

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

ӘОЖ 691.342

Қолжазба құқығында

Болат Разгул

Техника ғылымдарының магистрі академиялық дәрежесін алу үшін
дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы

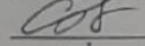
«Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының
беріктігін зерттеу стендін және әдістемесін
әзірлеу»

Дайындау бағыты

7M07111 – «Машиналар мен жабдықтардың
сандық инженериясы»

Ғылыми жетекші:

т.ғ.к., ассистент-профессор



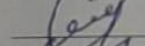
Бортебаев С.А.

« 18 » 06 2021 ж.

Пікір беруші:

техника ғылымдарының

докторы, профессор

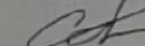


А. Турдалиев

« 19 » 06 2021 ж.

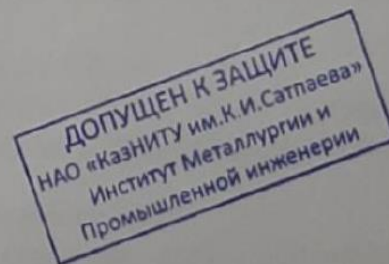
Норма бақылаушы,

т.ғ.к., ассистент-профессор



Бортебаев С.А.

« 18 » 06 2021 ж.

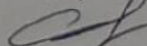


ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі _____

Технологиялық машиналар, көлік
және логистика

т.ғ.к., қауымдастырылған профессор



Елемесов К.К.

« 19 » 06 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

Технологиялық машиналар және жабдықтары кафедрасы

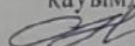
7M07111- Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

техн. ғыл канд.,

қауымдаст. профессор

 К.К. Елемесов

«04» 12 2019 ж.

Магистрлік диссертацияны орындауға

ТАПСЫРМА

Магистрант Болат Разгул

Тақырыбы Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу стендін және әдістемесін әзірлеу

Университет басшысының "04" желтоқсан 2019 ж. № 435-м бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «15» маусым 2021ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы берілістері: фибробетонның сипаттамалары, ортадан тепкіш сорғыны сынау стендтерін жобалауға арналған материалдар.

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері жайлы әдебиеттік шолу;

б) Ортадан тепкіш сорғы параметрлерін анықтауға арналған сынақ стендін құрастыру;

в) Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу;

г) Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу.

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. API 610, 8 издание, Центробежные насосы для нефтяной, газовой промышленности и для работы в тяжелом режиме в химической промышленности American Petroleum Institute, 2002 - 240 с.

2. Яременко О.В. Испытания насосов. - М.: Машиностроение, 1976. – 114 с.

3. Насосы нефтяные магистральные и агрегаты электронасосные на их базе. Общие технические требования. –М.: ОАК «АК «Транснефть»», 2009 - 65 с

4. Голубев В.И. Монтаж испытания и эксплуатация гидроприводов - М: Изд-во МЭИ, 2000. - 132 с.

5. Динамические измерения и обработка экспериментальных данных при испытаниях гидросистем: учеб. пособие / М. С. Еаспаров, А. И. Крючков, А. Б. Прокофьев [и др.] - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. - 128 с.

6. API 610, 8 издание, Центробежные насосы для нефтяной, газовой промышленности и для работы в тяжелом режиме в химической промышленности American Petroleum Institute, 2002 - 240 с.

7. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / под ред. В.М. Москвина. М. : Стройиздат, 1980. 536 с.

8. Маринин А.Н., Гарибов Р.Б., Овчинников И.Г. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации. Саратов : РАТА. 2008, 261 с.

9. Перник А. Д. 21. Межнякова А.В., Овчинников И.Г. Методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 8. С. 44-45.

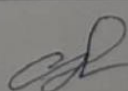
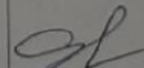
10. ASTM C779/C779M-12 Standard test method for abrasion resistance of horizontal concrete surfaces. 2012. 6 p.

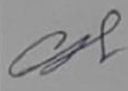
11. Маринин А.Н., Гарибов Р.Б., Овчинников И.Г. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации. Саратов : РАТА. 2008, 261 с.

Магистрлік диссертация дайындау
КЕСТЕ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1. Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері жайлы әдебиеттік шолу	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А.	
2. Ортадан тепкіш сорғы параметірлерін анықтауға арналған сынақ стендін құрастыру	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А.	
3. Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А.	
4. Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А.	

Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен норма
бақылаушының қойған **қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
1. Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері жайлы әдебиеттік шолу	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А	15. 01. 20.	
2. Ортадан тепкіш сорғы параметірлерін анықтауға арналған	Тех. ғыл. канд. Бортөбаев С.А	20. 09 20.	

сынақ кұрастыру			
3. Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу	Тех. ғыл. канд. Бортебаев С.А	20.02.21	
4. Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу	Тех. ғыл. канд. Бортебаев С.А	30.04.21	
Норма бакылаушы	Тех. ғыл. канд. Бортебаев С.А	18.06.21	

Ғылыми жетекші  С.А. Бортебаев

Тапсырманы орындауға алған білім алушы  Болат. Р.

