүмкін (сораптың максималды ПӘК).

"Тандем" ОТЭСҚ-ның берілісінің диапазонын жеткілікті кең шектерде кеңейтуге, сораптың жұмысын оңтайлы режимге келтіруге, сорап жұмысының тұрақтылығын оңтайлы режимнен аз берілісті режимдерінде арттыруға мүмкіндік береді.

Қондырғының ерекшелігі – ағынды аппарат диффузорсыз орындалған, ал араластыру камерасының рөлін көтергіштің өзі (сорапты-компрессорлық құбырлар бағанасы) атқарады. Бұл схеманың артықшылығы ОТС қондырғысының қысқа мерзімді ажыратулары кезінде көтергіштен сұйықтықтың кері ағып кетуін болдырмайтын кері клапанның болуы болып табылады, бұл батырмалы қондырғының одан әрі пайдалану кезінде іске қосу режиміне қолайлы әсер етеді.

1.4 Ағынды сораптардың жұмыс істеу принципі және конструкциясы

Мұнай кәсіпшілігі практикасына арналған өндіруші жабдықтың жаңа және перспективті түрлерінің бірі ағынды сораптарды орнату болып табылады. Ағынды аппараттар әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады, бұл олардың конструкциясының қарапайымдылығымен, қозғалатын бөліктерінің жоқтығымен, өте күрделі жағдайларда жақсы сенімділікпен және жұмыс істеу қабілеттілігімен байланысты: сорылатын сұйықтықта механикалық қоспалар мен еркін газдың жоғары болуы кезінде, жоғары температура мен инжектелетін өнімнің агрессивтілігі жағдайында.

Гидроағынды сорап – Вентури эффекті әсерінің есебінен пайда болатын сорылатын (пассивті) қабаттың ағынымен жұмыс (белсенді) сұйықтығының ағысын араластыру үшін дайындалған ағынды сораптардың бір түрі, яғни гидроағынды сораптарға сыртқы энергия жұмыс сұйықтығы есебінен жүргізіледі. Бұл ретте пассивті орта газ немесе сұйық болуы мүмкін, оның құрамында қатты немесе газ тәрізді дисперсиялық қоспалар да бар болуы мүмкін.

Сораптың жұмысы істеуі үшін белсенді ағынның сұйықтығының қысымы пассивті ортаның қысымына қарағанда жоғары болуы қажет. Аппараттан кейінгі орта қоспасының қысымы ортаның бастапқы қысымдары арасында аралық мәнге ие.

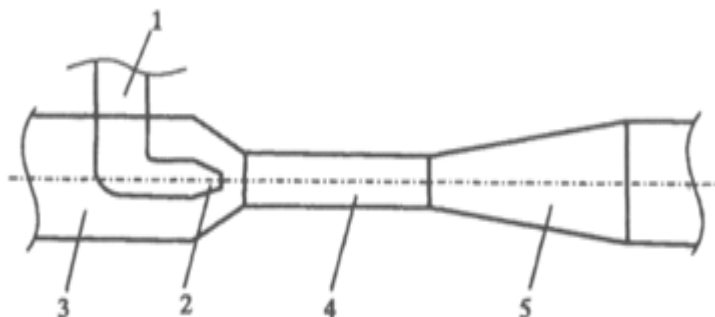
Ағынды аппараттар – инжекциялау процесі жүзеге асырылатын құрылғылар болып табылады, ол тікелей байланыс (араластыру) арқылы бір ағынның кинетикалық энергиясын басқа ағынға беру болып табылады. Аралас

ағындар бір фазада (сұйық, бу, газ) немесе әртүрлі фазаларда (мысалы, бу және сұйықтық, газ және қатты дене және тағы басқа) болуы мүмкін. Араластыру барысында аралас ағындардың фазалық күйі өзгеріссіз қалуы немесе өзгеруі мүмкін (мысалы, бу сұйықтыққа айналуы мүмкін). Көп жылдамдықпен араласу процесіне кіретін ағын жұмысшы ағын деп аталады, ал аз жылдамдықпен кіретін ағын – инжектеленуші. Әдетте, ағынды аппараттарда алдымен потенциалды энергия мен жылудың кинетикалық энергияға түрленуі орын алады. Процесс кезінде ағындық аппараттың ағындық бөлігі арқылы араластырылатын ағындардың жылдамдықтарын теңестіру, содан кейін аралас ағындардың кинетикалық энергиясын потенциалдық энергияға немесе жылуға кері түрлендіру болады. Әдетте, ағындық аппараттан шығатын аралас ағынның қысымы аппарат алдында инжектелетін ағынның қысымынан жоғары, бірақ жұмыс ағынының қысымынан төмен.

Аппараттың негізгі элементтері: жұмыс соплосы, қабылдау камерасы, араластыру камерасы, диффузор. Жұмыс және инжектелетін ортаның ағындары араластыру камерасына түседі, онда жылдамдықтар теңестіріледі, әдетте қысымның жоғарылауымен ілесе жүреді. Араластыру камерасынан ағын диффузорға түседі, онда одан әрі қысым өседі. Диффузор шығысындағы аралас ағынның қысымы қабылдау камерасына түсетін инжектелетін ағынның қысымынан жоғары [2].

Механикалық энергияның тікелей шығынынсыз инжектелетін ағынның қысымын арттыру ағынды аппараттардың негізгі, принципті сапасы болып табылады. Осы сапаның арқасында техниканың көптеген салаларында ағынды аппараттарды пайдалану механикалық айдағыштарды (компрессорларды, сораптарды, газ үрлегіштерді, желдеткіштерді және тағы басқа) қолданумен салыстырғанда анағұрлым қарапайым және сенімді техникалық шешімдер алуға мүмкіндік береді.

Ағынды аппараттарды әртүрлі қондырғыларға қосу схемаларының қарапайымдылығы олардың конструкциясының айрықша қарапайымдылығымен, сондай-ақ оларды дайындау күрделілігімен қатар осы аппараттарды техникада пайдаланудың кең ауқымын қамтамасыз етті.



1-Жұмыс агентін жеткізу арнасы; 2-Белсенді сопло; 3-инжектірілетін сұйықтықты жеткізу арнасы; 4-араластыру камерасы; 5-диффузор

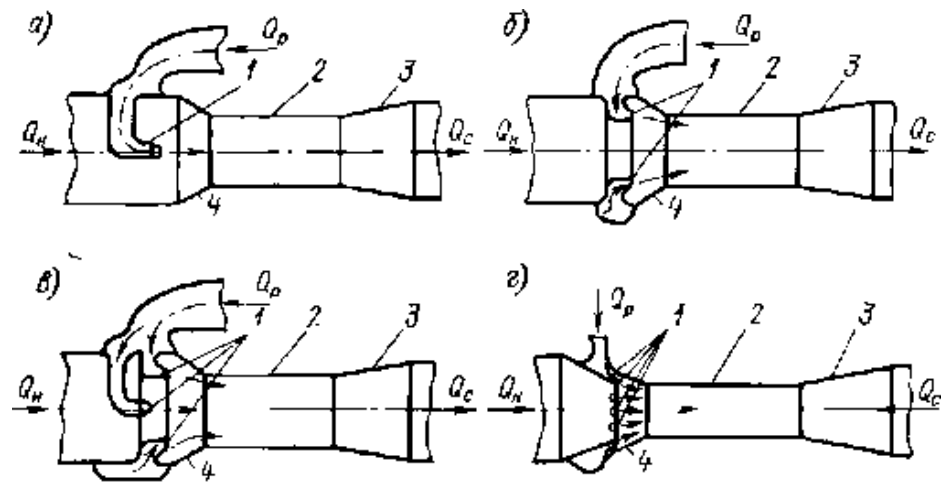
1.3 Сурет – Ағынды сораптың принциптік схемасы

Ағынды сораптың принципті сұлбасы суретте көрсетілген. Сорап келесі элементтерден тұрады (1.3-сурет): 1 жұмыс агентінің өткізгіш арнасынан, 2 Белсенді соплодан, 3 инжектелетін сұйықтықтың өткізгіш арнасынан (сопло аймағында бұл арнаны қабылдау камерасы деп атайды), 4 араластыру камерасынан және 5 диффузор.

Ағындық сораптың жұмыс принципі мыналардан тұрады: едәуір потенциалдық энергияға ие жұмыс агенті потенциалдық энергия бөлігінің кинетикалық энергияға түрленуі орын алатын 2 Белсенді соплоға шығарылады. 2 соплодан туындайтын жұмыс агентінің ағысы қабылдау камерасындағы қысымды төмендетеді (араластыру камерасының басы мен соплоның кесігі арасындағы көлем), соның салдарынан инжектелетін сұйықтықтың бір бөлігі (ұңғыма өнімі) жұмыс агентіне араласады және араластыру камерасына түседі. Араластыру камерасында жұмыс агенті және инжектелетін сұйықтық араластырылады, олардың жылдамдығы мен қысымы теңестіріледі және аралас ағын 5 диффузорға түседі. Диффузорда аралас ағынның кинетикалық энергиясының бірқалыпты төмендеуі және оның потенциалды энергиясының өсуі орын алады. Диффузордан шыққан кезде аралас ағын оның бетіне көтерілу үшін жеткілікті потенциалды энергияға ие болуы тиіс.

Ағынды сораптардың схемалары әртүрлі. 1.4-суретте реттелмейтін ағынды сораптардың ең танымал және кең тараған конструкцияларының сұлбалары келтірілген, ал 1.5-суретте – реттелетін геометриялық параметрлері бар ағынды сораптар, бұл жерде реттеу жұмысшы (белсенді) соплоның шығу қимасы ауданының немесе араластыру камерасының (горловинаның) көлденең қимасы ауданының өзгеруі есебінен жүргізіледі. Көп ағынды сораптардың конструкцияларының әртүрлілігіне қарамастан, келесі элементтерді бөліп көрсетуге болады: белсенді (жұмысшы) соплолар, араласу камерасы (горловина), диффузор, әдетте конфузор түрінде орындалатын пассивті ағысты өткізуге арналған горловинаның кіру учаскесі. Жұмысшы конустық соплоны (қондырмаларды) негізінен араластыру камерасымен бір өсте (ортасына) орнатады (1.4, а; 1.5-сурет), сондай-ақ араластыру камерасының перифериясы бойынша орналастырылған сақина түрінде (1.4, б-сурет), немесе аралас (1.4, в-сурет). Кейбір жағдайларда бірнеше соплосы болатын ағынды аппараттар қолданылады (1.4, г-сурет). Белсенді соплоның кесігінің жазықтығы араластыру камерасының кіру қимасында болуы немесе одан ағысқа қарсы біршама қашықтыққа (әдетте соплоның бір-үш калибрінен артық емес) берілуі (жылжытылуы) тиіс [8].

Араластыру процесі бар гидроарынды сораптардағы белсенді және пассивті орталардың араласу процесін шартты түрде екі учаскеге бөлуге болады. Бастапқы учаскеде сұйықтық ағысы батырылған турбулентті ағыстың таралуына ұқсас болады. Батырылған ағыстың шекарасында араласудың кең, кеңейтілген аймағы-турбулентті шекара қабаты пайда болады. Сұйық бөлшектерінің шекаралық қабатқа тартылуы салдарынан араластыру камерасында ағыстың ағуы қозғалмайтын сұйықтықтың құрамында емес, сорылатын ағында болады.



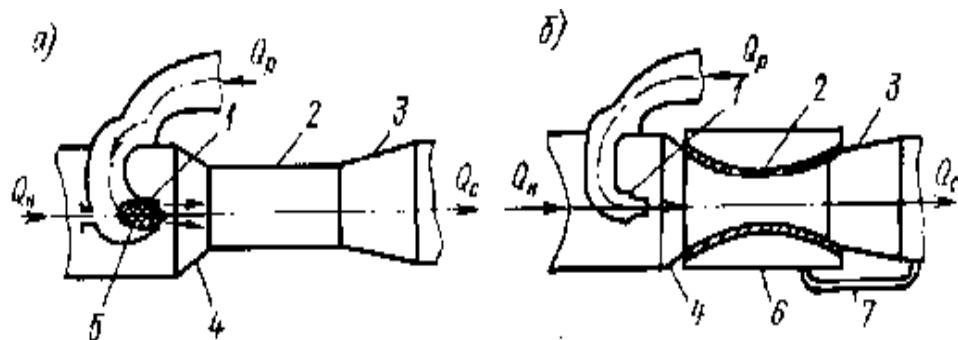
а-орталық соплосы бар; б-сақиналы соплосы бар; в-орталық және сақиналы соплосы бар; г-көп табанды;

1-соплосы бар; 2-араластыру камерасы; 3-диффузор; 4-конфузор

1.4 Сурет – Реттелмейтін гидроағынды сораптардың схемалары

Бұл бұрыш ағынның кеңеюі неғұрлым аз болған сайын, соғұрлым сорылатын ағынның жылдамдығы көбірек болады. Турбулентті шекаралық қабаттан басқа, соплодан ағатын сұйықтық жылдамдығын алып тастау шамасына қарай да азаятын болады.

Арқасында бұл шектік қабатқа айдалатын ортадан бөлшектер үздіксіз тартылады, ағыстағы сұйықтықтың жалпы шығыны соплоның кесіндісінен алып тасталуына қарай артады.



а-соплоның шығыс қимасының реттелетін ауданы бар; б-араластыру камерасының көлденең қимасының реттелетін ауданы бар; 1-сопло; 2-араластыру камерасы;

3-диффузор; 4-конфузор; 5-соплоның шығыс қимасының ауданын реттеу үшін арналған бұрыш; 6-араластыру камерасының көлденең қимасының ауданын өзгерту үшін қосымша қуыс; 7-камераға сұйықтықты беруге арналған құбыр.

1.5 Сурет – Реттелетін геометриялық параметрлері бар сораптардың схемалары

Белгілі бір қимада шекаралық қабаттың өсуі араластыру камерасының қабырғаларымен шектеу есебінен тоқтатылады. Осы қимадан бастап белсенді

сұйықтық ағысына ауысатын ортаның жаңа массасын тарту тоқтатылады. Бірақ бұл қимада радиус бойынша жылдамдық әлі біркелкі емес.

Сондықтан араластыру камерасында ұзындығы 6-10 диаметрге дейін тұрақтандырудың қосымша учаскесі қажет, онда ағынның параметрлерін одан әрі теңестіру жүргізіледі.

Қысымдар мен жылдамдықтар өрістерін теңестіргеннен кейін, одан да үлкен жылдамдықпен аралас ағын диффузорға беріледі, онда ағын кинетикалық энергиясының потенциалды қысым энергиясына түрленуі болады.

Ағынды аппараттардың артықшылықтары:

- 1) жоғары өздігінен сору қабілеті;
- 2) сұйықтықтарды, газдарды, газ сұйықтықты қоспаларды, қатты қоспалары бар ағындарды, агрессивті және уытты(токсичные) орталарды кедергісіз айдау мүмкіндігі;
- 3) конструкцияның қарапайымдылығы, жылжымалы бөлшектердің болмауы және жоғары сенімділік көрсеткіштері;
- 4) шағын габариттер мен масса, қол жетімділігі қиын жерлерде орналастыру мүмкіндігі, техникалық қызмет көрсетудің толық болмауы;
- 5) арынды және бергіштігін реттеу қарапайымдылығы.

Қазіргі уақытта жер үсті және батырмалы күш жетегі бар ағынды сорап қондырғылары әзірленген; бұл ретте ағынды сорап стационарлық немесе салынбалы (лақтырылатын) болуы мүмкін. Жер үсті жетегі бар ағынды сорап қондырғылары екі құбырлы және бір құбырлы болуы мүмкін, бірақ пакерді пайдалану арқылы. Батырмалы күш жетегі бар ағынды сорап қондырғылары, әдетте, пакерсіз бір құбырлық қондырғылар. Әрбір жүйенің артықшылықтары, кемшіліктері және өзінің ұтымды қолдану саласы бар. ОТСҚ-мен қолданылатын батырмалы жетегі бар ағынды сорап қондырғылары ерекше орын алады. Мұндай қондырғылар тандем қондырғыларының атауына ие болды: олар ұңғымаларды пайдалану технологиясын жоғары деңгейге шығара отырып, ұңғымаларды механикаландырылған пайдаланудың кез келген басқа тәсілдерінің алдында бірқатар маңызды артықшылықтарға ие.

1.5 Тандемді сорапты қондырғыларының жұмыс істеу принципі және конструкциясы

Қазіргі уақытта зерттелініп отырған ОТС конструкциялары барынша жоғары көрсеткіштерге жеткізіліп және олардың тиімділігін одан әрі түбегейлі арттыру жұмыстары таяу уақытта болжанбайды.

Дегенмен, соңғы жылдардағы зерттеулер олардың функционалдық мүмкіндіктерін арттыру тәсілдерінің бірі ОТС-тың ағын аппараттарымен-тандемді сорғы қондырғылары (ТСҚ) деп аталатын комбинацияда жұмыс жасауы мүмкін екенін көрсетті. Бұл ретте ағынды сорап құбыраралық кеңістіктен сұйықтықтың қосымша көлемін айдау есебінен жалпы ПӘК және барлық құрамдастырылған жүйенің өнімділігін арттыруға арналған.

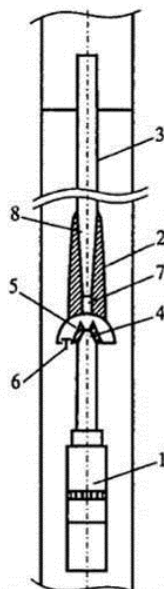
Осыған байланысты соңғы жылдары ТСК-ның жаңа компоновкалары мен конструкцияларын әзірлеуге және оларды әртүрлі технологиялық процестерде және сұйықтықтарды ұңғымалық өндіру тәжірибесінде қолдануға қызығушылық артты.