Күні " 10 " 11 2019 ж

АНДАТПА

Бұл жұмыста магистерлік жұмысты орындау барысында шешілген бірқатар мәселелер қаралды:

- ортадан тепкіш сорғыларды сынау стенд түрлеріне, сонымен қатар сынақтардың негізінде олардың конструкциясы және пайдалану тәсілдері түрлеріне;

- кәсіпорындарындағы жабдықтарға жүргізілген мониторинг ортадан тепкіш сорғылардың істен шығуының негізгі себебі үйкелетін беттердің тозуы және зақымдану себептері зерттелді;

- ортадан тепкіш сорғының негізгі техникалық көрсеткіштері мен сипаттамаларын эксперимент жүзінде анықтау жүргізілді;

- метал және фибробетоннан жасалған сорғы тұрқысының абразивті ортада тозуға және қажалуға төзімділігін анықтау сынағы жүргізілді.

Жұмыс кіріспеден, әдебиеттерге шолу бөлімінен, зерттеу бөлімінен, эксперименттік бөлімнен, тәжірибелік нәтижелерді талқылаудан, қорытындылардан, Пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады 15 атау. Диссертациялық жұмыс баяндалуы 53 беттерінде суреттелген 23 суреттермен.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрен ряд вопросов, решенных в ходе выполнения магистерской работы:

- виды стендовых испытаний центробежных насосов, а также их конструкции и способы эксплуатации на основе испытаний;

- мониторинг оборудования на предприятиях основной причиной отказа центробежных насосов исследованы причины износа и повреждения трущихся поверхностей;

- проведено экспериментальное определение основных технических показателей и характеристик центробежного насоса;

- проведены испытания на устойчивость корпуса насоса из металла и фибробетона к истиранию в абразивной среде.

Работа состоит из введения, обзорной части литературы, исследовательской части, экспериментальной части, обсуждения экспериментальных результатов, выводов, списка использованной литературы 15 наименований. Диссертационная работа иллюстрирована 23 иллюстрациями, изложенными на страницах 53.

ANNOTATION

In this paper, we consider a number of issues that were resolved during the implementation of the master's work:

- types of bench tests of centrifugal pumps, as well as their designs and methods of operation based on tests;
- monitoring of equipment at enterprises the main cause of failure of centrifugal pumps investigated the causes of wear and damage to rubbing surfaces;
- experimental determination of the main technical parameters and characteristics of the centrifugal pump was carried out;
- tests were carried out on the resistance of the pump body made of metal and fiber-reinforced concrete to abrasion in an abrasive environment.

The work consists of an introduction, a review of the literature, a research part, an experimental part, a discussion of experimental results, conclusions, a list of references 15 titles. The dissertation work is illustrated with 23 illustrations, set out on pages 53.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	9
1 Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері жайлы әдебиеттік шолу	11
1.1 Орталықтан тепкіш сорғының стендтік сынақтарын жүргізудің қолданыстағы әдістеріне сипаттама	11
1.2 Гидротехникалық құрылыстардағы фибробетонның тозуға төзімділігі	14
1.3 Сынау құралдары және техникалық сипаттамаларды алу тәсілдері	17
1.4 Параметрлік және кавитациялық сынақтарға арналған стенд	20
2 Ортадан тепкіш сорғы параметрлерін анықтауға арналған сынақ стендін құрастыру	22
2.1 Зертханалық сынақ стендін жобалау	22
2.2 Негізгі жабдықтар мен материалдарды тандау	24
2.3 Бақылау-өлшеу аспаптары	29
2.4 Монтаждау және дәнекерлеу	32
3 Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу	38
3.1 Сорғыларды бірқатар сынау ережелері мен талаптары	38
3.2 Ортадан тепкіш сорғының құм ағынды сынақтарын жүргізу	38
3.3 Ортадан тепкіш сорғының стендтік сынақтарын жүргізу әдістемесі	45
4 Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу	46
Қорытынды	53
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	
Қосымша А	
Қосымша Ә	
Қосымша Б	

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі. Сынақ стендтерінің номенклатурасы кең, сондықтан әр түрлі. Өнеркәсіп шығаратын кез-келген дерлік өнім бір немесе басқа стендтік бақылаудан өтеді, жеке де, сериялық және жаппай өндірісте де. Жеке, тәжірибелі және шағын сериялы өндірістегі стендтік сынақтарға одан да көп мән беріледі.

Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарда (ҒЗТКЖ) заттай-стендтік сынақтарға ерекше орын беріледі. Олар жаңа өнімдерді жобалау процесін біршама ұзартып, қымбаттатқанына қарамастан, мұндай сынақтар инженерлік шешімдердің оңтайлылығына, сенімділіктің жоғары деңгейіне кепілдік береді. Осы сынақтардың негізінде олардың конструкциясы және пайдалану тәсілдері бойынша негізделген шешімдер қабылданады.

Қазіргі қоғамда жоғары техникалық білім алу процесі оқу процесін қамтамасыз етуге ерекше көзқарасты талап етеді. Сапалы тәсіл білікті кадрларды даярлауға, сабақтардың ақпараттылығын арттыруға, сондай-ақ оқушылардың теориялық дағдыларын дамытуға ықпал етуге мүмкіндік береді. Сондықтан техникалық зертханаларды жабдықтаудың тиісті деңгейі қажет болып табылады. Оқытушының оқу ақпаратын әр түрлі жүйелердің жұмыс принциптерін практикалық түрде көрсетуі үшін зертханалық стендтер қажет. Зертханалық жұмыстарды жүргізу кезінде, білім деңгейін, сондай-ақ жаңа материалды игеру дәрежесін тексеру кезінде мұндай қондырғыларсыз айналып өту мүмкін емес. Стендтерді әзірлеу және жаңғырту қазіргі заманғы технологияларды ескере отырып жүргізілуде.

Стенд технологиялық тұрғыдан қауіпсіз, қарапайым дизайнға ие, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан тиімді.

Жұмыстың мақсаты: жаңа инновациялық композиттік материал - фибробетоннан жасалған ортадан тепкіш сорғы тұрқының жұмыс істеу қабілетін тескеру үшін сынақ стендін, сынақ өткізу әдістемесін әзірлеу және зертханалық стендте алдын-ала сынақ жүргізу.

Зерттеудің негізгі міндеттері:

- сорғылық жабдықтарды сынақтан өткізу жайлы әдебиеттік шолу жасау;
- ортадан тепкіш сорғыларға сынақ жүргізуге арналған стендтерге талдау жүргізу;
- сынақ стендін әзірлеуге қажетті материалдар, құралдар мен аспаптарды таңдау;
- зертханалық сынақ стендін жобалау және қажетті баптау жұмыстарын жүргізу;
- зерттелетін сорғы параметрлерін анықтап, сынақ өткізудің әдістемесін әзірлеу;
- фибробетон және металл тұрқылы ортадан тепкіш сорғылармен жобаланған зертханалық сынақ стендінде эксперимент жүргізу;
- эксперимент нәтижелерін өңдеу.

Зерттеу әдістемесі. Алға қойылған мақсатты шешу үшін теориялық және эксперименттік зерттеулер жүргізілді. Сынақ стендінде металл және фибробетон тұрқылы ортадан тепкіш сорғыларға жүргізілген эксперименттік зерттеу нәтижелер стандартты статистикалық әдістермен өңделді.

Негізгі қорғалатын қағидалар:

- фибробетоннан жасалған ортадан тепкіш сорғы тұрқысының беріктігін сынау және металл тұрқымен салыстыру нәтижелері.
- фибробетон және метал тұрқылы ортадан тепкіш сорғы параметрлерін сынақ стендінде экспериментті зерттеу нәтижелері.

Ғылыми жаңалығы:

- фибробетоннан жасалған тұрқының қажалуға төзімділігін зерттеудің әдістемесі әзірленді;
- фибробетонның қажалуға төзімділігінің абразивті материал ірілігіне және қысым шамасына тәуелділігі анықталды.

Алынған нәтижелерді апробациялау. Зерттеу нәтижелері кафедраның ғылыми семинарларында баяндалды. Сәтбаев оқуларының еңбектері "Сәтбаев оқулары - 2020". I Том Алматы: ҚазҰТУ, 2020. - С. 561-566. еңбектерінде баяндама жарияланды.

Жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және екі қосымшадан тұрады, 60 беттен, 25 суреттен, 9 кестеден, 15 атаудан тұратын әдебиеттер тізімінен тұрады.

1 Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері жайлы әдебиеттік шолу

1.1 Орталықтан тепкіш сорғының стендтік сынақтарын жүргізудің қолданыстағы әдістеріне сипаттама

"Металлургия және Өнеркәсіптік инженерия институты" бірлескен жұмысы аясында мұнай магистральдық сорғыларының жаңа конструкцияларын құру сорғыларды, атап айтқанда, олардың ағынды бөлігін жобалау әдістеріне түбегейлі жаңа көзқарасты қажет етті. Сорғылардың жұмыс істеу коэффициентіне барынша әсер ететін конструкция элементі ретінде сорғылардың ағынды бөлігінің геометриясы жұмыстың барлық сатыларында жоғарғы деңгейде заманауи инновациялық технологияларды пайдалану арқылы ғана қол жеткізу арқылы әзірленуі тиіс.

Шағын стендті құрудың негізгі мақсаты фибрабетоннан сорғының интегралды сипаттамаларын алу (сорғының берілісі, сорғының қысымы, біліктің айналу жылдамдығы, сорғының қуаты, сорғының ПӘК, ротордың жүктемесі) және олардың көмегімен сандық модельдеу нәтижелерін тексеру болды.

Қалыпты сынақ циклын үш кезеңге бөлуге болады. Бірінші кезең-сынақтарды дайындау, яғни олардың мақсатын анықтау; қажетті сынау жабдықтарын таңдау немесе жобалау және оны дайындау; өлшеу аппаратурасын іріктеу; бұйымды препараттау (бұйымдағы тиісті орындарды пысықтау, оған барлық қажетті аспаптарды орнату үшін); техникалық құжаттаманы дайындау. Екінші кезең-сынақтың өзі, үшіншісі-эксперименттік мәліметтерді өңдеу және сынақ нәтижелерін жобалау [1].