Тиімді конструкцияларды жобалауда және ағынды сорғы қондырғыларын қолдану тәжірибесінде осы саладағы жетекші компаниялар: Kobe (Жапония), National OilWell, Guiberson, Wetherford, Trico Industries, Dresser Industries (АҚШ) және тағы да басқа компаниялар.

"ТАНДЕМ" батырмалы эжекторлық-сорап жүйесі екі батырмалы элементтерден тұрады: электрлі ортадан тепкіш сорап (ЭОТС) және параметрлері ұңғымаларды пайдаланудың белгілі бір шарттары үшін іріктелетін ағынды сорап қондырғысы (АСҚ).

Ағын аппараттары қарапайымдылықтың, сенімділіктің, бірегей техникалық мүмкіндіктердің арқасында мұнай кәсіпшілігінде кең таралды. Олар мұнай өндіру үшін, қабаттық қысымды ұстап тұру үшін, ұңғымаларды игеру және ағынды шақыру үшін соңғы онжылдықта күрделі жағдайларда ұңғымаларды пайдалануға көп септігін тигізді және оны игеруге ерекше назар аударылды.

"ОТС-АС" қондырғысы 2 корпусты, 4 соплоны, 5 қабылдау камерасын, 6 кері клапан, 7 араластыру камерасын және 8 диффузорды қамтитын ағынды сорап орнатылған СКҚ 3 колоннасына түсірілетін ОТСҚ 1 батырмалы агрегатын қамтиды (1.6-сурет).



1-ОТСҚ батырмалы агрегаты; 2-ағынды сораптың корпусы; 3-СКҚ колоннасы; 4-сопло; 5-қабылдау камерасы; 6-кері клапан; 7-араластыру камерасы; 8-диффузор.

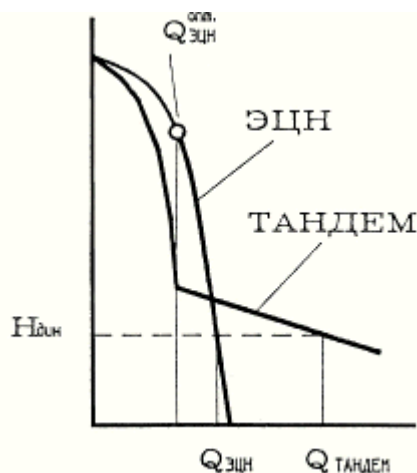
1.6 Сурет – "ОТС-АС" тандем қондырғысының принциптік схемасы

Тандем қондырғысы келесідей ретпен жұмыс істейді. Батырмалы ортадан тепкіш сораппен сорылатын ұңғыманың өнімі ағынның жылдамдығы өсетін 4 ағынды сораптың соплосына беріледі. Соплодан ағатын ағыс 5 қабылдау

камерасына түседі, оның қысымын төмендетеді. Бұл ретте 6 кері клапан ашылады және ұңғыма өнімінің бір бөлігі (сұйықтық және сорапқа кіре берісте буланған еркін газ) қабылдау камерасына түседі. 7 Камерада күш беруші сұйықтығының (ұңғыма өнімінің) құбыр сыртындағы кеңістіктен инжектелетін қоспамен араласуы болады; мұнда майдадисперсті газсұйықтықты қоспа түзіліп 8 диффуздордан өтіп, СКҚ 3 колоннасына түседі және одан әрі жер бетіне көтеріледі.

Инжектелетін ағынды сораптың сұйықтығында бос газдың болуы өзгермейтін геометриялық параметрлері бар ағынды сораптың бергілісін төмендетеді және берілісін ұстап тұру үшін ағынды сораптың түсу тереңдігін арттыруды талап етеді. Алайда, бұл жағдайда ағындық сораптың шығысында қарсы қысым өседі, бұл да соңғысының берілісінің төмендеуіне әкеледі. АС жұмысына әсер ететін аталған бес параметрден үш-ағынды сорапқа кіре берістегі қысым, инжектелетін сұйықтықтың газ мөлшері және ағынды сораптың шығысындағы қысым-оның түсу тереңдігімен тікелей байланысты, яғни ағынды сорапты түсіру тереңдігі оңтайландырылған параметр болып табылады.

Сериялық ОТС және "Тандем" батырылатын эжекторлық-сорап жүйесінің сипаттамаларын салыстыру координаталарда беріліс Q – қысым P 1.7-суретте көрсетілген.



1.7 Сурет – ОТС және "Тандем" жүйесі сипаттамалары

ОТС жұмыс сипаттамасының түрі кеңінен танымал және түсініктеме талап етпейді. Жүйені ағынды аппаратпен жабдықтау кезінде жүйенің сипаттамасы өзгереді және жаңа сипаттамада екі аймақты бөліп көрсетуге болады: сол және оң. Егер батырмалы эжекторлық-сорап жүйе дамушы p қысымының жоғары мәндерінде сипаттаманың сол аймағында жұмыс істесе, ағындық аппарат забой штуцерінің рөлін орындайды, ал ұңғыманың дебиті ОТС-тың берілуіне тең. P шағын мәндері кезінде эжекторлық-сорап жүйесі сипаттаманың оң бөлігінде пайдаланылады, ал ұңғыманың дебиті ОТС $Q^{ОТС}$ берілісінен және Q^{AC} ағынды аппараттың берілісінен қалыптасады.

Рационалды жобалау кезінде эжектордың ағынды бөлігінің геометриясын сол және оң облыстар арасындағы шекарада қол жеткізуге болады, "Тандем" жүйесінің сипаттамасы Q^{OHT} оңтайлы режимінде ОТС берілуіне сәйкес болады. Бұл жағдайда сипаттама бөлігінде жүйенің жұмысы кезінде ОТС-ты пайдалану режимі өзгермейтін және тиісті оңтайлы болады, ал әр түрлі қарсы қысым Р кезінде берілістің барлық өзгерістері өзіне ағындық аппаратты алады. "Тандем" қондырғысының сипаттамасының оң бөлігінде жұмыс істеген кезде қосымша артықшылығы батырмалы электр қозғалтқышын және кабельдік ұзартқышты ОТС берілісімен салыстырғанда жүйенің жалпы дебитінің жоғарылауы салдарынан суыту жағдайларын жақсарту болып табылады.

Батырмалы эжекторлы-сораптық жүйесі, осылайша сипаттаманың сол жағында жоғары қысымды төмен дебитті қондырғы болып табылады, ал оң жағында - жоғары өнімді төмен қысымды жүйе болып табылады, бұл жағдайда батырмалы ортадан тепкіш сорап қарсы тербеліске қарамастан оңтайлы режимде жұмыс істейді.

Сипаттаманың мұндай түрі жүйеге өндіруші ұңғымалардың жұмыс режимдерінің кең диапазонында өзгертінетініне, сондай-ақ жер асты жөндеулерінде бітеуден кейін ұңғымаларды игеру кезеңінен табысты өтуге мүмкіндік береді.

1.6 Тандемді қондырғыларды қолдану технологиясын таңдау және негіздеу, артықшылықтары мен кемшіліктері

Біздің ойымызша, батырмалы ұңғымалық электр сораптардың кен орындарында қолданылатын жұмыстың тиімділігін арттыру үшін, "ОТСК+АС" типті ТСК қолдану аса қолайлы болып табылады, олар мұнай өнеркәсібінде бұрғылаудан шығатын ұңғымаларда немесе сұйықтықты жылдамдату үшін жер асты жөндеуден кейін нашар игерілетін ұңғымаларда сынақтан өтті. Ол үшін ОТС-ты ағынды сораппен қосымша жабдықтау қажет, бұл өндіру ұңғымаларынан өнім алуды ұлғайтуға, қондырғы өнімділігінің өсуі, конструкцияны оңайлату және екі қатарлы көтергіштің нұсқасын алып тастау есебінен оның сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді, жұмыс сұйықтығын арнайы дайындау және үстіңгі жабдыққа қызмет көрсету қажеттілігі жойылады, пакерге қажеттілік жойылады.

Ағынды аппараттарды құрастыру кезінде ең мұқият соплалар мен кіретін мойындардың өлшемдерінің комбинациясын модельдеу қажет, осылар негізінен олардың параметрлерінің тиімділігін анықтайды.

"ОТСК-АС" тандем қондырғыларымен ұңғымаларды тиімді пайдалануға батырмалы ортадан тепкіш сораптың (АС үшін күш жетегінің) және ағынды сораптың жұмысы оңтайлы режимде жұмыс істеген кезде дұрыс таңдалған жағдайда ғана қол жеткізуге болады.

Оңтайлы геометриялық параметрлері бар ағынды сораптың берілісі бес негізгі сипаттаманың функциясы болып табылады: ОТС-тен келіп түсетін жұмысшы сұйықтықтың қысымы мен шығыны, ағынды сорапты орнату

тереңдігінде құбыр сыртындағы кеңістіктен (газ сұйықтықты қоспадан) инжектелетін өнімнің қысымы мен газ құрамы, сондай-ақ ағынды сораптың шығысындағы қысым.

ОТС жұмысының тиімділігі сорапқа кіре берістегі сорылатын сұйықтықтағы бос газдың мөлшеріне байланысты және сорапты қабылдау кезінде оңтайлы қысымды ұстап тұру немесе газ сепараторларын пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі.

Ағынды аппараттардың: қарапайым конструкциясы, қозғалғыш бөліктерінің болмауы, жақсы сенімділігімен және өте күрделі жағдайларда жұмыс істеу қабілеттілігімен ерекшеленеді: сорылатын сұйықтықта механикалық қоспалар мен еркін газдың жоғары болуы кезінде, жоғары температура және инжектелетін өнімнің агрессивтілігі жағдайында. Тағы ағынды сорап қабылдау камерасында фазалардың кез келген көлемді шығынында немесе оған кірер алдында тұрақты жұмыс істейді.

Ағындық сораптың артықшылығы ағындық аппарат диффузорсыз орындалған, ал араластыру камерасының рөлін көтергіштің өзі атқарады (сорапты-компрессорлық құбырлар бағанасы). Бұл схеманың артықшылығы ОТС қондырғысының қысқа мерзімді ажыратулары кезінде көтергіштен сұйықтықтың төгілуін болдырмайтын кері клапанның болуы болып табылады, бұл батырмалы қондырғының іске қосу режиміне оны одан әрі қосу кезінде қолайлы әсер етеді.

Мұнай өндіруде ағынды сорапты табысты пайдалану мысалдарының бірі ТАНДЕМ жүйесі болып табылады. Бұл технологиямен ТМД және жақын шетелдердің 800-ден астам ұңғымалары жұмыс істейді. Тандем технологиясының негізгі артықшылығы сұйықтықты көтеру үшін бөлектелген еркін газды тиімді пайдалану болып табылады.

Басқа маңызды артықшылық ұңғымаларды пайдалану шарттары өзгерген кезде (қабаттық қысымның өзгеруі, өнімнің қасиеттері, ұңғымалардың өнімділігі және тағы басқа) ТСК-ны автоматты түрде салу болып табылады, өйткені ОТС пен ағынды сорапта "арын-беріліс" тікелей тәуелділігі бар. ТСК қолдану ұңғымалық сұйықтықтың жиынтық берілуін ұлғайтуға мүмкіндік береді, бұл ОТС жұмыс режимін реттеу ауқымын айтарлықтай кеңейтуге немесе аз берілетін сораптың берілісін көбейтуге мүмкіндік береді.

Бұл ұңғымадан өнім алуды ұлғайтуға, қондырғы өнімділігінің өсуі есебінен қондырғының ПӘК-ін арттыруға, құрылымды оңайлатуға және екі қатарлы көтергіштің нұсқасын алып тастау есебінен оның сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді, жұмыс сұйықтығын арнайы дайындау және беттік жабдыққа қызмет көрсету қажеттілігі жойылады, пакерге қажеттілік болмайды.

Принципті сұлбасы ТСК қамтитын ОТС+АС және жұмыс мінездемесі 1.8-суретте көрсетілген.

Мұнай өндіру үшін "ОТС+АС" тандем қондырғыларын кең ауқымды өнеркәсіптік қолдану тәжірибесі барлық белгілі қондырғылар алдында олардың тағы бір аса маңызды артықшылығын ашты: ақылға қонымды уақытта белгілі тәсілдермен игерілуі мүмкін емес нәрселерді атқаруы, яғни игеру процесінің

рұқсат етілген құны кезінде кез келген күрделілік санатындағы ұңғымалардың ағынын шақыру, игеру және жобалық жұмыс режиміне шығару мүмкіндігі.

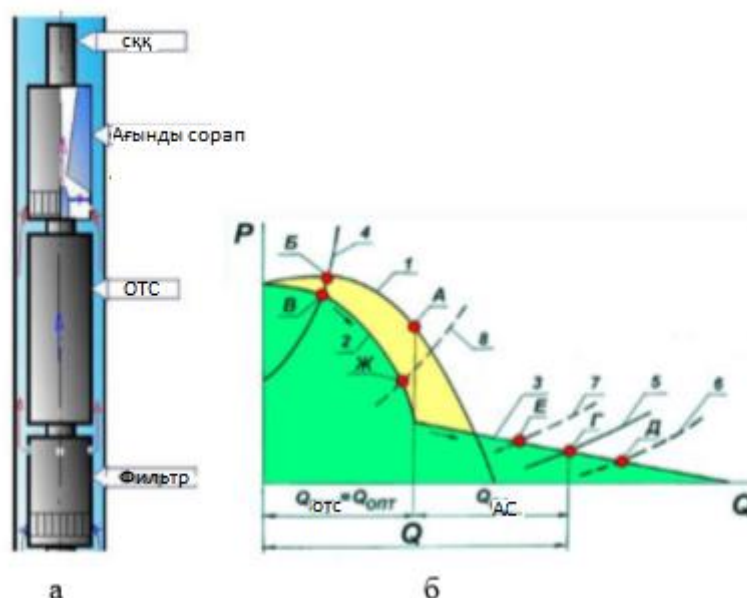
Тандемді қондырғыларды қолдану технологиясы келесідей мүмкіндіктер береді:

– "Батыру қондырғысы → скважина → пласт" жүйесінің жұмыс режимін тұрақтандыру, сондай-ақ забой қысымы мен ұңғыманың дебитін оңай реттеу;

– Пайдалану шарттарының бақыланбайтын өзгеруі кезінде ОТСҚ жұмысының оңтайлы режимін орнату және ұстап тұру (қабаттық қысым, су басу және т. б.);

– Ұңғыманы бітегеннен немесе тоқтатқаннан кейін оның ағынын шақыруын және белгіленген жұмыс режиміне шығаруды жеңілдету және жеделдету;

– Батырмалы электр қозғалтқыштың салқындату жүйесін жақсарту;



1.8 Сурет – Тандемді сорап қондырғысын принципті сұлбасы(а) және оның ЭЦН сипаттамасымен салыстырмалы сипаттамасы(б)

– Өнімді көтеру процесінде ОТС кіре берістегі тежелген еркін газды газ сұйықтықты қоспаның қолайлы құрылымын жасай отырып, СКҚ колоннасына ағынды сорап арқылы құбыр сыртындағы кеңістіктен қайта жіберу арқылы тиімді пайдалану;

– Төмендету және батырмалы электр қозғалтқышының тое жүктемесін тұрақтандыру;

– Батыру қондырғысы элементтерінің істен шығуының көлемін азайту және жұмысын арттыру;

– Өндіру жүйесінің ПӘК-ін арттыру.

Конструкциялық нұсқалардың әртүрлілігі осындай типті сораптардың тиісті таралуына себепші болды. Атап айтқанда, оларды химиялық өнеркәсіпте қышқылдарды, сілтілерді, құрамында мұнай бар тасымалдаушыларды, тұз

қоспаларын және мазутты механикалық төзімділігі мен төзімділігіне байланысты айдау үшін пайдаланады. Осылайша, оларды мұнай өнеркәсібінде қолданудың табысты тәжірибесі оларды уран өндіру өнеркәсібінде кеңінен қолдану мәселесін қоюға мүмкіндік береді.

Тандем технологиясының негізгі артықшылығы сұйықтықты көтеру агенттерін тиімді пайдалану болып табылады. Тандем жүйесі жұмысының артықшылықтарына келесі көрсеткіштерді жатқызуға болады:

1) Аз дебитті ұңғыларды ОТС-ты пайдалануды кезеңдік режимнен тұрақты жұмыс режиміне ауыстыру;

2) Сериялық ОТСҚ-ның жөндеу аралық периодын арттыру;

3) Пайдалану колоннасының габариттері бойынша шектеулері бар ұңғымаларды пайдалану;

4) Құбыр сыртындағы кеңістіктен инъекциялау есебінен ұңғымадан сұйықтықты және газ сұйықтықты қоспаны алуды ұлғайту;

5) Ұңғыманы игеру және белгіленген режимге шығару кезінде ОТС-тың толық қысымын қалпына келтіру;

6) Электр жетегіне ток жүктемелерін тұрақтандыру;

7) Тандем жүйесінің стационарлық емес жағдайларға табысты бейімделуі - қабаттық қысымның, ұңғыманың өнімділігінің жиі бітеуінен, еркін газдың пайда болуынан және оның сериялық ОТСҚ жұмысына зиянды әсерінен өзгеруі.

"Тандем" технологиясы жұмыс істемей тұрған ұңғыманы игеруге ғана емес, сонымен қатар оны ұзақ уақыт бойы айтарлықтай ауыр жағдайларда табысты пайдалануға мүмкіндік береді, сонымен қатар жұмыс параметрлері кен орнын игерудің стационарлықсыздығынан айтарлықтай өзгерді.