Күрделі өнімдерді немесе жүйелерді сынау кезінде әртүрлі параметрлер туралы көптеген ақпаратты алу және өңдеу қажет болуы мүмкін (өлшенген параметрлердің жалпы саны бірнеше мыңға жетеді). Бұл өте көп уақытты қажет ететін процесс көптеген білікті инженерлік-техникалық жұмысшылардың мойнына түседі. Сондықтан сынақ стендтерінде ақпараттық-өлшеу автоматтандырылған жүйелерін қолдану қазіргі заманғы міндет болып табылады.

Сонымен қатар, сынақ кезінде өнім түзетіледі (яғни, оның параметрлері реттеледі), ол үшін сынақ режимдерін басқару қажет. Осы операцияларды орындау үшін сынақ стендтері сынақтардың технологиялық процесін басқарудың автоматтандырылған жүйелерімен (ТП АБЖ) жабдықталады.

Сорғылардың сынақтарын ұйымдық және заңды белгілері бойынша, олардың мазмұны, құрамы, өткізу орны және тамақтану объектісі бойынша жіктеуге болады [2].

Сынақтардың ұйымдық-құқықтық түрлері нормативтік құжаттамада белгіленеді, ол әрбір түр үшін сынақтар жүргізу қажеттілігін, мақсаттарын, орындаушыларын, сорғылардың санын, кезеңділігін, нәтижелерге байланысты ұйымдық-техникалық және заңдық салдарларды айқындайды.

Алдын-ала сынақтар әрқашан сорғының жаңа мөлшерін құру кезінде жүзеге асырылады, оны кейіннен жаппай шығару жоспарланады, сонымен қатар жеке өндірілген сорғыларды шығару кезінде. Сынақтардың мақсаты-жетілдіру (құрылымдық және технологиялық кемшіліктерді жою), жұмыс қабілеттілігін алдын ала тексеру және көрсеткіштер мен сипаттамаларды алу.

Алдын ала сынақтар сорғылар жан-жақты тексерілгенге дейін және олардың параметрлері мен сенімділік көрсеткіштері белгіленген мәндерге жеткізілгенге дейін жалғасады. Тәжірибелік сорғыларды жетілдіру кезіндегі техникалық шаралар тек сыналатын үлгілерге ғана қатысты болмауы керек [3].

Алдын ала сынақтардың оң нәтижелері кезінде сорғылар қабылдау сынақтарына ұсынылады.

Қабылдау сынақтары-бұл комиссияның қатысуымен өтетін ресми сынақтар, олардың нәтижелері бойынша сериялық өндірісті бастаудың орындылығы – пайдалануға беру туралы қорытынды жасалады. Сынақтар кезінде алынған параметрлік көрсеткіштер мен сипаттамалар бір мезгілде анықталады және құжаттамаға енгізіледі, рұқсат етілген ауытқуларды ескере отырып, сериялық сорғылардың сапасын бақылау жүргізіледі.

Осы сынақтар кезінде берілген тоқтаусыз көрсеткіштер де расталуға тиіс. Қабылдау сынақтары алдын ала сынақтан өткен сорғылардың үлгілерімен жүргізілуі тиіс.

Егер тәжірибелік және сериялық сорғыларды дайындаушылар әртүрлі болса немесе қабылдау комиссиясының шешімі бойынша сорғының конструкциясына немесе дайындау технологиясына өзгерістер енгізілсе, сорғылардың *орнату партиясын сынау* сериялық өндірісті игерудің басында жүргізіледі [4].

Сорғылардың сериялық өндірісі орнату партиясын сынаудың оң нәтижелері болған кезде ғана басталуы мүмкін.

Қабылдау-тапсыру сынақтары сериялық өндіріс кезінде сорғылардың шығу сапасын бақылаудың негізгі нысаны болып табылады. Негізгі параметрлері рұқсат етілген ауытқулардан асып кеткен сорғылар немесе жұмысқа жарамсыз болып қалған сорғылар түзетуге қайтарылады. Ірі сериялы өндіріс зауыттарында сенімділіктің I және II топтарының сорғылары үшін тұрақты, ретке келтірілген технологиямен іріктеп қабылдау-тапсыру сынақтарына көшуге болады.

Мерзімді сынақтар сериялық өндіріс кезінде барлық физикалық параметрлер бойынша сорғыларды ағымдағы бақылау сипатында болады. Осы сынақтарға ұшырайтын сорғылардың саны сорғылардың жылдық шығарылуына және мөлшеріне байланысты. Кезеңдік сынақтардың қанағаттанарлықсыз нәтижелері кезінде сорғыларды өндіру анықталған ауытқулардың себептері жойылғанға дейін тоқтатыла тұруы тиіс [5].

Үлгілік сынақтар параметрлерге немесе сенімділікке әсер етуі мүмкін сериялық сорғыларды дайындау конструкциясына немесе технологиясына өзгерістер енгізу кезінде жүргізілуі тиіс. Енгізілген өзгерістері бар сорғыларды өндіру үлгілік сынақтардың оң нәтижелері кезінде ғана басталуы мүмкін. Бұл

жағдайда құжаттамадағы сорғы көрсеткіштерін түзетуге рұқсат етіледі, бірақ тек сапаны жақсарту бағытында.

Сенімділікке анықтау сынақтары сериялық өндіріс басталғаннан кейін бірден, сондай-ақ қабылдау сынақтары кезінде Комиссия белгілеген және техникалық құжаттамада көрсетілген мерзімде жүргізіледі. Сынақтардың мақсаты-сенімділіктің нақты көрсеткіштерін алу.

Нақты сынақтар-бұл өндіріске әсер ету бөлігінде "заңды күші" жоқ сорғыларды сынаудың жалғыз түрі [6].

Мазмұны бойынша сынақтардың жіктелуі. Осы негізде (шартты) сорғылар мен элементтерді сынауды параметрлік, бақылау (параметрлерді бақылау), сенімділікті бақылау, ресурстық және зерттеу деп бөлуге болады.

Параметрлік сынақтар кезінде белгілі бір физикалық параметрлердің рұқсат етілген шектерден шықпайтындығы тексеріледі, яғни сынақ нәтижелерінің алынған сандық мәндері тек балама шешім қабылдау үшін қолданылады: осы сорғыны қабылдау немесе қабылдамау.

Сенімділікке бақылау сынақтары кезінде сорғының сенімділік көрсеткіштері берілгеннен төмен емес екендігі бағаланады, сонымен қатар олардың нақты мәні анықталмайды. ГОСТ 6134-71 сәйкес сенімділікті бақылау сынақтары тек сорғының жұмыссыздығын бағалауға дейін азаяды [7].

Берілген сенімділік ықтималдығы мен дәлдігі бар *ресурстық сынақтар* кезінде сенімділік, беріктік және жарамдылықтың нақты көрсеткіштері анықталады. Бұл сынақтарды сенімділік үшін де анықтауға болады.

Зерттеу сынақтарының мақсаттары әртүрлі болуы мүмкін, мысалы, сорғылар мен олардың элементтерінің әртүрлі нұсқаларының параметрлерін, сенімділігін, тұрақтылығын салыстыру, белгілі бір сыртқы факторлардың сорғының жұмысына әсерін анықтау, белгілі бір факторлардан параметрлердің немесе сенімділік көрсеткіштерінің өзгеру заңдылықтарын белгілеу және т. б.

ISO, MEK халықаралық стандарттарында және бірқатар батыс еуропа елдерінің стандарттарында сынаққа қойылатын талаптар сынақ сыныбына (А, В және С) байланысты болады. С сыныбы сериялық шығарылатын сорғыларды сынау үшін белгіленген. Оның талаптары бақылау сынақтарына қойылатын талаптардан гөрі қатаң, бірақ параметрлік талаптарға қарағанда жұмсақ. В класы жоғары дәлдік қажет жерде қолданылады. Біздің параметрлік сынақтарымызға сәйкес келеді. А класының талаптары тек зертханалық жағдайда, атап айтқанда модельдік сынақтар кезінде жүзеге асырылады [8].

Сынақ құрамы бойынша жіктеу сынақтар кезінде анықталатын, бақыланатын немесе зерттелетін көрсеткіштерге, факторлар мен құбылыстарға байланысты жүргізіледі. Мысал ретінде бірнеше түрді атаймыз:

энергиялық – қысым, қуат және п.э.к т. б. сипаттамаларын алу немесе бақылау;

кавитациялық – кавитация құбылыстарын сипаттау немесе кавитация құбылыстарын бақылау немесе зерттеу;

теңгерімдік – энергия ысырабының әртүрлі түрі қуатының сандық мәндерін алу;

дөңгелектік – толық қысымды (және моменттік) дөңгелек сипаттаманы алу;

салыстырмалы ресурстар – сыналатын үлгілердің қайсысы берік екенін анықтау;

жылулық – сорғы элементтерінің тұрақты температурасын анықтау;

температураға төзімділік – сорғыға сорылатын ортаның рұқсат етілген температурасын анықтау;

"қуалау" бұрыштық жылдамдығына – қозғалтқыш өшірілген кезде кейбір қондырғыларда болатын турбина режимінде сорғының жұмысы кезінде кері айнарудың максималды бұрыштық жылдамдығын анықтау;

сақтау үшін – консерваторлардың қорғаныш қасиеттерін және берілген жағдайларда белгіленген сақтау мерзімін анықтау [9].

Сынақтарды өткізу орны бойынша жіктеу. Стендтер-арнайы сынауға арналған стендтерде жүргізілетін сынақтар.

Эксплуатациялық – пайдаланудағы сорғымен жүргізілетін сынақтар.

Объектілер бойынша сынақты жіктеу. Сынақтар тұтастай сорғыға, сорғы элементтеріне, материал үлгілеріне ұшырауы мүмкін.

Арнайы стендтерде өткізілетін *элементтерді* (мысалы, тығыздағыштар, мойынтіректер, муфталар) сынау элемент деп аталады.

Белгілі бір пішіні мен өлшемі бар материалдар *үлгілерін сынау*, әдетте, анықтамалық жағдайларда жүргізіледі және әртүрлі материалдардың беріктігін салыстыруға немесе бұзушы фактордың қарқындылығының тозу жылдамдығына әсерін анықтауға бағытталған [10].