Жоғарыда айтылғандардан, сондай-ақ "Тандем" технологиясын қолдану тәжірибесінен келесі қорытындылар жасауға болады:

Батырмалы эжекторлық-сорап жүйелерін қолдану күрделі пайдалану жағдайында ұңғымаларды әрекетсіздіктен шығару үшін тиімді құрал болып табылады;

"Тандем" қондырғылары режимге шығару және қабаттағы флюидтерді стационарлық емес сүзу кезінде ұңғымалардың өндіру мүмкіндіктерінің елеулі өзгеру жағдайларына табысты бейімделуі;

"Тандем" технологиясы забойлық қысымның едәуір төмендеуі кезінде, сондай-ақ өте жоғары кіріс газ ұстамалары кезінде ұңғыманы сенімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Бөлімге қорытынды

Қазіргі заманда жер астынан мұнай өндірудің ең негізгі тәсілі электрлік ортадан тепкіш сорап көмегімен жүзеге асырылатыны бәрімізге мәлім десекте болады. Жоғарыда көрсетілгендей ТМД елдерінің өзінде ақ ЭОТС көмегімен, пайыздық мөлшерге шаққанда 65% мұнай осы сораппен өндіріледі екен. Бірақ осыған қарамастан ЭОТС жұмысына бірнеше факторлар әсер етеді, ол факторлар сораптың жұмысына елеулі түрде өз зиянын тигізуі мүмкін. Осы факторлардың кері әсерін жою үшін, біз ОТС-тың технологиялық тиімділігін арттыру мақсатында бірнеше әдіс-амалдарды қолдана аламыз. Біз таңдаған тәсіл ОТС жұмысына қосалқы сорапты қосу, ол ағынды сорап болып табылады. Мұндай жұптан жасалған сораптарды тандемдік сорапты қондырғы деп атаймыз.

Бұл бөлімде біздің таңдап алынған сорап түрлері «ОТС+АС» болған соң, ең алдымен, ОТС-тың жұмыс істеу принциптері, жұмыс режимдері мен конструкциясына тоқталдық. Одан кейін, ағынды сораптың жұмыс істеу принципі мен конструкциялары және бұл сорапты қай кезде қолдану керектігі туралы толықтай сипаттама беріледі. Осы екі сорапты толықтай ашып болған соң, бұл екеуінің қосылуы кезінде қандай артықшылықтары болатынын және біз тандемді сорапты қолданған кезде ОТС-тың жұмыс режимінің қалай өзгеретіндігін сипаттадық.

ОТС сипаттамалары мен ағынды сораптың сипаттамаларының ерекшеліктері мен артықшылықтарына, кемшіліктері тоқталып өттік.

Сонымен қатар, ОТС мен ағынды сорапты қатар қолдану жағдайларында болатын артықшылықтарға тоқталып өткен болатынбыз.

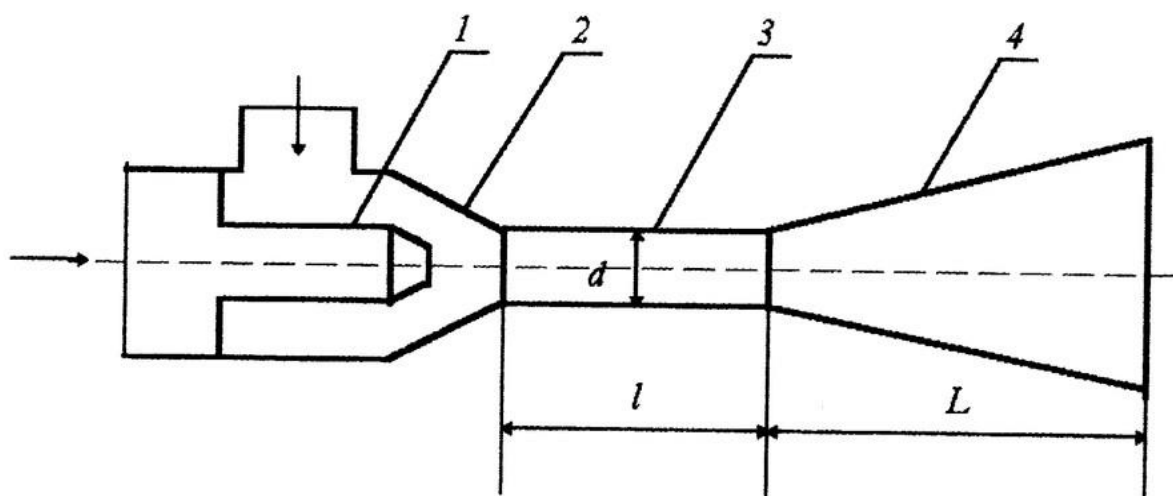
Бұл бөлімнің басты мақсаты ағынды аппараттың құрамында ешқандай қозғалтқыштың болмауы және ол ОТС-тың жөндеу аралық кезеңінің ұзаруына елеулі түрде әсер ететіндігі. Ағынды аппараттың конструкциясы өте қарапайым және бұл экономикалық тұрғыдан өте тиімді, одан бөлек ОТС-тың жөндеу аралық кезеңін ұзаратын болса, ОТС-ты ұңғы түбінен шығару процесі бірнешеге төмендейді, ал бізге мәлім, егер ОТС-ты ұңғы түбінен шығаратын болсақ, бүкіл колоннаны шығаруға тура келеді, ал ол көп уақытты алады және экономикалық үлкен шығын. Сондықтан бұл бөлімде осы тақырыптың таңдалу себебі толықтай ашылып, дәлелденді.

2 Арнайы бөлім

2.1 №2151919 эжектордың геометриялық параметрлерінің арақатынасын оңтайландыру

Өнертабыс ағынды техникаға жатады. Эжектор активті соплодан, конустық қабылдау камерасын, араластыру камерасын және диффузорды қамтиды. Араластыру камерасының ұзындығын және диффузордың ұзындығын мына шарттарды сақтай отырып таңдайды: $l/d = 3-5$ және $L/d = 10-11$, мұнда l – араластыру камерасының ұзындығы, м, L – диффузордың ұзындығы, м, d – араластыру камерасының диаметрі, м.

Нәтижесінде ПӘК жоғарылауына қол жеткізіледі.



2.1 Сурет – Ағынды сораптың принципіалды сызбасы

Өнертабыс ағынды техника саласына жатады және мысалы, мұнай өндіру, мұнай өңдеу, жылу энергетикасы саласында қолданылуы мүмкін.

Белгілі эжектор активті сопло, пассивті сопло, камера, араласу және диффузордан тұрады (патент RU 1269593 A1, сынып F 04 F 5/16, 1992) [1].

Алайда, бұл эжектордың тым қысқа араластыру камерасына байланысты салыстырмалы төмен ПӘК бар (араластыру камерасының ұзындығының оның диаметріне қатынасы 1,8-2,4 тең), өйткені соңғысы пассивті және белсенді ағындарды тиімді араластыруды қамтамасыз етпейді.

Ұсынылып отырған, активті соплодан, конфузорлық және цилиндрлік учаскелермен араласу камерасынан және диффузордан тұратын (патент SU 767405, класс F 04 F 5/04, 1980) эжектор техникалық мәні мен қол жеткізілетін нәтижеге ең жақын болып табылады

Бірақ бұл эжектор араластыру камерасының тым ұзын болғандықтан пассивті ағынның газ құрамының барлық диапазонында жоғары ПӘК қамтамасыз етпейді (араластыру камерасының ұзындығын оның диаметріне қатынасы 30-32 тең).

Өнертабыстың мақсаты эжектордың геометриялық параметрлерінің арақатынасын оңтайландыру есебінен ПӘК арттыру болып табылады.

Активті сопло, конустық қабылдау камерасын, араласу камерасын және диффузорды қамтитын эжекторда, өнертабыс бойынша, араласу камерасының ұзындығына және диффузордың ұзындығына сәйкес мынадай шарттарды сақтай отырып таңдалады:

$$\frac{l}{d} = 3 - 5,$$

$$\frac{L}{d} = 10 - 11,$$

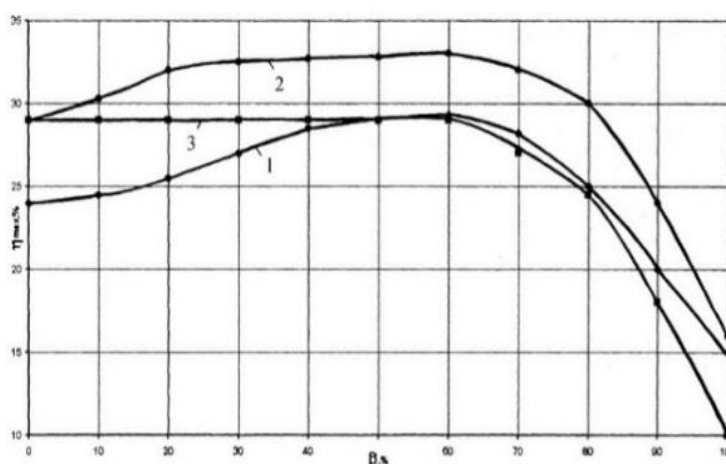
мұндағы l – араластыру камерасының ұзындығы, м,

L – диффузордың ұзындығы, м,

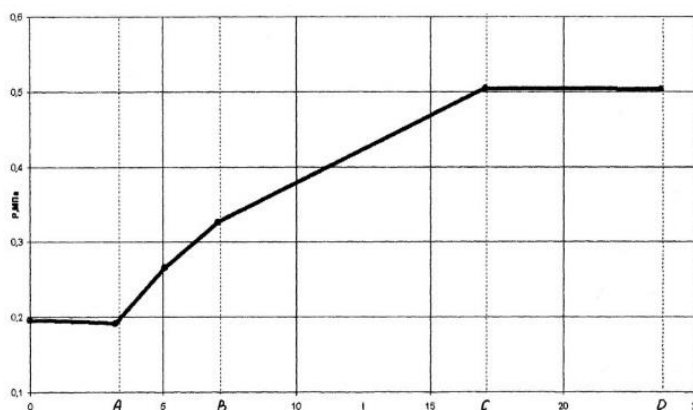
d – араластыру камерасының диаметрі, м.

Эжектор келесідей жұмыс істейді (2.1-сурет).

1 соплодан өткен активті орта конустық қабылдау камерасына 2 түсетін пассивті ортаны эжекттейді. 3 араластыру камерасында активті және пассивті ағындар арасындағы энергия алмасуы, ал 4 диффузорында – кинетикалық энергияның потенциалды энергияға түрленуі және қысымның қалпына келтірілу процесстері жүреді. Егер араластыру камерасының ұзындығы араластыру процесін аяқтау үшін жеткіліксіз болса, онда араластыру аймағы диффузорға жылжиды да, кері ағындар пайда болады, бұл үйкеліске және ПӘК-тің төмендеуіне әкеледі. Егер эжектор араластыру камерасының артық ұзындығына ие болса, онда үйкеліске кететін шығынның артуы және ПӘК-тің азаюы араластыру камерасында ағынның артық турбулизациялану есебінен болады.



2.2 Сурет – Эжектордың ПӘК-тің ең жоғарғы мәнінде газдың болу жағдайына тәуелділігі ұсынылған



2.3 Сурет – Ең жоғары ПӘК режимінде эжектордың ұзындығы бойынша қысымның орналасуы көрсетілген

Осылайша, көрсетілген геометриялық параметрлері бар эжекторды пайдалану оның ПӘК-ін арттыруға мүмкіндік береді (2.2, 2.3-сурет).

Өнертабыс формуласы

Активті сопло, конустық қабылдау камерасын, араласу камерасын және диффузорды қамтитын эжектор, араласу камерасының ұзындығы мен диффузордың ұзындығын келесі шарттарды сақтай отырып таңдайтынымен ерекшеленеді:

$$\frac{l}{d} = 3 - 5,$$

$$\frac{L}{d} = 10 - 11,$$

мұндағы l – араластыру камерасының ұзындығы, м;

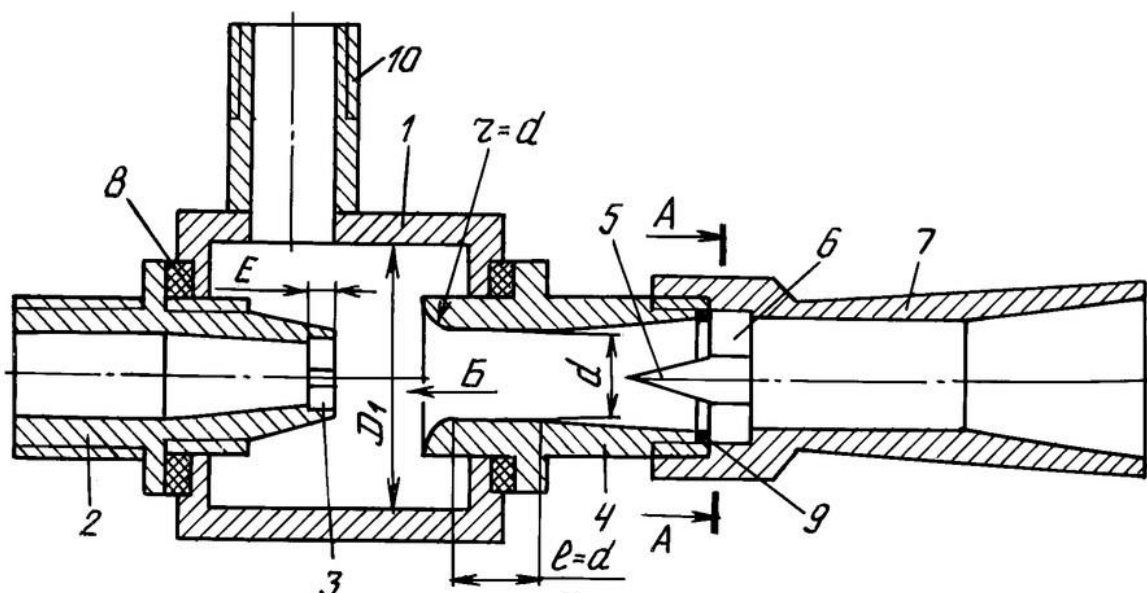
L – диффузордың ұзындығы, м;

d – араластыру камерасының диаметрі, м.

2.2 № 2439381 инъекцияның кавитациялық коэффициентін арттыру есебінен өнімділікті арттыру

Өнертабыс ағындық техникаға жатады, көбінесе сұйықтықты сораптарға тән.

Қазіргі уақытта дамыған кавитация әсерлері түрлі өндірістерде кеңінен қолданылады. Осыған байланысты ағын режимдерін табу және оңтайландыру туралы, дамыған кавитация (суперкавитация) туралы, ауқымды әсер және технологиялық процестердің оңтайлы режимдерінің орнықтылығын қамтамасыз ету туралы көптеген маңызды мәселелер туындайды.



2.4 Сурет – Ағындық сораптың принципіалды сызбасы

Сорап сиретуді құруға арналған. Сорап көп оқпанды дросселдеуші саптамамен жабдықталған, араластыру камерасы бар екпінді форсункамен жабдықталған активті соплоны қамтиды, бұл ретте активті сорап диаметрі d және қалыңдығы $E \leq 0,1D$ диафрагма түрінде орындалған көп оқпанды дросселдеу қондырмасымен жабдықталған, сондай-ақ конус кавитаторы және араластыру камерасы бар форсунканы қамтиды, бұдан басқа, активті форсунка радиусы $R=d$ Вентури соплосы түріндегі тарылғыш құрылғы ретінде орындалған, мұндағы d - оның кіріс бөлігінің ұзындығы $L=d$ болатын қылтаның диаметрі, ал диффузор бұрышының жартысы $3-4^\circ$ шегінде орналасқан, сондай-ақ $D/D_1 \leq 0,25$ [1].

Осылайша, мәлімделген құрылғының көмегімен аса критикалық тарылтатын құрылғыларды қолдану арқасында критикалық жылдамдыққа қол жеткізу мүмкін болды, мысалы, біздің жағдайда шығуында конустық кавитатор орнатылған екпінді форсунка деп аталатын, цилиндрлік мойыны бар Вентури соплосы сияқты.

Ағынды сорап (авт. № 1201556, МПК4 F04F 5/02, тең. 30.12.85. Бюл. (№48, авторы М. В. Светухин), үлестіру камерасы бар, онда орнатылған көп оқпанды активті сопло, пассивті ортаны жүргізуге арналған сақиналы арналардың пайда болуымен бір-біріне қатысты орналасқан саңылаулы шығу тесіктері бар екі жақты келтеқұбырлар түрінде орналасқан. Өнімділікті арттыру мақсатында активті сопло араластыру камерасының диаметрінен үлкен диаметрімен ерекшеленеді, әрбір келтеқұбырдың қабырғаларының бірі цилиндрлік, басқа да цилиндрлік тесіктер орындалған. Әрбір келтеқұбырдың қабырғаларының бірі цилиндрлік, екіншісі конустық болып орындалған және араластыру камерасының осіне өткір бұрышпен орналасқан, ал пассивті ортаны

жүргізуге арналған арналар өзара радиалды келтеқұбырлардың көмегімен жабдықталған.

Бұл өнертабыс № 1152194 өнертабыспен салыстырғанда ағынды сорағының өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді, Ұлыбритания патенті, кл. F1E, 1969 ж.

Өнертабыстың артықшылығы, авторлық қорғалған. №1201556 өнертабысында, концентрациялы түтікшелі ағыстардың әрқайсысы соплодан шығарылуына қарай тарылуы болып табылады. Бұл ретте белсенді ортаның бір бөлігі үстіңгі қабаттың ішіне тартылады. Белсенді ортамен бірге пассивті орта орын ауыстырады – классикалық эжекторларда мұндай жағдайлар қарастырылмаған. Бір-бірімен орналасқан құбырлы (пенкалы) ағыстар арасында саңылаулар пайда болады. Соплодан ағысты алып тастағанға қарай олардың арасындағы саңылаулар азаяды, ал қысу камерасына кірген кезде мүлдем жоғалады: жекелеген ағыстар ағысқа тұтас құйылады. Пассивті орта осы қабаттарға нығыздалып, белсенді ортаға қанығады.

Бұл құрылғының кемшілігі – үлестіру камерасында көп оқпанды активті сорап орнатудан тұратын конструкцияның күрделілігі болып табылады, бұл араластыру камерасының аузына, яғни диффузордағы ауа ағынына айтарлықтай кедергі жасайды.

Қысымның артуы диффузорда орын алатыны белгілі. Кедергі қысым ұлғайған кезде бұл көрініс өзгереді: қысымның артуы диффузорда азаяды, әрі ол салыстырмалы түрде араластыру камерасындағы шағын учаскеде секірмелі түрде жүреді.

Араластыру камерасы мен соплоның (қылтаның) қималарының қатынасы аз болған сайын, қысымның секіруі күрт байқалады.

Ұсынылған ағынды сораптың басқа артықшылығы онда теріс әсер жоқ – механикалық қоспалармен ластану, яғни кез келген сұйықтықта жұмыс істей алады, бұл ағынды сораптың қолданылу саласын кеңейтеді.

Өнертабыстың мақсаты – инжекцияның кавитациялық коэффициентін арттыру есебінен өнім сапасын арттыру.

Ағынды сорап (2.4-сурет) көп оқпанды дросселдеуші саптама 3 орнатылған белсенді сопласы 2 бар үлестіру камерасын 1 қамтиды, сонымен қатар ағынды сораптың шығуында кергіштері 6 бар кавитатор 5 орнатылған және дросселдеуші саптамаға 3 үшкір салынған екпінді бүріккіші 4 болады. Конустық кавитатор 5 екпінді форсунканы 4 араластыру камерасымен 7 бұрандалы жалғау жолымен екпінді форсункаға 4 бекітіледі. Үлестіру камерасының 1 бұрандалы қосылыстарындағы ағысты сорапты, екпінді форсункаларды 4 және араластыру камераларын 7 герметизациялау үшін, мысалы, фторопласттан немесе резеңкеден жасалған тығыздағыш сақиналар 8,9 қолданылады.

Ағынды сорап келесідей жұмыс істейді.

Белсенді орта(су) үлестіру камерасына 1 активті соплолар 2 арқылы түседі және одан әрі көп ұңғылы дросселдеуші саптама 3 арқылы жекелеген ағыстарға бөлінеді, одан кейін пассивті ортаны (ауаны) келте құбыр 10 арқылы

алып кетеді. Көп оқпанды дросселирлеуші саптама 3 диаметрі d және қалыңдығы $E \leq 0,1D$ болатын диафрагма түрінде орындалған, мысалы, егер $d=20$ мм болса, онда $E=2$ мм. Көп ұңғылы дросселдеуші саптаманы 3 қолдану жеке ағыстарды жасауға мүмкіндік береді және сол арқылы осы ағыстардың пассивті ортамен (ауамен) барынша байланысын қамтамасыз етеді және қоспаның пайда болу әсерін арттырады. Осы техникалық шешімде газ сұйықтықты ортаны айдайтын цилиндрлік мойыны бар екпінді форсунка 4 қолданылады, одан кейін сирету қуысы пайда болатын конустық кавитатордан 5 кейін тығыздаудың секіруін ығыстырады, бұл қоспаның өнімділігі мен әсерін арттыруға ықпал етеді. Араластыру камерасында 7 сиретілудің кавитациялық газ сұйықтықты ағыны пайда болады, ол сорғыдан ақ түсті сұйықтық-ауа эмульсиясы (көбік) шығарылады, бұл қоспаның жоғары әсері болып табылады. Цилиндрлік мойыны бар екпінді форсунка 4 Вентури сопlosы түріндегі тарылғыш құрылғы түрінде орындалған, бұл критикалық жылдамдыққа қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Ұсынылған өнертабыс прототиптен ерекшеленеді, бұл:

– Активті форсунка радиусы $R=d$ Вентури сопlosы түріндегі тарылғыш құрылғы ретінде орындалған, мұндағы d – оның кіріс бөлігінің ұзындығы $L=d$ болатын қылтаның диаметрі, ал диффузор бұрышының жартысы $3-4^\circ$ шегінде орналасқан, сондай-ақ $D/D_1 \leq 0,25$;

– Ағынды сораптың шығуында кергіштері 6 бар кавитатор 5 орнатылған және дросселдеуші саптамаға 3 үшкір салынған екпінді бүріккіші 4 болады. Конустық кавитатор 5 екпінді форсунканы 4 араластыру камерасымен 7 бұрандалы жалғау жолымен екпінді форсункаға 4 бекітіледі;

– Үлестіру камерасының 1 бұрандалы қосылыстарындағы ағысты сорапты, екпінді форсункаларды 4 және араластыру камераларын 7 герметизациялау үшін, мысалы, фторопласттан немесе резеңкеден жасалған тығыздағыш сақиналар 8,9 қолданылады.

Өнертабыс формуласы

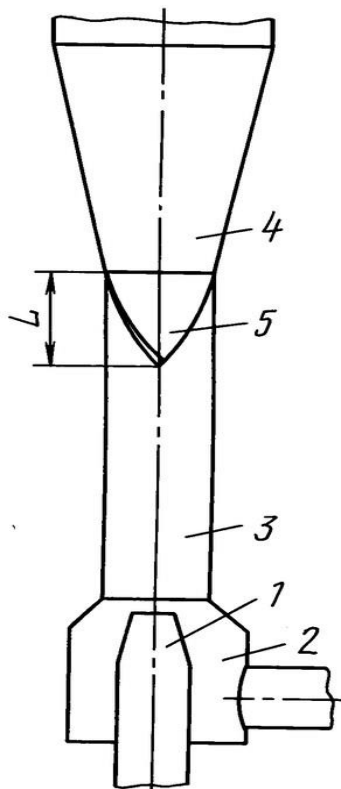
1) Сорап көп оқпанды дросселдеуші саптамамен жабдықталған, араластыру камерасы бар екпінді форсункамен жабдықталған активті сопlosы қамтиды, бұл ретте активті сорап диаметрі d және қалыңдығы $E \leq 0,1D$ диафрагма түрінде орындалған көп оқпанды дросселдеу қондырмасымен жабдықталған, сондай-ақ конус кавитаторы және араластыру камерасы бар форсунканы қамтиды, бұдан басқа, активті форсунка радиусы $R=d$ Вентури сопlosы түріндегі тарылғыш құрылғы ретінде орындалған, мұндағы d – оның кіріс бөлігінің ұзындығы $L=d$ болатын қылтаның диаметрі, ал диффузор бұрышының жартысы $3-4^\circ$ шегінде орналасқан, сондай-ақ $D/D_1 \leq 0,25$.

2) Конустық кавитатор екпінді форсунканы араластыру камерасымен бұрандалы жалғау жолымен екпінді форсункаға бекітіледі.

3) Араластыру камерасының бұрандалы қосылыстарында ағынды сорғыны герметизациялау тығыздағыш сақиналардың көмегімен, мысалы, фторопласттан немесе резеңкеден жүзеге асырылады.

2.3 № 2059892 диффузор қуысындағы гидравликалық шығындарды төмендету.

Өнертабыс мұнай-газ өндіру өнеркәсібінде қолданылатын ағынды техникаға жатады және кинетикалық энергияны потенциалдық энергияға түрлендіру үшін халық шаруашылығының басқа салаларында пайдаланылуы мүмкін.



2.5 Сурет – Ағынды сораптың принципіалды сызбасы

Қолданылуы: ағынды техникада. Өнертабыстың мәні: соплосы бар эжектор 1, қабылдау камерасы 2, араластыру камерасы 3, диффузор 4 және соңғысы қарама-қарсы жақтары 90^0 -қа бұралған пластина түрінде орындалған бағыттаушы құрылғы 5, бұл ретте диффузордағы ағын жылдамдығының бұрыштық құраушысының оның осьтік құраушысына қатынасы диффузор құрастырушы осьтің көлбеу бұрышының тангенсіне тең.

ПӘК-тің жоғарылауы сопломен, араластыру камерасымен және диффузормен байланыстағы жетекті турбина қондырғысының көмегімен газ ағынын айналдыру жолымен қол жеткізіледі.

Бұл құрылғының кемшілігі пассивті орта кірісінде қосымша гидравликалық кедергі жасайтын айналмалы тораптардың болуы, ағыс формасының бұзылуы және мойынтіректерді тығыздау тораптарында үйкеліс кедергісі болып табылады.

Эжектор құрылғысы белгілі, онда ағынның бұрылуы сырттан араластыру камерасының айналу есебінен болады.

Бұл құрылғының кемшілігі айналмалы тораптардың болуы және сәйкесінше жанасу бөлшектерінің тығыздағыштарында үйкеліс шығындары, араласу камерасының айналуына қосымша энергия көзінің қажеттілігі болып табылады, ал оның ұзындығы бойынша бағыттаушы аппараттың болуы ағынның осьтік жылдамдығы үшін қосымша кедергі туғызады.

Сипатталғанға ең жақын газ эжекторының конструкциясы болып табылады, онда араласу камерасында ағынның жылдамдығын біркелкі бөлу шеңберлік бағытта біркелкі орналасқан перпендикуляр орнатылған пластиналармен радиалды орналасқан сына тәрізді пилондар түрінде орындалған бағыттаушы элементтерді орнату есебінен қол жеткізіледі.

Құрылғының кемшілігі белсенді ағыстың энергиясын жұтатын бағыттаушы аппараттың алдыңғы кедергісінен араласу камерасына кіре берістегі белсенді газ жылдамдығының төмендеуі, бағыттаушы аппараттың бетінің үлкен болуы болып табылады, ол ағынның үйкелуіне ұлғайтылған кедергі жасайды, бүкіл құрылғының ПӘК-нің төмендеуіне әкеледі.

Өнертабыс мақсаты диффузор ұзындығы бойынша ағын жылдамдығының градиентін теңестіру есебінен диффузор қуысындағы гидравликалық шығындарды төмендету.

Көрсетілген есепке бағыттаушы құрылғы диффузор алдында тікелей орнатылғанына және қарама-қарсы жақтары 90^0 -қа өрістетілген бұралған пластина түрінде орындалғанына байланысты қол жеткізіледі, бұл ретте пластина ағынға бұрыштық жылдамдықтың шамасын хабарлайды және ағынның бұрыштық жылдамдығының ағынның осьтік жылдамдығына қатынасы диффузордың түзуші осіне көлбеу бұрышының тангенсіне тең.

Бағыттаушы құрылғының мұндай орындалуы ағын жылдамдығының бұрыштық және осьтік құрамдастарының арақатынасын оңтайландыруға мүмкіндік береді, демек, диффузордың көлденең қимасында жылдамдық градиентінің тегістелуіне әкеледі, бұл өз кезегінде гидравликалық шығындардың төмендеуіне әкеледі. 2.5-суретте ағынды сораптың схемасы көрсетілген.

Эжектор соплодан 1, қабылдау камерасынан 2, араластыру камерасынан 3, және араластыру камерасының 3 соңында диффузордың 4 алдында орналасқан бағыттаушы құралдан 5 тұрады. Бағыттаушы құрал 5 жақтары бір-біріне 90^0 болып оралған пластина түрінде жасалынған.

1 соплодан өтетін белсенді орта 3 араластыру камерасында пассивті ортамен араласады. 3 араластыру камерасында аралас, біртекті емес ағындар бағыттаушы құрылғыдан 5 өту кезінде бұрыштық жылдамдық импульсін алады. 4 диффузор қуысында бұралған ағынның осьтік жылжуы диффузор ұзындығы бойынша қалыпты қималарда жылдамдық градиентін тегістеумен қатар жүреді, бұл тұтастай алғанда 4 диффузор қуысында сиретуге қысымның гидравликалық шығынының төмендеуіне және құрылғының ПӘК-нің жоғарылауына әкеледі, әрі диффузорға кіре берістегі бұрыштық

жылдамдықтың оңтайлы қатынасы диффузор түзетін диффузор осіне көлбеу бұрышы тангенсінің функциясына сәйкес келеді. Ағынның бұрыштық жылдамдығы 5 бағыттаушы құрылғының L ұзындығымен анықталады.

Өнертабыс формуласы

Диффузор қуысында ағынның бұрыштық жылдамдығын алу үшін бағыттаушы құрылғы тікелей диффузор алдында орнатылуымен ерекшеленетін соплосы, қабылдау камерасы, бағыттаушы құрылғы мен араласу камерасы бар және қарама-қарсы жақтары 90^0 -қа бұралған пластина түрінде жасалған эжектор, бұл ретте пластинаның ұзындығы оның иілуін сипаттайтын ағынның бұрыштық жылдамдығының шамасын хабарлайды және осьтік жылдамдықпен қатынасында диффузордың осіне қарай көлбеу бұрышының тангенсіне сәйкес келеді.

Бөлімге қорытынды

Арнайы бөлімде тандемді сорапты қондырғыда қолданылатын ағынды сораптардың өнертабыс формулалары, ерекшеліктері және олардың жұмыс жасау принциптері қарастырылды. Жоғарыда аталып өткен өнертабыстардың мақсаттары бірдей, яғни ағынды сораптың ПӘК-ін арттыру, кавитациясыз жұмысын қамтамасыз ету және гидравликалық шығындарды азайту болып табылады.

Дипломдық жобамыздың тақырыбына сәйкес, біз тандемді сораптың оңтайлы жұмысын қамтамасыз ету үшін, ағынды сораптың геометриялық параметрлерін дұрыс таңдауымыз қажет болатын. Осыған байланысты, ағынды сораптың геометриялық параметрлерін есептеу барысында №2151919 өнертабыс формуласын, яғни, эжектордың геометриялық параметрлерінің арақатынасын оңтайландыру әдісін пайдаландық.

3 Техникалық бөлім

3.1 Тандемді қондырғыны есептеу әдістемесі мен алгоритмі

Зерттеудің негізгі мақсаты ұңғымалық жағдайда тандемді сорғы қондырғысын пайдаланудың тиімді режимін қамтамасыз ету үшін ортадан тепкіш сораппен бірлескен жұмыс кезінде ағындық сорғының жұмыс процесінің математикалық моделін және оның негізгі құрылымдық параметрлерін есептеу әдістемесін әзірлеу болып табылады.

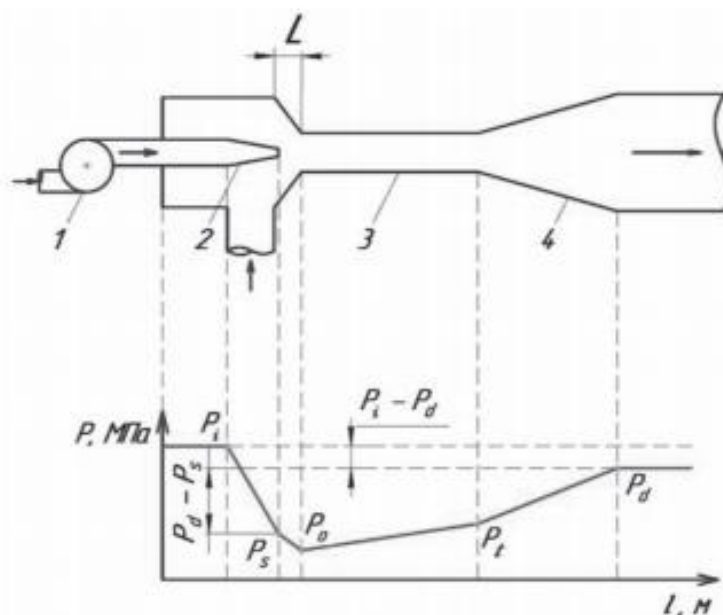
Осы мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

1) ОТС бірге тандемде жұмыс істеу үшін гидроағынды сораптың моделін негіздеу;

2) Эжекция коэффициентінің оңтайлы мәнін қамтамасыз ету үшін оның ұтымды конструктивтік параметрлерін орнатуға және кавитациясыз жұмыс жасауға мүмкіндік беретін гидроағынды сораптың жұмысын тұтастай және оның жеке элементтерін математикалық сипаттау;

3) Ағынды сорғыны жобалау бойынша ұсыныстар әзірлеу.

Ұңғымаларда ағынды сорап қондырғыларын тиімді пайдалануды, ағынды сорап және қабаттың дұрыс жұмыс жағдайында ОТЭСҚ мен біріктіру арқылы ғана қол жеткізуге болады.



1-ОТС; 2-сопло; 3-араластыру камерасы; 4-диффузор; P_i -жұмыс сұйықтығының қысымы; P_s -айдалатын сұйықтықтың қысымы; P_t -араластыру камерасынан шығардағы қысым; P_d -ағынды сораптан шығардағы қысым; L -соплодан араластыру камерасына дейінгі арақашықтық; P_0 -араластыру камерасына кірердегі қысым; $(P_d - P_s)$ -ағынды сораптағы айдалатын сұйықтықтың қысымының артуы; $(P_i - P_d)$ -кинематикалық энергияға түрленуі есебінен жұмыс сұйықтығының қысымының төмендеуі

3.1 Сурет – Ағынды сорапта жұмыс сұйықтығының қысымының өзгеруі

Ағынды сорап өнімділігінің негізгі сипаттамалары болып табылады:

- 1) Геометриялық параметрлері;
- 2) ОТЭСҚ шығысындағы қысым және жұмыс сұйықтығының берілісі;
- 3) Ағынды сорапты орнату тереңдігінде (яғни динамикалық деңгейде) құбыр сыртындағы кеңістіктегі инъекцияланатын сұйықтықтың қысымы;
- 4) Ағынды сораптың шығысындағы қысымы.

Тандемді қондырғының берілісі ОТЭСҚ мен ағынды сораптың берілісінің қосындысы ретінде есептеледі, ол игерілетін ұңғымасының жобалық дебитіне тең. Есептеу сипаттамалары белгілі ОТЭСҚ-ның таңдалған үлгісінің өлшемі үшін жүргізіледі.