1.2 Гидротехникалық құрылыстардағы фибробетонның тозуға төзімділігі

Тау-кен металлургия кешені кәсіпорындарындағы жабдықтарға жүргізілген мониторинг ортадан тепкіш сорғылардың істен шығуының негізгі себебі үйкелетін беттердің тозуы және зақымдануы болып табылатынын көрсетті. Бұл бөлшектер су ортасының қатысуымен жұмыс істейтінін ескере отырып, үйкеліс кезінде тозуға әсер ететін негізгі фактор беттік құбылыстардың бірлескен өзара әрекеттесуі нәтижесінде сутегі тозуы болады: экзоэмиссия, адсорбция және трибодеструкция. Сонымен қоса кавитация процестері де маңызды рөл атқарады [11].

1. Алынған және қатайтылған құрамның қажалуға төзімділігінің жоғары деңгейі. Төсеу жүргізілгеннен бірнеше сағат өткен соң, қпжплуға төзімділік параметрі 10% - ға артады. Мамандардың айтуынша, бұл параметрді 30% - ға арттыруға болады.

2. Судың енуіне төзімділік. Ылғал, химиялық элементтер, сондай-ақ кір бетон құрамына өте ұзақ уақыт сіңеді. Бұл сілтілікке де қатысты. Бұған дәлел, фибраны қолданатын бетон бүгінде су қоймаларын, теңіз қоршауларын, ылғалдылығы жоғары жерлерде көпірлерді салуда және т. б. белсенді қолданылады [12].

Бұл зерттеуде ASTM C1138 су асты сынағын және су құмының сынағын қолдану арқылы гидротехникалық құрылымдардағы болат талшықты темірбетонның үйкеліске төзімділігінің екі түрі, үйкеліспен үйкеліс және үйкеліспен тозу зерттелді. Су мен цемент материалының үш қатынасы (0,50, 0,36 және 0,28), екі соққы бұрышы (45 және 90) және болат талшықпен нығайтылған бетон қолданылды. Сынақ нәтижелері абразивті әсер мен негізгі қарсылық екі сынақ әдісіне байланысты өзгергенін көрсетті. Соққы кезінде бетонның орташа қажалу жылдамдығы (IARs) үйкелістің орташа абразия жылдамдығынан (FARs) шамамен 8-17 есе көп болды. Жалпы алғанда, бетон бетіне тік бұрышпен соққы беру кезінде абразия шығыны 45 градус бұрышқа қарағанда жоғары болды. Сонымен қатар, бетон болат талшықтармен нығайтылған кезде орташа қашықтық азаяды. Болат талшықтар талшықтардың артындағы бетон материалының тозуын болдырмау үшін қалқан ретінде әрекет етті, осылайша қажалуға төзімділікті арттырды [13].

ASTM C1138 сынақ әдісі

ASTM C1138 (1997)" бетонның абразияға төзімділігін сынаудың стандартты әдісі (су асты әдісі) " бетонның тозуын тудыратын және шұңқырлар мен соған байланысты әсерлерді тудыратын өлшенген және тасымалданатын қатты заттардан тұратын судың әрекетін сапалы модельдеуге арналған. Болат шарларды илектеу нәтижесінде пайда болатын тозу әрекеті сумен тасымалданатын бөлшектердің үйкеліс әсерін бетон беттеріне еліктейді, бірақ әсер етпейді. Құрылғы компоненттері келесідей:

- бұрғылау машинасы;
- араластыруға арналған қалақша;
- көлемі 305 ± 6 мм (ішкі диаметрі) $\times$ 450 ± 25 мм (биіктігі) цилиндрлік болат контейнер, онда диск түрінде бетон үлгісі орналастырылған;
- әр түрлі өлшемдегі 70 болат тегістеу шарлары (диаметрі 25 мм болатын он шар, диаметрі 19 мм отыз бес шар және диаметрі 13 мм жиырма бес шар) [14].