Гидроағынды сорап моделі энергия, импульс және массаны сақтау заңына негізделген. Бұл ретте ағындағы үйкеліске кеткен қысымның жоғалуы үйкеліс коэффициенттерімен есептеледі. Ағынды аппараттың әрбір бөлігі қысымның өзгеруін және аппараттың ұзындығы бойынша басқа да параметрлерді есептеу үшін тиісті теңдеулермен сипатталатын ағынның өзіндік режимі болады [6]. Ағынды сорапның есептік схемасы және оның элементтеріндегі қысымның таралуы 3.1-суретте көрсетілген.

Теңдеулерді шығару және осы жұмыста нәтижелер алу кезінде пайдаланылған жорамалдар ретінде мынадай шешімдер қабылданды:

- 1) Ұңғымадағы және эжектордың ішіндегі гидродинамикалық процестер изотермиялық;
- 2) Қысым өзгерген кезде сұйықтық тығыздығы тұрақты қалады;
- 3) Эжектор сопласындағы ағыстың сығымдалу коэффициенті бірге тең.

3.2 MAPLE бағдарламалық кешенін қолдана отырып тандем қондырғысын есептеу-эксперименттік модельдеу әдістемесі

Есептеу-эксперименталды модельдеу жобалаушылар арасында кең қолданыс тапқан "MAPLE" бағдарламалық кешенін қолданумен жүргізілді.

Тандем сорабының жұмыс режимдерін компьютерлік модельдеуді орындау кезінде мынадай жорамалдар болжанады:

- сұйықтықтар сығылмайтын болып табылады;
- процестер изотермиялық өтеді, ал сорап параметрлері өзгеріссіз қалады;
- ағынды сораптың кіре берісінде және шығысындағы кинетикалық энергия шығыны елеусіз;
- сұйықтықтар біртекті және жақсы араласады;
- жоғары қысымды ағынның орташа жылдамдығы мойынға(горловина) кіргенге дейін сақталады.

Мұндай жорамалдар есептеу дәлдігіне қатты әсер етпейді, өйткені өнімді ерітіндіде іс жүзінде ерітілген газ жоқ, тығыздығы бойынша қарапайым судан шамалы ерекшеленеді, ағынды аппараттағы жұмыс сұйықтығы ұңғыманың өнімді ерітіндісі болып табылады.

Есептік модельдеу келесі әдістеме бойынша жүргізілді [12].

- 1) ОТС шығысындағы қысымды және осы жиіліктегі өнімділікті анықтау:

$$q_1 = q_n \left(\frac{Hz}{50} \right). \quad (3.1)$$

$$P_i = \rho g h_n \left(\frac{Hz}{50} \right)^2. \quad (3.2)$$

(3.1)-(3.2) теңдеулері негізінде берілген жиілік үшін ОТЭСҚ арынды сипаттамасы құрылады, сондай-ақ әр түрлі жиіліктегі жұмыс нүктесіндегі қондырғының қысымы мен арыны есептеледі.

2) Ағынды сорапты кірісіндегі қысымды анықтау

$$P_s = (H_{\text{сорап}} - H_{\text{дин}}) \rho g, \quad (3.3)$$

мұндағы P_s – ОТС кірісіндегі қысымы;

$H_{\text{сорап}}$ – ОТС түсу тереңдігі (тік), м;

$H_{\text{дин}}$ – сұйықтықтың сағадан динамикалық деңгейі, м.

3) Ағынды сораптың шығысындағы қысымды анықтау

$$P_d = TDH + H_{\text{дин}} \rho g, \quad (3.4)$$

мұндағы P_d – ағынды сораптың шығысындағы қысымы;

TDH – құбыр (сағалық) қысым, атм;

4) Ағынды сорап қысымының арақатынасын сипаттайтын N теориялық параметрін анықтау:

$$N = \frac{(P_d - P_s)}{(P_i - P_d)}, \quad (3.5)$$

мұндағы P_s – ағынды сорап қысымы;

P_d – ағынды сораптың шығысындағы қысымы;

P_i – ағынды сораптың жоғары қысымды сопласындағы қысымы.

5) (b) параметр мәндерінің диапазоны үшін дифференциалдау және нөлге теңестіру жолымен эжекцияның оңтайлы коэффициентін анықтайтын теңдеу:

$$N = \frac{n_1}{n_2}, \quad (3.6)$$

мұндағы n_1 және n_2 – өлшемсіз коэффициенттер:

$$n_1 = 2b + \frac{2SMc^2b^2}{1-b} - b^2(1 + K_{th} + K_{di} + a^2)(1 + M)(1 + SM) - \frac{SM^2}{c^2}(1 + K_{en}), \quad (3.7)$$

$$n_2 = 1 + K_n - n_1,$$

мұндағы K_{th} – араластыру камерасындағы үйкеліске қысым жоғалту коэффициенті;

K_{di} – диффузордағы үйкеліске қысым жоғалту коэффициенті;

K_n – соплода үйкеліске қысым жоғалту коэффициенті;

K_{en} – араластыру камерасына кіре берістегі үйкеліске қысым жоғалту коэффициенті (қабылдау камерасы);

a – сопла ауданының диффузор ауданына қатынасы;

b – сопло ауданының араластыру камерасының ауданына қатынасы;

c – өлшемсіз кешен, $(1 - b)/b$;

M – эжекция коэффициенті;

S – жұмыс ағынының айдалатын ағынның тығыздығына қатынасы;

$\rho_1/\rho_2 = 1$;

K – үйкеліске қысым жоғалту коэффициенті.

Теңдеуді (3.6) дифференциялау және нөлге теңестіру жолымен b параметрінің мәндерінің диапазоны үшін эжекцияның оңтайлы коэффициентін анықтау және осы нүктесіне сәйкес келетін ПӘК анықтау. Бұл ретте есептеу $b=0,1...0,9$ мәндерінің диапазонында жүргізіледі.

б) Сопло мен араласу камерасы аудандарының теңдеу бойынша әртүрлі ара қатынасы үшін кавитацияны анықтау:

$$M_c = c \left(\frac{P_s - P_v}{\sigma Z} \right)^{0.5}, \quad (3.8)$$

мұндағы M_c – кавитациялық эжекция;

σ – 1,35 тең кавитациялық коэффициент;

Z – динамикалық қысым, атм;

P_v – қаныққан бу қысымы, атм.

7) Параметрдің әрбір нұсқасы үшін ағынды сораптың CR кавитациялық тұрақтылығын есептеу (b):

$$CR = \frac{M_L - M_{op}}{M_{op}} * 100\%, \quad (3.9)$$

мұндағы M_L – берілген шығын кезіндегі эжекция коэффициенті;

M_{opT} – максималды ПӘК кезіндегі эжекция коэффициенті.

8) 5-7 кезеңінде жүргізілген есептеулердің негізінде (b) параметрдің оңтайлы мәні таңдалады, ПӘК мәні және эжекцияның оңтайлы коэффициенті шығарылады.

9) D_n сопланың диаметрін анықтау:

$$D_n = \left(A_n * \frac{4}{\pi} \right)^2, \quad (3.10)$$

мұндағы A_n – соплоның көлденең қимасының ауданы:

$$A_n = \frac{q_1}{v_n} = q_1 \frac{1}{\frac{2(P_t - P_s)}{\rho(1 + K_{nz})}}, \quad (3.11)$$

мұндағы q_1 – жұмыс сұйықтығының көлемдік шығыны;

v_n – соплодағы ағынның жұмыс жылдамдығы;

K_{nz} – соплада үйкелуге қысым жоғалту коэффициенті.

10) 8-9 кезеңдерде есептеу нәтижелері бойынша араластыру камерасының диаметрін анықтау.

11) Сопло және араластыру камерасы арасындағы қашықтық тең деп қабылданады.

12) L араластыру камерасының ұзындығы [Karassik I. J., Messina J. P., Cooper P., and Heald C. C. Pump Handbook ұсыныстарына сәйкес. Жаңа York: McGraw-Hill; 2007, 3 edition] және жобалау тәжірибесі тең қабылданады:

$$L = 8D_{th}.$$

13) Тандемді сорапты қондырғының жұмысы үшін ұңғымалық жағдайларды (ұңғыманың потенциалын) тексеру;

Ұңғыманың потенциалын есептеу үшін ұңғыма дебитінің ең болмағанда бір өлшенген мәні және оған сәйкес статикалық және динамикалық деңгейлер қажет. Өлшеу негізінде K'_{np} ұңғымасының өнімділік коэффициенті шығарылады ($m^3 / t\text{әул} / M\text{па}$):

$$K'_{np} = \frac{Q_{test}}{9.81(DL_{test} - DL_{static})\rho 10^{-6}}, \quad (3.12)$$

мұндағы Q_{test} – ұңғыманың өлшенген дебиті, $m^3 / \text{сағ}$;

DL_{test} – ұңғыманың осы дебитінде сағадан өлшенген динамикалық деңгейі, м;

DL_{static} – сағадан өлшенген статикалық деңгей, м.

Бұдан әрі тандемді сорап қондырғысының жұмысы кезінде DL_{op} күтілетін динамикалық деңгейі есептеледі:

$$DL_{op} = \frac{q_1 + q_2}{K_{np} 9.81\rho} + DL_{static}, \quad (3.13)$$

мұндағы q_2 – ағынды сорғыны беру, $m^3 / \text{сағ}$.

14) 2-13 кезеңдер жүйенің күтілетін динамикалық деңгейін ескере отырып қайталанады.

MAPLE бағдарламалық кешенінде шыққан есептеу нәтижелері келесідей:

1) Ортадан тепкіш сорап қондырғысын модельдеу:

File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

2D Math Times New Roman 12 B I U

restart,
with(plots):

ОТС жылдәу, [Гу]:
F := 50:
ОТС сатылар саны, ит:
n := 5:
Флойд тығыздығы, $\frac{кг}{м^3}$:
rho1 := 1000:
ОТС номиналды өнімділігі, $\frac{м^3}{таул}$:
Q_0 := 20.24:
h1 := 1.05 · 10⁻¹⁴:
h2 := -1.95 · 10⁻¹¹:
h3 := 1.35 · 10⁻⁸:
h4 := -4.49 · 10⁻⁶:
h5 := 5.45 · 10⁻⁴:
h6 := -3.61 · 10⁻²:
h7 := 9.03 · 10¹:
Берілген жылдіктегі ОТС өнімділігі, $\frac{м^3}{таул}$:
Q_1 := Q_0 · $\left(\frac{F}{50}\right)$:

Q_1 = 480

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите к параметрам компьютера.

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 4.18M Time: 0.09s Zoom: 100% Math Mode

File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

2D Input Times New Roman 12 B I U

Берілген жылдіктегі ОТС арыны, м:
H_1 := 500 · $\left(\frac{F}{50}\right)^2$:

H_1 = 500

plot1 := plot $\left(\left(\frac{h1 \cdot x^6 + h2 \cdot x^5 + h3 \cdot x^4 + h4 \cdot x^3 + h5 \cdot x^2 + h6 \cdot x + h7}{3.28} \right) \cdot n \cdot \left(\frac{F}{50}\right)^2, x = 0..650 \right)$:

plot2 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{F}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{F}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot3 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{45}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{45}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot4 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{55}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{55}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot5 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{60}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{60}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot6 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{65}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{65}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot7 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{70}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{70}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot8 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{40}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{40}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot9 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{35}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{35}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

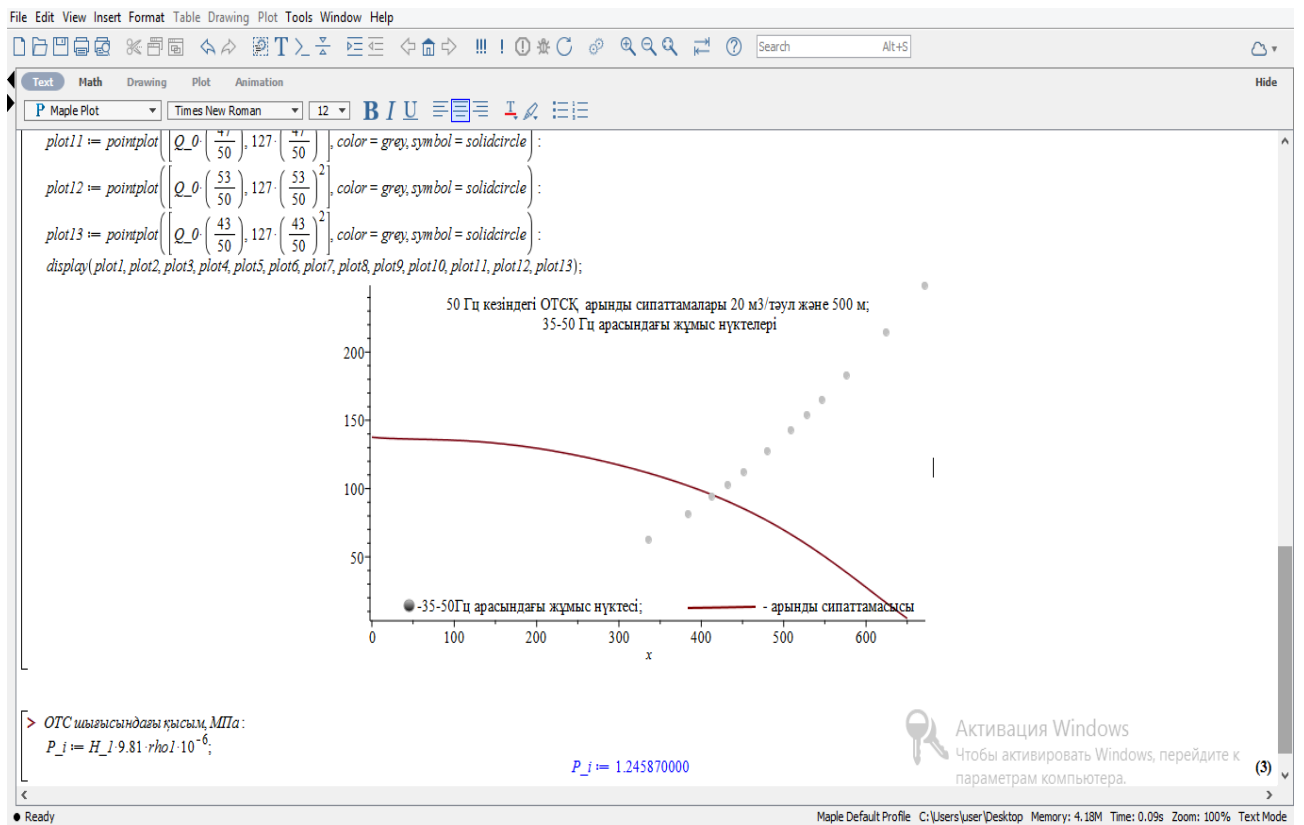
plot10 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{57}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{57}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

plot11 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{47}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{47}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

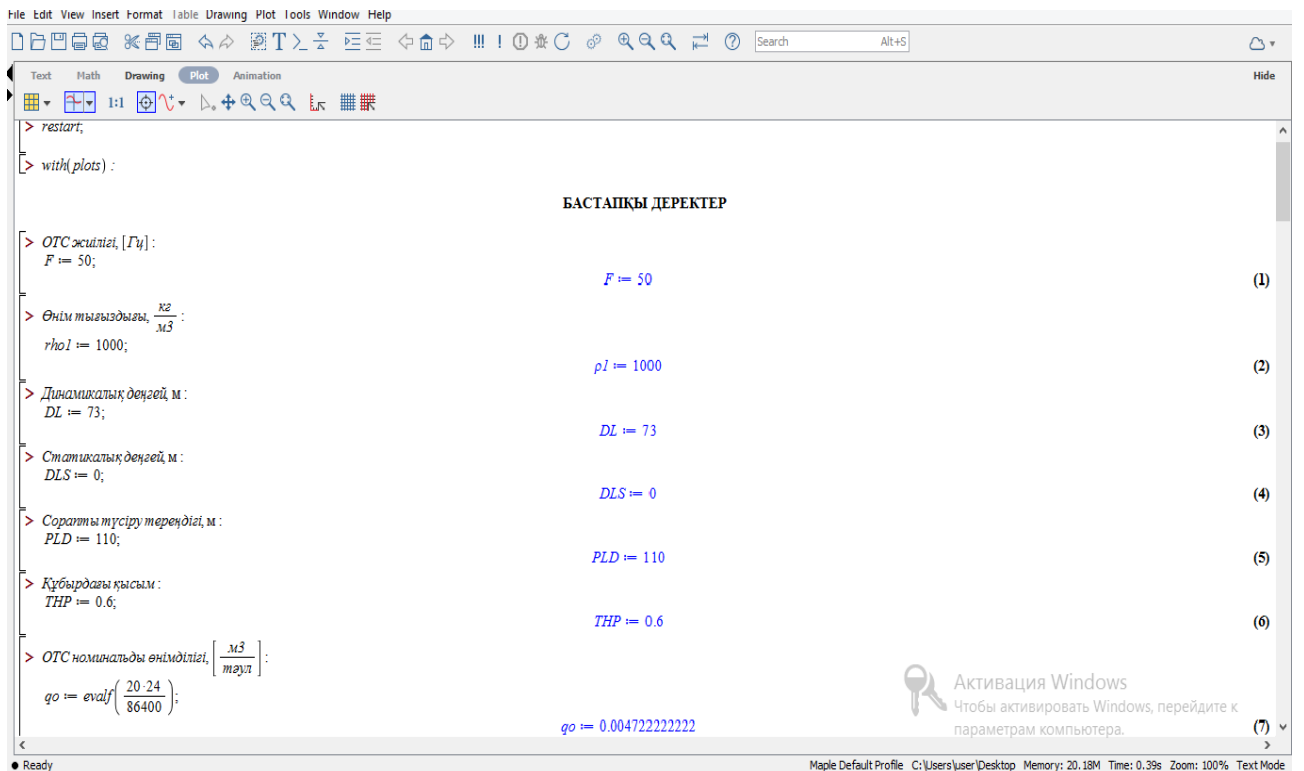
plot12 := pointplot $\left(Q_0 \cdot \left(\frac{53}{50}\right), 127 \cdot \left(\frac{53}{50}\right)^2, color = grey, symbol = solidcircle \right)$:

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите к параметрам компьютера.