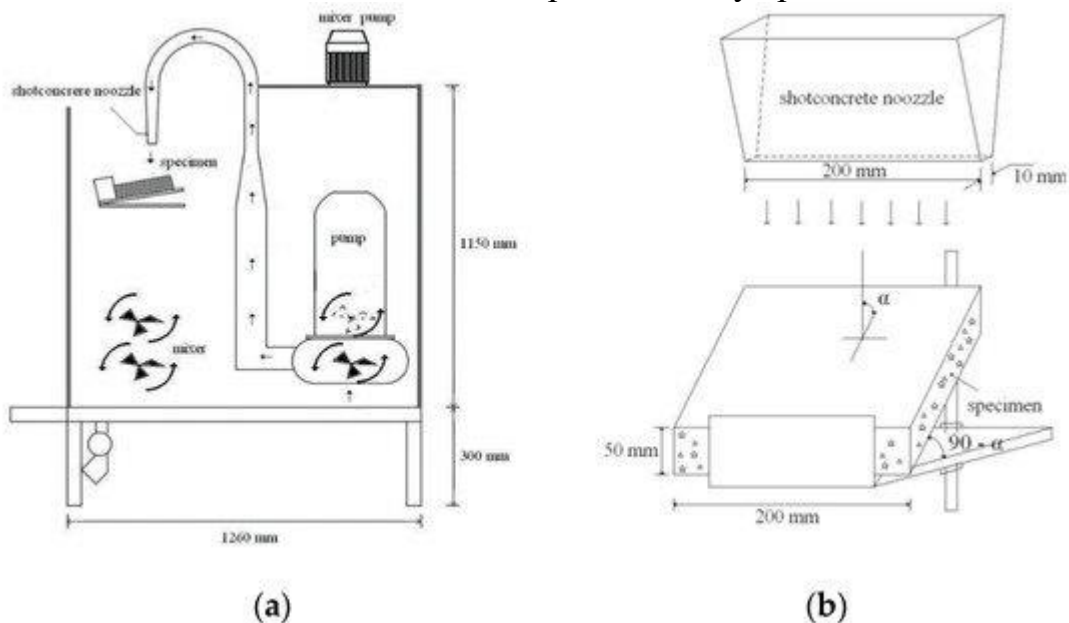
Контейнердегі су 1200 ± 100 айн / мин жылдамдықпен айналатын бұрғылау прессімен жұмыс істейтін суасты араластырғышпен айналады. Айналмалы су өз кезегінде Болат тегістеу шарларын бетон бетіне жылжытып, қалаған өнімді шығарады. Су астындағы үйкеліс кезінде абразия сынағы 12 сағаттан тұратын алты кезеңді қамтыды, барлығы 72 сағат. Әрбір 12 сағаттық жұмыстың соңында үлгі сынақ контейнерінен алынып, қажалған материал жуылады және беті кептіріледі. Бұл зерттеу ауадағы үлгінің массасын 10 г дәлдікпен анықтап, тіркеді. Қажалуға арналған шығындар (массасы бойынша пайызбен), үйкеліс кезіндегі қажалу жылдамдығы (ҮҚЖ, г/сағ) және ҮҚЖ-ның орташа мәні сынаққа дейінгі массамен салыстырғанда үлгінің массасының жоғалуы, сынақ кезеңімен салыстырғанда массаның жоғалуы және тиісінше сынақ уақытымен салыстырғанда массаның жалпы жоғалуы бойынша анықталды. Үйкеліс кезіндегі қажалу жылдамдығын орнату үшін кемінде үш үлгі қолданылды. Үш үлгі үшін сынақ нәтижелері арасындағы диапазон олардың орташа мәнінің 46% - ынан аспауы тиіс [15].



1 Сурет - ASTM C1138 сәйкес қажалуды сынау үшін қолданылатын машина

1.2.1 Су негізіндегі құмды сынау әдісі. Осы бағдарлама аясында жасалған су негізіндегі құмды сынау әдісі құмның белгілі бір мөлшерін алып жүретін су ағынымен соқтығысқан бетон беттерінің қажауға төзімділігін бағалау үшін арнайы жасалған. Зақымдану механизмдерін дәл модельдеу үшін су ағынының соққы жүктемесін және онымен бірге жүретін құм бөлшектерінің ығысу/үйкеліс күштерін біріктіру арқылы мұқият ойластырылған сынақ процедурасы жүргізілді [16].

Үлкен агрегат пен ерітінді арасындағы интерфазалық байланыстардың әрекетін түсіну үшін су негізіндегі құм сынақтарында агрегаттың максималды мөлшерін жабуға жеткілікті үлкен 10 мм × 200 мм арнайы жасалған тікбұрышты саптама қолданылды (сурет.2). Тіктөртбұрышты саптама қолданылды, өйткені ол дөңгелек емес, өрістегі ағызу арқылы ағын жасайды.



2 Сурет - (а) судағы құм ағынын соққыға жығуға арналған сынау құрылғысы, (б) шүмектің принциптік схемасы

Сынақ суы суспензия қоспасын алу үшін 5 мм-ден аспайтын кварц өзенінің құмын араластыру арқылы алынды. Сынақ кезінде ағын бұрыштарының соққы қажалуына әсерін бағалау үшін саптама сынақ тақтасына қатысты 90 және 45 бұрыштарда ұсталды [17].

Өлшемі 1260 мм× 1150 мм ×1170 мм абразивті камера орнатылды. Камера бір уақытта су деңгейінен жоғары орналасқан сынақ тақталарына әртүрлі жылдамдықтағы әртүрлі құм қоспаларынан төрт бөлек су ағынын бере алатын төрт бөлек сорғыны орналастыра алады.

Жаңа құмды беру МООС қаттылығы (Нр) 8 және меншікті салмағы 2,64 болатын кварцқа бай өзен құмынан тұратын жобаланған су ағындарын қалыптастыру үшін пайдаланылды. Жалпы, құм біртіндеп құйылып, қоспасы 300 кг/м³ құм құрамына жеткенше 5 минут араластырылды.

Су ағынымен әр сынақ кезінде алдымен кавитация индексі бағаланды, ол 0,2 болды. Сілтемеге сәйкес (ACI 210R-03, 2003), кавитация индексі 0,2 оны елемеуге жеткілікті аз. 2 сағаттық су ағынымен сынау кезінде су жылдамдығы 10 м/с деңгейінде бақыланды, бұл сынақ тақтасындағы 0,17 МПа қысымына тең және су температурасы сақталды [18].

Сынаудан кейін бірден сусымалы материалдар жуылып, олардың массасын ±0,05 г дәлдікпен анықтау үшін жиналды. Бұл зерттеу сонымен қатар сынаққа дейінгі (M1) және (M2) сынақтан кейінгі плитаның массасын өлшеді (масса бойынша пайызбен); сонымен қатар, соққы қажалуының жылдамдығы (IAR, г/сағ) және орташа IAR, біз сынама массасының жоғалуы бойынша сынақ кезеңіне және жалпы массаның жоғалуына байланысты, сәйкесінше сынақ уақытына байланысты анықтадық. IAR орнату үшін кемінде үш өлшем қолданылды. Үш үлгі үшін сынақ нәтижелері арасындағы Диапазон сынақ процесінің сәтті екенін тез анықтау үшін олардың орташа мәнінің 45% - ынан аспауы керек [19].

1.3 Сынау құралдары және техникалық сипаттамаларды алу тәсілдері

Сорғыларды сынаудың мақсаты мен көлеміне байланысты әртүрлі мақсаттағы сынақ стендтерін құрастырады және пайдаланады:

- 1) зауыттық сынақ стендтері;
- 2) өнеркәсіптік сынақ стендтері;
- 3) ресурстық сынақ стендтері және жекелеген элементтерді зерттеуге арналған арнайы стендтер;
- 4) модельдік сынақтар мен ғылыми-зерттеу жұмыстарының стендтері.

Ғылыми-зерттеу жұмыстарына арналған стендтер сорғылардың жаңа перспективалық түрлері мен конструкцияларын әзірлеуге және енгізуге, сорғылардың жұмыс органдарын есептеу әдістерін жақсартуға және олардың жұмысының тиімділігін арттыруға арналған шараларды әзірлеуге байланысты әртүрлі зерттеулер үшін негіз болады.

Стендтер екі схема бойынша орындалады: ашық және жабық. Жабық стенд ауа өткізбейтін болуы мүмкін. *Жабық* қондырғының артықшылығы-оның ықшамдылығы және кез-келген бөлмеде орналасу мүмкіндігі. Оның кемшілігі-жұмыс сұйықтығын тез қыздыру (әсіресе тұтқыр). Сондықтан, тәжірибе кезінде тұрақты температураны ұстап тұру үшін салқындату құрылғысы болуы керек немесе жүйеде сұйықтық айналымының жиілігін азайту керек.

Жеке кавитациялық сипаттамаларды алу кезінде вакуум сорғымен вакуум пайда болуы керек. Бұл жағдайда стендтің гидравликалық кедергісі өзгеріссіз қалады және дифференциалды қысым өлшегіштің көрсеткіштері бойынша кавитацияның басталуын ұстап алу оңай [20].

Резервуардағы суды деаэрациялау үшін шашыратқыш орнатылуы мүмкін. Жеке кавитациялық сипаттамалары айқын (қысқа арналы) бұзылулары жоқ сорғыларды зертханалық сынау кезінде шашыратқышты қолданған жөн.

Ауа өткізбейтін стендтерді сорғыны іріктеумен сынау үшін қолдануға болады, кейде оның жұмысын тексеру қажет. Таңдауды су құбырының немесе сығылған азот немесе ауа бар цилиндрдің қысымымен жасауға болады.

Негізгі кемшілігі барлық стендтер бак – үлкендік.

Бірнеше өлшемді сорғыларды параметрлік сынауға арналған әмбебап стенд. Шығарылатын сорғылардың үлкен номенклатурасы бар зауыттарда әртүрлі берілістері бар сорғылардың бір стендінде сынау қажеттілігі туындайды. Келесі сорғыны орнатқан кезде құрылғының жұмысшысын ауыстырмау үшін екі немесе үш параллель құбыр жасаңыз. Басқа жол болуы мүмкін: әртүрлі берілісі бар сорғыларды сынау кезінде диафрагмаларды ауыстырудың орнына дифференциалды манометрлердің қосылуын өзгертіңіз (өлшеу шегі әртүрлі).

Жылу алмастырғышы бар герметикалық стенд. Бұл стендте резервуар жүйе жұмыс істеп тұрған кезде шығарылатын жылуды кетіретін ықшам жылу алмастырғышпен ауыстырылады, ал сепаратор рөлін атқару үшін жоғарғы жағында ауа жастықшасы болуы керек. Стенд өте жинақы болуы мүмкін. Оның кемшілігі-төмен жылу инерциясы. Стендті жылу алмастырғышты басқаратын Автоматты терморегуляция жүйесімен жабдықтаған жөн [21].

Осындай стендпен жұмыс ВИГМ инженері Гридин В.И. жұмыс жүргізілген болатын, құбырдың жоғарғы бөлігінде ауа жинайтын кеңейту цистернасы орнатылуы керек екенін көрсетті. Онсыз, ауа жастықшасы бар седативтің болуына қарамастан, жеке кавитация сипаттамаларын алып тастағанда режимдердің тұрақтылығы қамтамасыз етілмейді.

Ортадан тепкіш сорғыларды сынауға арналған *ашық қондырғы* сұйықтықты