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 4.18M Time: 0.09s Zoom: 100% Math Mode



2) Ағынды сораптың сипаттамаларын анықтау:



Text Math Drawing Plot Animation

1:1

go := 0.004722222222 (7)

> ОТС номинальды арыны, [м]:
 $h_0 := 500;$

> ОТС берілген жылдағы өнімділігі, $\frac{M^3}{\text{таул}}$:
 $q_{-1} = go \left(\frac{F}{60} \right);$
 $q_{-1} = 0.0066111111110$ (8)

> ОТС берілген жылдағы арыны, м:
 $h_1 := h_0 \left(\frac{F}{60} \right)^2;$
 $h_1 := \frac{h_0 F^2}{3600}$ (9)

> Қабылдау кезіндегі қысым [Мпа]:
 $P_s := (PLD - DL) \cdot 9.81 \cdot \rho_{hol} \cdot 10^{-6};$
 $P_s := 0.5199300000$ (10)

> ОТС шығысындағы қысым, МПа:
 $P_{inj} := h_1 \cdot 9.81 \cdot \rho_{hol} \cdot 10^{-6};$
 $P_{inj} := 2.441905200$ (11)

> $P_d := T_{HP} + DL \cdot 9.81 \cdot \rho_{hol} \cdot 10^{-6};$
 $P_d := 1.157270000$ (12)

> $N := \frac{(P_d - P_s)}{(P_{inj} - P_d)};$
 $N := 0.4961252813$ (13)

АҒЫНДЫ СОРАПТЫҢ ОПТИМАЛДЫ ГЕОМЕТРИЯСЫН АНЫҚТАУ

Активация Windows
 Чтобы активировать Windows, перейдите к параметрам компьютера.

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 20.18M Time: 0.39s Zoom: 100% Text Mode

File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

1:1

АҒЫНДЫ СОРАПТЫҢ ОПТИМАЛДЫ ГЕОМЕТРИЯСЫН АНЫҚТАУ

> Сопподағы үйкеліске кететін қысым шығыны коэффициенті:
 $K_{из} := 0.05;$
 $K_{из} := 0.05$ (14)

> Араластыру камерасындағы үйкеліске кететін қысым шығыны коэффициенті:
 $K_{ен} := 0;$
 $K_{ен} := 0$ (15)

> Диффузор мен араластыру камерасындағы үйкеліске кететін қысым шығыны коэффициенті:
 $K_{ид} := 0.2;$
 $K_{ид} := 0.2$ (16)

> print("b", M, КПД, q1, q2);
 for b from 0.1 to 0.9 by 0.1 do

$$eff[b] := \frac{M \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot M^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + M)^2 - \frac{M^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right)}{\left(1 + K_{ен} - \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot M^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + M)^2 - \frac{M^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right) \right)}$$

$$R[b] := diff \left(\left(\frac{M \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot M^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + M)^2 - \frac{M^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right)}{\left(1 + K_{ен} - \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot M^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + M)^2 - \frac{M^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right) \right)} \right), M \right) = 0;$$

$$BEP[b] := fsolve(R[b], M = 0 .. infinity);$$

$$BEP_{eff}[b] := \frac{BEP[b] \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot BEP[b]^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + BEP[b])^2 - \frac{BEP[b]^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right)}{\left(1 + K_{ен} - \left(2 \cdot b + \frac{2 \cdot BEP[b]^2 \cdot b^2}{(1-b)} - b^2 \cdot (1 + K_{ид}) \cdot (1 + BEP[b])^2 - \frac{BEP[b]^2 \cdot (1 + K_{ен}) \cdot b^2}{(1-b)^2} \right) \right)}$$

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 20.18M Time: 0.39s Zoom: 100% Text Mode

```

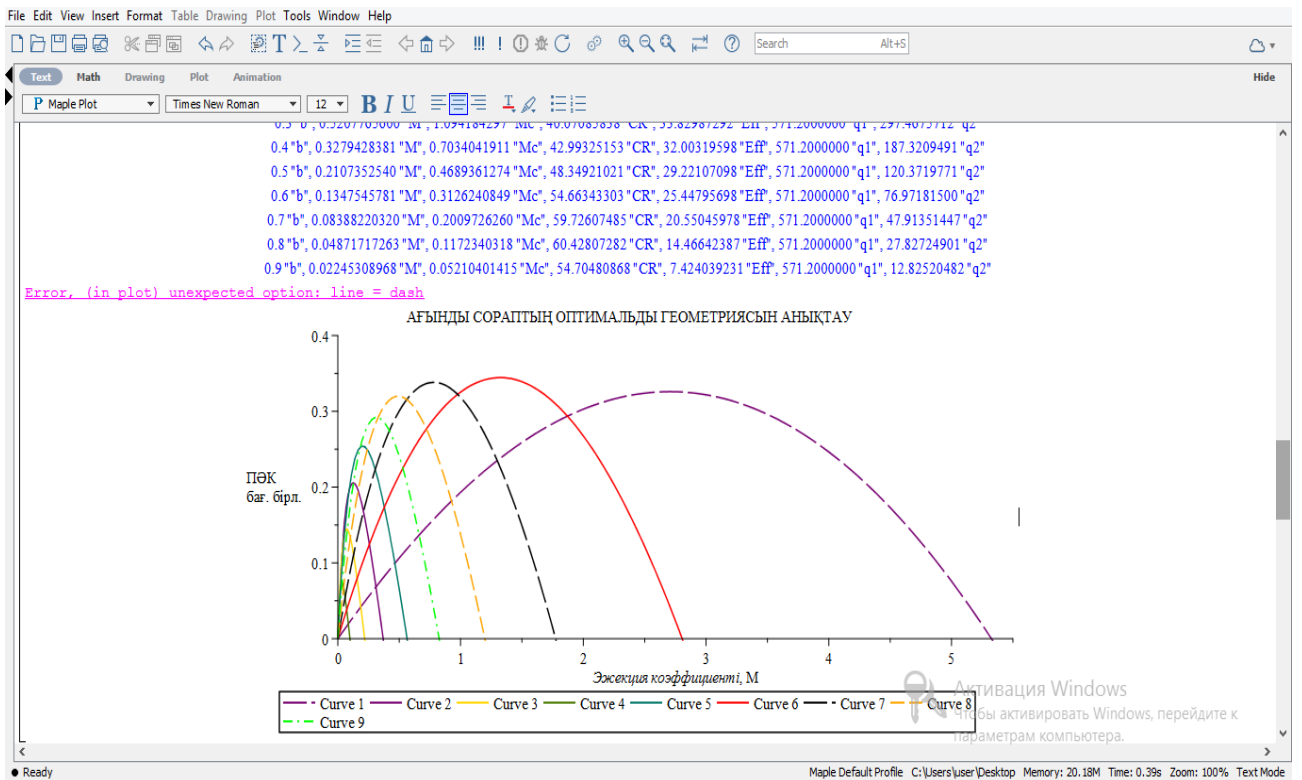
File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help
1:1
Text Math Drawing Plot Animation
Mc[b] := 1 - b / b * ((Ps * 10^6 * 0.000145038 - 1.23 * 10^3 * 0.000145038) * 1.1)^0.5 / (1.35 * (Pinv * 10^6 - Ps * 10^6) * 0.000145038);
CR[b] := (Mc[b] - BEP[b]) / BEP[b];
q_2[b] := BEP[b] * (20 * 24 * F * 86400) / 86400 * 50;

print("b", b, "M", 2 * BEP[b] / 3, "Mc", Mc[b], "CR", CR[b] * 100, "Eff", BEPeff[b] * 100, "q1", evalf(20 * 24 * F / 50), "q2", q_2[b] / 3);

end do;
p[0.1] := plot(eff[0.1], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = red, line = dash);
p[0.2] := plot(eff[0.2], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = blue);
p[0.3] := plot(eff[0.3], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = black);
p[0.4] := plot(eff[0.4], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = yellow);
p[0.5] := plot(eff[0.5], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = green);
p[0.6] := plot(eff[0.6], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = green);
p[0.7] := plot(eff[0.7], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = pink);
p[0.8] := plot(eff[0.8], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = grey);
p[0.9] := plot(eff[0.9], M = 0 .. 5.5, 0 .. 0.4, color = black);
display((p[0.1], p[0.2], p[0.3], p[0.4], p[0.5], p[0.6], p[0.7], p[0.8], p[0.9]));

"b", M, КПД, q1, q2
0.1 "b", 1.803176772 "M", 4.220425147 "Mc", 56.03665755 "CR", 32.59570445 "Eff", 571.2000000 "q1", 1029.974571 "q2"
0.2 "b", 0.8824741567 "M", 1.875744510 "Mc", 41.70345166 "CR", 34.45354917 "Eff", 571.2000000 "q1", 504.0692383 "q2"
0.3 "b", 0.5207765600 "M", 1.094184297 "Mc", 40.07085838 "CR", 33.82987292 "Eff", 571.2000000 "q1", 297.4675712 "q2"
0.4 "b", 0.3279428381 "M", 0.7034041911 "Mc", 42.99325153 "CR", 32.00319598 "Eff", 571.2000000 "q1", 187.3209491 "q2"
0.5 "b", 0.2107352540 "M", 0.4689361274 "Mc", 48.34921021 "CR", 29.22107098 "Eff", 571.2000000 "q1", 120.3719771 "q2"
0.6 "b", 0.1347545781 "M", 0.3126240849 "Mc", 54.66343303 "CR", 25.44795698 "Eff", 571.2000000 "q1", 76.97181500 "q2"
0.7 "b", 0.08388220320 "M", 0.2009726260 "Mc", 59.72607485 "CR", 20.55045978 "Eff", 571.2000000 "q1", 47.91351447 "q2"
0.8 "b", 0.04871717263 "M", 0.1172340318 "Mc", 60.42807282 "CR", 14.46642387 "Eff", 571.2000000 "q1", 27.82724901 "q2"
0.9 "b", 0.02245308968 "M", 0.05210401415 "Mc", 54.70480868 "CR", 7.424039231 "Eff", 571.2000000 "q1", 12.82520482 "q2"

```



File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

Maple Plot Times New Roman 12 B I U

```

> b_o := 0.23 :

> v_o := ( (2 * (Pinj * 10^6 - Ps * 10^6) / rho1 * (1 + Knz)) )^0.5 ;
v_o := 60.50541416 (17)

> An := 17.24 * F / v_o * 86400 * 50 ;
An := 0.0001092647857 (18)

> Сопло диаметрі, мм :
D_n := ( An / 3.14 * 4 )^0.5 * 1000 ;
D_n := 11.79791549 (19)

> Араластыру камерасының диаметрі, мм :
D_th := D_n / b_o^0.5 ;
D_th := 24.60035436 (20)

> Сопло мен араластыру камерасының арақашықтығы, мм :
sp := 1 * D_th ;
sp := 24.60035436 (21)

> Араластыру камерасының ұзындығы, мм :
Lth := 8 * D_th ;
Lth := 196.8028349 (22)

```

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите к параметрам компьютера.

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 20.18M Time: 0.39s Zoom: 100% Text Mode

File Edit View Insert Format Table Drawing Plot Tools Window Help

Maple Plot Times New Roman 12 B I U

ҰҢҒЫМАНЫҢ ПОТЕНЦИАЛЫН АНЫҚТАУ

```

> Ұңғым өлшеуі (замер) :
Q_test := 10.24 :
Өлшеу кезіндегі динамикалық деңгей :
DL_test := 15 :
Pind := Q_test / (DL_test - DLS) * rho1 * 9.81 * 10^-6 ;
DL1 := Q / (Pind * (rho1 * 9.81 * 10^-6) + DLS) ;
DL_op := evalf ( 504 + (Qo * F / 50) * 86400 / (Pind * (rho1 * 9.81 * 10^-6)) + DLS ) ;

plot1 := plot (DL1, Q = 0 .. Pind * (PLD - DLS) * 9.81 * rho1 * 10^-6, thickness = 1, color = grey) ;
plot2 := pointplot ( [ 504 + (Qo * F * 86400 / 50), DL_op ], color = blue, symbol = diamond ) ;
plot3 := pointplot ( [ Pind * (PLD - DLS) * 9.81 * rho1 * 10^-6, PLD ], color = red, symbol = diamond ) ;
plot4 := plot ( ) ;

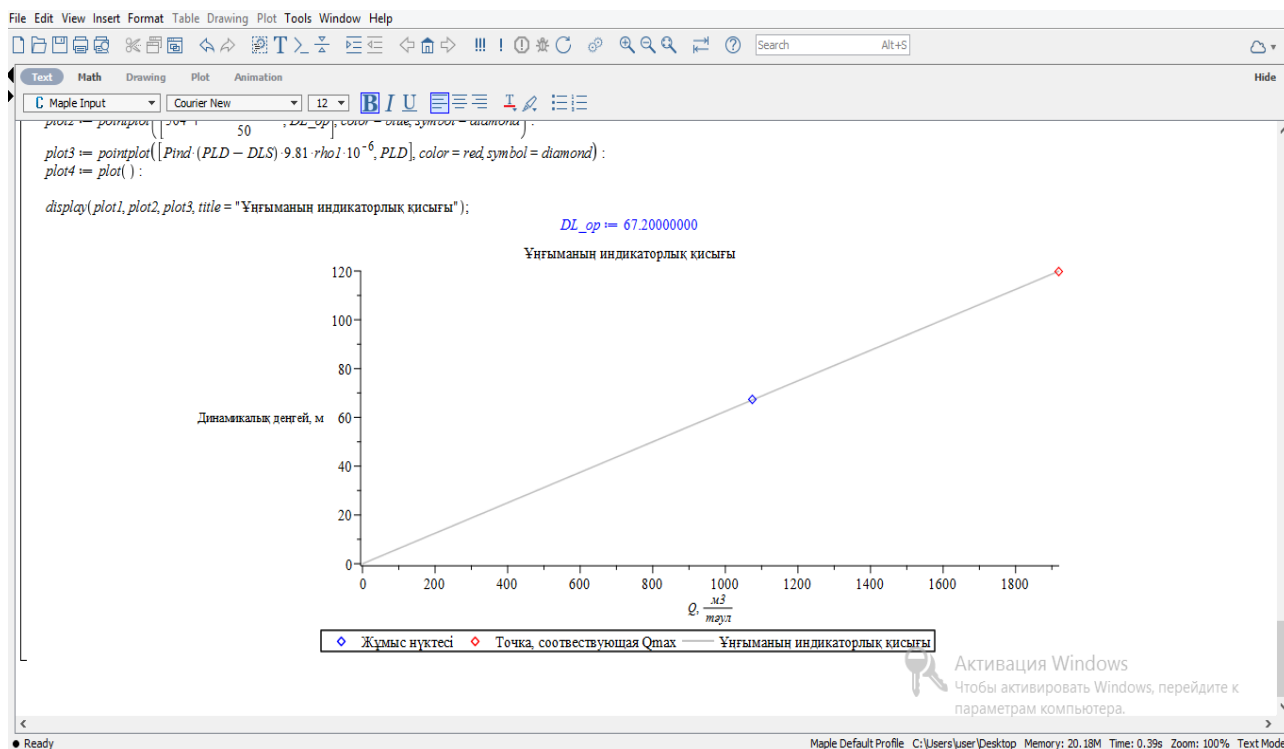
display (plot1, plot2, plot3, title = "Ұңғыманың индикаторлық қисығы") ;
DL_op := 67.20000000

```

Ұңғыманың индикаторлық қисығы

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите к параметрам компьютера.

Maple Default Profile C:\Users\user\Desktop Memory: 20.18M Time: 0.39s Zoom: 100% Text Mode



Берілген есеп мәліметтерінің талдауына сүйене отырып, $b=0,23$ кезінде берілген ұңғыма жағдайларында салыстырмалы кавитациясыз жұмыс кезінде ПӘК-тің ең жоғары мәні белгіленеді. Бұл ретте, ағынды сорапның оңтайлы конструктивтік параметрлері: соплоньң ауданы $A_n=0,1092647857 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; Соплоньң диаметрі – 11,79 мм; Араластыру камерасының диаметрі – 24,6 мм; Соплодан араластыру камерасына дейінгі арақашықтық – 24,6 мм; Араластыру камерасының ұзындығы – 196,8 мм.

Бөлімге қорытынды

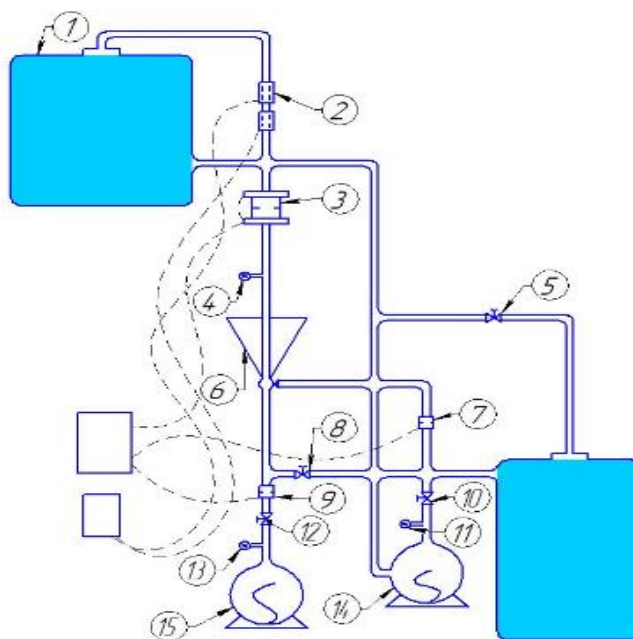
Жобаланған математикалық модельді қолдану арқылы модельдеу нәтижелері ағынды сорғының есептік конструктивтік параметрлерінің оның физикалық моделіне зерттеу нәтижелерімен жеткілікті ұқсастығын көрсетті. Алынған оң нәтижелер конструкцияны әзірлеу немесе батырмалы электр орталықтан тепкіш сорғылары бар тандемде жұмыс істейтін ағынды сорғыларды іріктеу кезінде оны практикалық қолдану үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

4 Эксперименттік бөлім

4.1 Эксперименттік стендтің принципиялды схемасы

Осы процесстерді сәтті жүзеге асыру үшін сұйық-газ эжекторларның шынайы арыны және энергетикалық сипаттамаларын білу қажет. Қазіргі уақытта осы бағытта жарияланған зерттеулер өте көп, алайда көптеген пайдалану технологияларына арналған ағынды аппараттардың жұмыс істеу ерекшеліктері мұндай жүйелер үшін түсініксіз болып қалады.

Осыған байланысты Сәтбаев университетінде әр түрлі сұйық эжекторлардың сипаттамаларын зерттеуге болатын эксперименталды стенд жасалынып шыққан болатын. Экспериментальды қондырғының (4.1-сурет) құрамында сұйықтыққа арналған бак 1, ОТС 14, тіреуші ОТС 15, зерттелінетін ағынды аппарат 6, тарату құбыржолдары жүйесі, реттеу вентильдері мен ысырмалары – 5,8,10,12, сондай-ақ бақылау-өлшеу құралдары. Соңғылары сұйықтықтың шығын өлшегіштерін (7,9), импульс есептегішін 3, ультрадыбытық шығын өлшегіштерін 2, манометрлерді – 4,11,13, қысым және температура датчиктерін қамтиды.



4.1 Сурет – Ағынды аппараттардың сипаттамаларын зерттеуге арналған эксперименталды қондырғының принципті сұлбасы



4.2 Сурет – Стенд көрінісі

Сондай-ақ эксперименталды қондырғы құрамына ағынды аппараттың қабылдау камерасында судың артық қысымын жасау үшін арынды ортадан тепкіш реттелетін сорап (14) қосылған. 1 бактан сұйықтық 2 тіреуші сорапқа қабылдауға түседі. Одан әрі жұмыс сұйықтығы 3 ағынды аппараттың сопласына келіп түседі және 0,15...0,2 МПа қысыммен 1 бактан берілетін сұйықтықты инжектендіреді (4.3-сурет).

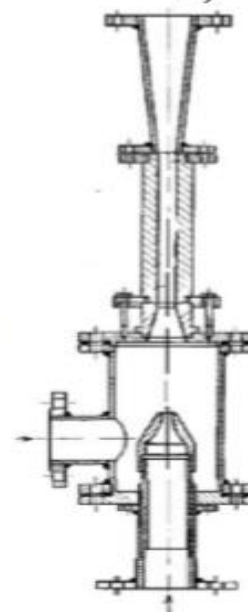
Стендтік зерттеулерді жүргізу әдістемесі мыналардан тұрады:

Ағынды бөліктің белгілі геометриясы бар ағынды аппарат ортадан тепкіш сораптың шығарындағы желісіне орнатылады. Ағынды аппараттың жұмыс сопласы тіреуіш сораптың шығару желісіне қосылған. Эжектордың диффузорынан өнім шығару желісіне немесе одан әрі өлшеу багына, содан кейін - ерітілген сұйықтыққа арналған бактарға түседі. Ағынды аппараттың қабылдау камерасы бакқа (1) сұйық желісімен қосылған.

а)



б)



4.3 Сурет – Ағынды сорап (а) және ағынды аппараттың бөлшектік моделінің ішкі көрінісі (б)

Эксперимент жүргізу кезіндегі сұйықтың айналым жүйесі-тұйық. Бактан алынатын сұйықтық сорылатын сұйықтықпен араласатын ағынды аппаратқа бір немесе екі тіреуіш сораппен айдалады.

Зерттеу жүргізу кезінде: жұмыс соплосына берілетін сұйықтың шығыны; қабылдау камерасына түсетін сұйықтың және газдың шығындары, жұмыс соплосының алдындағы, қабылдау камерасындағы және диффузордан шығардағы қысым, сондай-ақ бактағы сұйықтың температурасы өлшенеді. Сұйықтық пен газдың шығындары ысырмалармен немесе вентильдермен реттеледі. Зерттеулер сұйықтықты, газды және газсұйықтықты қоспаны эжектірлеу кезінде жүргізіледі.

Стенд келесі реттегідей жұмыс істейді. Бактан 1 сұйықтық 14 және 15 тіреуіш сораптарға келіп түседі. Жұмыс қысымының талап етілетін шамаларына және жұмыс сұйықтығының шығынына байланысты құбыржолдар мен ысырмалардың жүйесі ЭЦНИ5-40 және ЭЦН5-125 тіреуіш сораптардың тізбектей және параллель де қосылуына мүмкіндік береді. Ағындық аппараттың 6 жұмыс соплосына ЭЦНИ5-40 сорабы, сондай-ақ ЭЦН5-125 сорабы, сондай-ақ осы екі сорап бірге (тізбектей немесе параллель) қосылуы мүмкін.

Бұдан әрі жұмыс сұйықтығы ағынды аппараттың 6 соплосына келіп түседі және инжектендіреді.

Ағынды аппараттың жұмыс соплосының алдындағы және оның диффузориан шығысындағы қысым 4,11 және 13 үлгілік манометрлермен

өлшенеді. Эжектордың қабылдау камерасындағы қысым вакуумметрмен (немесе манометрмен немесе мановакуумметрмен) өлшенеді. Беріліс және қысым бойынша әр түрлі жұмыс режимдері реттеуші ысырмалар мен вентильдер арқылы жасалады.

Стенд сұйықтықты, газды, сондай-ақ кез келген газ құрамы бар газ сұйықтықты қоспаны сору кезінде режимдік параметрлердің кең ауқымында түрлі ағынды аппараттардың сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік береді.

4.2 Эксперименттік стенд құрамындағы негізгі жабдықтар мен бақылау өлшеу құралдарына шолу, стендті аппаратуралық талдау

Енді, принципіалды стенд құрамындағы жабдықтар мен БӨҚ құралдарына шолу жасайық.

Ультрадыбыстық шығын өлшегіш TUF-2000M. Ультрадыбыстық шығын өлшегіш TUF-2000M (4.4-сурет) жабық құбырларда сұйықтықтың қозғалыс жылдамдығын өлшеу үшін жасалынған. Қабылдау датчиктері байланыссыз, қысқыш (қапсырма) типті, бұл ақаулар мен ақаулықтардың болмауын, сондай-ақ аспаптың объектіге жеңіл монтаждау мүмкіндігін, кепілдігі бар кезінде жұмыстың көптеген артықшылықтарын өзіне алады.



4.4 Сурет – TUF-2000M ультрадыбыстық шығын өлшегішін орнату үлгісі

Соплоға айдалатын жұмыс сұйықтығының (Qш) шығынын және инжектіренетін (Qi) шығынды анықтау үшін құраушы TUF-2000M ультрадыбыстық шығын өлшегіші қолданылды (сурет) жабық құбырларда сұйықтықтың қозғалыс жылдамдығын өлшеу үшін әзірленген. TUF-2000M шығын өлшегіші екі қабылдағыш датчикті қолданады, олар екеуі де ультрадыбыстық таратқыш және қабылдағыш ретінде жұмыс істейді. Бұл құрылғылар герметикалық құбырдың сыртқы жағына бір-бірінен белгіленген қашықтықта бекітіледі. Датчиктер (түрлендіргіштер) дыбыс құбырды екі рет кесіп өткен кезде V (V-әдіс) әдісімен, немесе W әдісімен (W-әдіс), дыбыс құбырды төрт рет кесіп өткен кезде, немесе Z әдісімен (Z-әдіс), түрлендіргіштер құбырға бір-біріне қарама-қарсы дәлдікпен орнатылғанда және дыбыс құбырды бір рет кесіп өткен кезде орнатылуы мүмкін.

Жұмыс істеу принципі. Жылдамдықты өлшеу жиіліктік модуляцияланған шығарынды арөбылы және екі түрлендіргіш арасындағы акустикалық энергияның көрсетуін уақытша өлшеу принципі бойынша орындалады.

Техникалық сипаттамалары:

- Ағынның жылдамдығы: -30...+30 м/с;
- Сызықтық қателік: 0,5%;
- Қателік: $\pm 1\%$; сызықтық қателік: 0,5%; қайталанатын қате: 0,2%.
- Құбырдың рұқсат етілген диаметрі:
 - 1) TS2 датчиктері бар DN15-тен DN100 мм-ге дейін;
 - 2) TM1 датчиктері бар DN50-ден DN700 мм-ге дейін;
 - 3) DN50-ден DN1000 мм-ге дейін TM1-НТ датчиктері.
- Температураның рұқсат етілген диапазоны:
 - 1) 30°C-тан +90 °C-қа дейін TS2 датчиктерімен;
 - 2) 30°C-тан бастап +90°C-қа дейін TM1 датчиктерімен;
 - 3) 30°C-тан +160°C-қа дейін TM1-НТ датчиктерімен.
- Интерференцияға қарсы әрекет: қабылдағыш пен сенсордағы әр түрлі қос теңдестірілген сигнал интерференцияны болдырмауға мүмкіндік береді;
- Интерфейс: оқшауланған шығысы RS-485, 2 оқшауланған шығысы ОСТ, бір оқшауланған кіріс 4...20 мА (екі сымды), кіріс Pt100 (3 сымды);
- Деректер алмасу хаттамалары: METER-BUS, MODBUS хаттамаларымен, кеңейтілген FUJI протоколымен және су есептеуіштерінің жалпы хаттамасымен үйлесімді [6].

Су шығынын өлшегіштің дәлдігін, шығару желісінде орнатылатын Вентури сопласындағы қысымның өзгеруі бойынша анықтаймыз. Вентури сопласының су шығынын өлшеудің шекті салыстырмалы қателігі 1,56% құрайды.

Ағынды аппараттың жұмыс сопласының (Рж) алдындағы, оның диффузорынан (Рс) шығысындағы және эжектордың қабылдау камерасындағы (Рвх) қысымының көрсеткіші сандық және манометрлік датчиктермен

өлшенеді. Беріліс және қысым бойынша әр түрлі жұмыс режимдері реттеуші ысырмалар мен вентильдер арқылы жасалынады.



4.5 Сурет – Бактың жалпы түрі



4.6 Сурет – Эжектрленетін сұйықтықты беруге арналған сорап



4.7 Сурет – Тіреуіш сорап



4.8 Сурет – Ағынды аппарат



4.9 Сурет – Кері клапан

4.3 Эксперимент нәтижелерін талдау

Зерттеудің мақсаты: ұңғымалық жағдайда тандемді сорғы қондырғысын пайдаланудың тиімді режимін қамтамасыз ету үшін ортадан тепкіш сораппен бірлескен жұмыс кезінде ағындық сорғының жұмыс процесінің математикалық моделін және оның негізгі құрылымдық параметрлерін есептеу әдістемесін әзірлеу.

Математикалық модельдің жұмыс қабілеттілігі мен шынайылығын бағалау Waterloo Maple Inc компаниясының Maple бағдарламалық пакетін қолдана отырып, ұңғыманың виртуалды моделінде ЭЦН-мен бірге ағынды сораптың жұмыс режимдерін есептік модельдеу жолымен жүргізілді. Бастапқы деректер сору ұңғымасының нақты шарттарына сәйкес келеді. $b=0,1...0,9$ диапазонында соплоның ауданының ағынды сорапның араластыру камерасының ауданына әртүрлі қатынастарында тандемді сорап қондырғысының жұмыс режимдерінің сипаттамаларын алуға мүмкіндік берді.

Алынған есеп мәліметтерінің талдауына сүйене отырып, $b=0,23$ кезінде берілген ұңғыма жағдайларында салыстырмалы кавитациясыз жұмыс кезінде ПӘК-тің ең жоғары мәні белгіленеді. Бұл ретте, ағынды сорапның оңтайлы конструктивтік параметрлері: соплоның ауданы $A_n=0,1092647857 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$; соплоның диаметрі – 11,79 мм; араластыру камерасының диаметрі – 24,6 мм; соплодан араластыру камерасына дейінгі арақашықтық – 24,6 мм; араластыру камерасының ұзындығы – 196,8 мм.

Модельдеу сонымен қатар ағынды сораптың негізгі элементтерінің геометриясы бойынша бірқатар ұсыныстар жасауға мүмкіндік берді.

Дизайндағы маңызды параметрлер ағынды сорап пен араластыру камерасы арасындағы арақашықтық және араластыру камерасының ұзындығы болып табылады. Тым ұзын араластыру камераларын таңдау кезінде кинетикалық энергияның жоғалуы және сораптың қысым сипаттамасының

нашарлауы байқалады. Сопло пен араластыру камерасының арасындағы арақашықтық жұмыс ағынының кинетикалық энергиясының жоғалуына және сорғының кавитациялық тұрақтылығының нашарлауына елеулі әсер етеді. Сопло жоғары жылдамдықты ағыс кезінде үйкеліс қысымын төмендету үшін қысқа конустық дизайн ұсынылады.

Эксперименталды деректерге сәйкес кавитацияны болдырмау үшін S_p/D_{th} сопло мен араластыру камерасының мойынының арасындағы оңтайлы арақашықтық 0,5-2,0 диапазонында алынды, алайда ұсынылатын мән – 1.

Араластыру камерасының ұзындығы $L/D_{th}=8$ ұсынылады, алайда сорғының тиімділігі араластыру камерасының ұзындығын өзгерту есебінен жақсаруы мүмкін.

Бернулли теңдеуінің негізінде ОТС-пен бірге тандемде жұмыс істейтін ағынды сорғының математикалық моделі әзірленді. Модельді әзірлеу кезінде оларды практикалық қолданудың, есептеудің және жобалаудың әлемдік тәжірибесі ескерілді.

Математикалық үлгінің жұмыс қабілеттілігі мен шынайылығы компьютерлік үлгілеудің нәтижелерін ағынды сораптың физикалық моделіне зерттеу нәтижелерімен салыстырумен расталған. Математикалық модель тез және жеткілікті дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді:

- Әртүрлі динамикалық деңгейлерде сору ұңғымаларында қолдану кезінде тандемді сорап қондырғысының тиімді көрсеткіштері (беріліс суммасы және эжекция коэффициенті);

- Осы тиімді көрсеткіштерді қамтамасыз ететін ағынды сораптың оңтайлы геометриялық параметрлері;

- Оның әрбір элементіндегі, құрылымдық параметрлері мен сору ұңғымаларындағы гидродинамикалық жағдайларына байланысты, қысымның бойлық профильдері кавитациясыз режимдерінің диапазонын болжауға мүмкіндік береді.

Модельдеу нәтижелерін талдау негізінде ағынды сорғы жұмысының кавитациялық режимдерінің жоғары сезімталдығы тек пайдалану жағдайларына ғана емес, сонымен қатар ағынды сорғының негізгі элементтерінің конструктивтік параметрлеріне де белгіленген.

Алынған сипаттамалар әртүрлі мақсаттағы ұңғымаларға ағынды аппараттарды таңдау әдістемесінде (тандемді қондырғылар құрамында) қолданылуы мүмкін.

Бөлімге қорытынды

Эксперименттік бөлімде біздің дипломдық жұмыс негізделген стендты және оның принципіалды схемасы мен сол стенд құрамына кіретін барлық жабдықтар, аппараттар мен бақылау өлшеу құралдарын талдау жұмыстары жүргізілді. Стендтың толықтай жұмыс істеу принципын қарастырып, оны толықтай сипаттадық. Дипломдық жұмыстың тақырыбына сай ЭОТС-тардың жалғану жолдары мен ол сораптардың, яғни тіреуші сораптар ағынды аппаратқа қалай әсер ететіні туралы көрсеттік. Біздің дипломдық жұмыстың мақсаты алынған ЭОТС-ға сай келетін ағынды сорапты таңдау болғандықтан, бұл стендте негізгі зерттеліп және қаралып жатқан сол ағынды сораптың сипаттамалары болып табылады. Сондықтан да осы стендте, ЭОТС пен ағынды сорап жұмыс характеристикалары арасындағы сәйкестік негізге алынып, қаралынды. Тандемдік сораптар құрамындағы ЭОТС-тар параллель және тізбектей жалғануы мүмкін, біздің стендте, екі сорап параллель жалғанған.

Сораптардан бөлек стенд құрамындағы басқа да жабдықтарға шолу жасадық. Біздің стендте ультрадыбыстық шығын өлшегіштер, импульс өлшегіштер және бірнеше ысырмалар мен вентильдер бар. Олардың орналасуы мен сипаттамаларын толықтай көрсеттік. Осы жабдықтардың стандарттарына сәйкес әр жабдықтың өзінің қолданылу диапазонына байланысты, сол жабдықтар оңтайлы режимде таңдалып алынды.

Сонымен қатар, жобаланған математикалық модельді қолдану арқылы модельдеу нәтижелері ағынды сораптың есептік конструктивтік параметрлерінің оның физикалық моделіне зерттеу нәтижелерімен жеткілікті ұқсастығын көрсетті. Алынған оң нәтижелер конструкцияны әзірлеу немесе батырмалы электр ортадан тепкіш сораптарымен тандемде жұмыс істейтін ағынды сораптарды іріктеу кезінде оны практикалық қолдану үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

5 Еңбекті қорғау бөлімі

5.1 Өндірістегі қауіпті және зиянды факторлар

Мұнай өндіруге арналған электр орталықтан тепкіш сорғы қондырғысына қызмет көрсететін жұмысшылардың жұмысының қауіпсіздігін қамтамасыз ету, сондай-ақ қондырғының жұмысы кезінде пайда болатын зиянды факторлардан қоршаған ортаны қорғау ұйымының алдында тұрған маңызды проблемалардың бірі болып табылады.

Әсіресе көп проблемалар қоршаған ортаны толыққанды қорғауды қамтамасыз етумен байланысты, өйткені бұл ақша қаражат пен уақыттың үлкен шығынына алып келеді, ал бұл өз кезегінде пайданың төмендеуіне әкеледі. Алайда, адам қоршаған ортаға енгізетін теріс өзгерістердің ауқымы мен тереңдігі соңғы уақытта қауіпті өлшемдерді қабылдайды, сондықтан табиғатты қорғау проблемасы айрықша өзектілікке ие болды.

Дайындаушы зауыттың нұсқаулығына және қауіпсіздік техникасына қатысты басқа да қолданыстағы нормативтік құжаттарға сәйкес тұтынушы кәсіпорын әрбір сорғы және компрессорлық қондырғыны қауіпсіз пайдалану және қызмет көрсету жөніндегі нұсқаулықты әзірлеуі тиіс. Нұсқаулықты кәсіпорынның бас инженері бекітуі тиіс. Қондырғыларды пайдаланумен айналысатын жұмысшылар көрсетілген нұсқаулықпен (қолхатпен) танысуы тиіс. Нұсқаулық көрінетін жерде ілінуі керек. Нұсқаулықтың барлық тармақтарын қатаң орындау жабдықты қауіпсіз пайдаланудың кепілі болып табылады.

Сораппен жұмыс жасаған кезде орын алуы мүмкін қауіптер:

- Сораптық қондырғының және желдеткіш жүйелердің әсерінен болатын шу;
- Майтасығыштардың жарылуы, ернемектен шыққан будан, термиялық күйік шалу;
- Электрлік токпен зақымдану;
- Айналып жатқан механизм бөлшектерінен зақымдану;
- Жөндеуге дайындау барысында жарақаттану;
- Жарықтандыру жүйесінің жеткілікті болмауы;
- Қауіпті қоспалардың организмге әсері;
- Қондырғыны қосып-өшіру барысында мүмкін болатын жарылыстар.

Мұнай өндіру қоршаған ортаға қабаттық сұйықтықтың және әртүрлі газдардың қоспасының шығарылуы ретінде жағымсыз құбылыстармен қатар жүруі мүмкін. Алайда, тіпті қалыпты пайдалану жағдайларында да, әсіресе газдардың ағып кетуін толық алып тастау мүмкін емес. Бұған жол бермеу үшін ұңғыманың сағасын үнемі әрекет ететін мәннен 1,5-2 есе асатын қысымға есептелген фонтандық арматураның көмегімен мұқият оқшаулау қажет. Бұдан басқа, ұңғыма сағасына жақын жерде мұнайдың төгілуінің алдын алу үшін өрт сөндіру пункттері мен құм үйінділері орнатылуы тиіс.

Қондырғының жанында жұмыс істеген кезде басқа қауіпті зақымдаушы фактор, жоғары кернеулі электр тогымен зақымдану мүмкін болып табылады. Осыған байланысты жазатайым оқиғаларды болдырмау үшін қондырғыны қоректендіретін трансформаторлық қосалқы станциялардың жерге тұйықталуын орнату қажет.

Қауіпсіз қызмет көрсету үшін орындалуы тиіс талаптар:

- Сораптық қондырғы орналасқан аймақта жұмыс жасау үшін жұмысшы арнайы теориялы-практикалық біліктілікті меңгерген, қауіпсіздік шараларымен таныстырылған және арнайы жұмыс үшін берілетін куәлік құжаты болуы тиіс;
- Еңбекті қорғау және қауіпсіздік шаралары туралы заңдарда көрсетілген барлық талаптарды білу және оны орындау;
- Жұмыс орнында жұмысшы арнайы киіммен, көзілдірік, қолғап, аяқ киіммен қамтамасыз етілуі керек;
- Жүзі өткір кескіш аспаптар арнайы қораптарда сақталуы тиіс;
- Дабылқаққыш жүйенің жұмысын, байланысқан бөлшектерді тексеріп тұру керек және ақау анықталған жағдайда тезарада бас механикті хабардар ету қажет.

5.2 Химиялық факторлар, зиянды заттар

Мұнай өндіруге арналған электр орталықтан тепкіш қондырғының жұмысы кезінде негізгі ластаушылар сағалық арматурамен байлау құбырларының тығыздылығы арқылы ағып кету түрінде болатын ұңғыма өнімінің әртүрлі компоненттері болып табылады. Оларға бірінші кезекте әртүрлі жеңіл көмірсутектер (метан, этан, пропан, бутан), сондай-ақ күкіртті сутегі (оның түрлі көмірсутектермен қоспалары) және көміртегі оксиді жатады. Сонымен қатар, ұңғымаға айдалатын кейбір реагенттер адам денсаулығы үшін өте қауіпті болуы мүмкін. Мұндай зат, мысалы, ұңғыманы қышқылмен өңдеу кезінде қолданылатын тұз қышқылы. Жұмыс аймағының ауасын қалыпқа келтіру және жұмысшыға зиянды қоспалардан жеке қорғаныс құралдарын бөлу бойынша шаралар мен құралдар кешені орнатылады. Аталған құралдар зиянды қоспалардың болмауын немесе шектен тыс жағдайда олардың шекті рұқсат етілген концентрациясынан аспайтын мөлшерде болуын қамтамасыз етуі тиіс.

Зиянды заттардың әсерінен ОТС-қа қызмет көрсететін жұмысшыны қауіпсіздендіру үшін мұнай өндіру кезінде:

- 1) Жұмысқа арнайы нұсқамадан өткен адамдарды ғана жіберу;
- 2) Персоналды барлық қажетті жеке қорғану құралдарымен жабдықтауға;
- 3) Мұнай өндіру кезінде туындайтын зиянды қалдықтарды кәдеге жаратуды немесе сенімді көмуді ұйымдастыру.

5.3 Физикалық факторлар

Жұмыс орнындағы метеожағдайлар мен микроклимат еңбек өнімділігіне үлкен әсер етеді. Микроклимат параметрлерінің оңтайлы мәндерден едәуір

ауытқуы жұмыс қабілеттілігінің көрсеткіштерін төмендетуі немесе тіпті жұмысты мүмкін емес етуі мүмкін.

Бұл дипломдық жобада қарастырылып отырған мұнай өндіру үшін ОТС жер астында едәуір тереңдікте орналасқандықтан (>1000м), оның жұмысы кезінде пайда болатын шу мен дірілге қарсы қандай да бір арнайы құралдарын қабылдамауға мүмкіндік береді.

Мұнай өндіру ұңғымасының сағасында өнеркәсіптік жиіліктің жоғары кернеуін (50 Гц) түрлендіретін трансформаторлық қосалқы станциялар орнатылғандықтан, онда осы қондырғыларды есептік қашықтыққа алып тастау не оларды қорғалуын қамтамасыз ету қажет (оларға жақын адамдардың болуы қажет болған жағдайда), магнитті және электр өрістерінің сағада жұмыс істейтін персоналға әсері қолданыстағы санитарлық ережелер мен нормаларда белгіленген мәндерден аспауы тиіс.

ОТС-ты пайдалану кезінде жұмыстарды қауіпсіз жүргізу бойынша мынадай арнайы талаптар әзірленді:

1) Аппараттардың бекітілуін, электр жабдығының жерге қосу түйіспелерін тексеру және ток өткізгіш бөліктерге жанасу мүмкіндігіне байланысты басқа да жұмыстар тек ажыратылған және сақтандырғыштардан алынған кезде ғана жүзеге асырылады;

2) Трансформатордың корпустары мен басқару станциялары, сондай-ақ кабельдер жерге орнатылуы тиіс;

3) Ұңғыманың шегендеу бағанасы жерге тұйықтау контурымен немесе желінің нөлдік сымымен жалғануы тиіс;

4) Басқару станцияларында бумалар мен релелік аппараттарды монтаждау, тексеру, реттеу, жөндеуге алу және орнату, сондай - ақ трансформатордың тармақтарын ауыстырып – қосу бойынша жұмыстар: тиісті біліктілігі бар екі тұлға сақтандырғыштары алынып тасталған да немесе қондырғыны өшіру кезінде жүргізу қажет;

5) Басқару станцияларынан ұңғыма сағасына дейінгі кабельді жер бетінен 400 мм кем емес қашықтықта арнайы тіректерде салу керек;

6) Жұмыс істеп тұрған қондырғы кезінде және сынамалы іске қосу кезінде кабельге жанасуға тыйым салынады.

5.4 Өрт қауіпсіздігін қамтамасыз ету

Қолданыстағы нормаларға сәйкес ұңғыма сағасында өрт сөндіру құралдарын сақтау орындары (өрт қалқандары, құм салынған жәшіктер) орнатылуы тиіс. Ұңғыманың айналасындағы жұмыс алаңы шөптер мен қосымша өрт қаупін тудыратын өзге де өсімдіктердің өсуін болдырмау үшін тегіс, тегістелген және құм немесе қиыршық тас қабатымен жабылған болуы тиіс. Авариялық жағдайлар туындаған жағдайда оған өрт техникасының құралдарын жеткізу үшін ұңғыманың аузына кірме 37 жолдарды салу қажет. Топырақ бетінде мұнай өнімдерінің немесе басқа да жанғыш сұйықтықтардың төгілуінің іздері болмауы тиіс. Өрт пайда болған жағдайда оларды жою жөнінде

шаралар қабылдау қажет. Ұңғыма сағасы мен көлік құбыржолдары жабдығына жақын жерде ашық отты пайдалануға тыйым салынады. Ұңғыма сағасында жөндеу немесе басқа да жұмыстарды жүргізу кезінде барлық жабдықтар мен көлік техникасы диаметрі кемінде 20 метр контурдан тыс орналасуы тиіс (өрт және жарылыс қаупі жоғары аймағынан).

Батыру қондырғысына қызмет көрсететін персонал жоғары өрт және жарылыс қаупі бар аймақта тез тұтанатын және жанғыш заттармен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік техникасы бойынша нұсқамадан өтуі тиіс.

ҚОРЫТЫНДЫ

Мұнайды жер астынан өндірудің ең тиімді тәсілі сорапты әдіс. Ал, сораптардың өзі екі үлкен бөлімнен тұрады. Олар динамикалық типтегі және көлемдік типтегі сораптар. Біздің дипломдық жұмыста екі динамикалық типтегі сораптарды бір-біріне жалғау кезінде сол сораптың жұмысы пайдалы әрі барынша тиімді екендігі дәлелденді. Мұндай екі сораптың қосылуы – тандем типтес сораптар деп аталады. Біздің тақырыпта қарастырылған тандемдік сорап құрамына ортадан тепкіш сорап және ағынды сорап кіреді. Олардың жалғануы параллель немесе тізбектес болуы мүмкін, бізде екеуі өзара тізбектей жалғанып тұр. Ортадан тепкіш сорабына геометриялық параметрлері сәйкес келетін ағынды сорап таңдалып алынды. Яғни, негізгі сорап ол – ортадан тепкіш сорап.

Әдетте, ортадан тепкіш сорапқа қарағанда, тандем сораптарының ПӘЖ-і бірнешеге дерлік жоғары болып келеді. Оған дәлел болатын мына жағдайлар: ұңғыма дебитін көбейту, мұнайды айдау кезінде сепарацияланатын газдарды өнімді көтеру үшін барынша қолдану, техникалық қызмет көрсету мерзімін азайту және конструкция құрылымының қарапайымдылығы мен металл сыйымдылығының азаюы. Бұл факторлар технологиялық, техникалық және экономикалық тұрғыдан да тиімді болып келеді. ОТС-ке жалғанатын АС-тың конструкциясы өте қарапайым болып келеді, яғни оның ішкі детальдарында қозғалмалы бөлшектер жоқ, ал бұл жағдай ЖЕЖ кестесі құрылған кезде оған ТҚК мен жөндеу аралықтарын тіпті аз жүргізуге мүмкіндік береді.

Бұл дипломдық жобада сорап моделін құру үшін батырмалы электр ортадан тепкіш сораппен біріктіріп ағынды сорап моделінің негізгі элементтері мен тораптарын есептеу әдістемесі әзірленді. Есептік - эксперименталды зерттеулер мен біріктірілген сорғы қондырғысының жұмыс режимдерін моделдеу нәтижесінде MAPLE бағдарламалық кешенін қолдана отырып, жоғары эксплуатациялық көрсеткіштерді қамтамасыз ететін ағынды сораптың ұтымды параметрлері және оның элементтеріндегі кавитация ықтималдығы бар режимдердің диапазоны анықталды. Бұл бағдарлама бізге ОТС параметрлері мен есептеуші формулаларды енгізу арқылы АС-тың көрсеткіштерін алдық, сол көрсеткіштер арқылы ағынды сораптың негізгі бөлшектерінің өлшемдері енгізілді, одан бөлек ол сораптардың эффективті жұмысының көрсеткіштерін графиктер арқылы көруге мүмкіндік береді.

Осы жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде дипломдық жұмыстың кинематикалық стенді құрылған болатын. Ол стендте біз айтып отырған ОТС пен АС-тың тізбектей жалғануы және олардың бірге қалай жұмыс атқаратындығын байқауымызға болады. Бұл стендте негізгі ОТС-тан бөлек қосалқы ОТС-та қойылған болатын. Оның да өзіне тән атқаратын жұмысы бар, ол жұмыс сұйықтығын ағынды сорапқа жеткізіп отырады. Бұл стендтің дұрыс жұмыс атқаруы үшін, яғни кез келген қондырғының жұмыс параметрлерінің белгілі бір диапазонында болуын қадағалау үшін бақылау-өлшеу құралдары орнатылған, олар: манометрлер, вентильдер, ысырмалар және шығын өлшегіштер.

Қорытындылай келе, зерттелінген тандем сорабының артықшылықтары теориялық және практикалық(стенд бойынша) тұрғыдан толықтай көрсетілініп, ортадан тепкіш сорапқа ағынды сорапты қосу біздің өнеркісіп үшін тиімді екендігі көрсетілді. Алынған оң нәтижелер конструкцияны әзірлеу немесе батырмалы электр ортадан тепкіш сораптарымен тандемде жұмыс істейтін ағынды сораптарды іріктеу кезінде оны практикалық қолдану үшін ұсынуға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Соколов Е.Я., Зингер Н.Л. Струйные аппараты, М.: Энергоатомиздат, 1989.
- 2 Мищенко И.Т., Гумерский Х.Х., Марьенко В.П. Струйные насосы для добычи нефти. М. : Нефть и газ, 1996.
- 3 Дроздов А.Н., Вербицкий В.С., Деньгаев А.В. и др. Погружные насосы и насосно-эжекторные системы—новые возможности в нефтегазодобыче, нефтеотдаче и нефтегазосборе // Вестник НК «ЮКОС». – 2004. – № 10.
- 4 Вербицкий В.С., Грехов И.В., Деньгаев А.В. и др. Промысловые исследования насосно-эжекторных систем «Тандем» в ОАО «Юганскнефтегаз» // Нефтяное хозяйство. 2005г.
- 5 Hassan M. Badr, Wael H. Ahmed. Common Problems in Centrifugal Pumps. Pumping Machinery Theory and Practice, 2014, chap. 5. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781118932094.ch5>
- 6 Мырзахметов Б.А., Султабаев А.Е., Токтамисова С.М., Майкенов Е. Б. Моделирование скважинной тандемной насосной установки для откачки урана при подземном скважинном выщелачивании. // Сб. трудов Межд. научно-практ. конференции «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0». – Алматы: КазНИТУ, 2019.
- 7 Девликамов В.В., Зейгман Ю.В. Техника и технология добычи нефти.- Уфа: Изд. УНИ, 1987.
- 8 Сазонов Ю. А., Конструирование струйных аппаратов: Учебное пособие. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2016.
- 9 Шерстюк А.Н., Анникова Ю.Н., Ермолаева Т.А. и др. Режим работы погружного центробежного насоса для добычи нефти // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2005. – № 8.
- 10 Атнабаев З.М. Совершенствование эксплуатации скважин установками электроцентробежных насосов с эжекторами на месторождениях Западной Сибири: Дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2007.
- 11 Girgidov A.D. Efficiencies of Jet Pumps // Power Technology and Engineering, 2015, Vol. 48. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10749-015-0535-0>.
- 12 Помазкова З.С. Расчет струйных насосов к установкам для нефтяных скважин. — М.: ЦБТИ, 1961.
- 13 Karassik I.J., Messina J.P., Cooper P., Heald C.C. Pump Handbook. New York: McGrawHill, 2007. 3 edition
- 14 Michael Teti, Jan K. Spelt, Marcello Papini. Jet properties and mixing chamber flow in a high-pressure abrasive slurry jet: part II—machining rates and CFD modeling // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2019, Vol. 101, Issue 9—12, pp. 3021—3034.
- 15 Лямаев Б.Ф. Гидроструйные насосы и установки. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд. – ие, 1988.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мендіғалиева Гүлмира, Төленді Артық

Название: дипломдық жоба Мендіғалиева,Төленді.docx

Координатор:Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:7

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

.....
Дата

.....
Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Мендіғалиева Гүлмира, Төленді Артық

Название: дипломдық жоба Мендіғалиева,Төленді.docx

Координатор: Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подобия 1:0

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:7

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Дата

.....
*Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения*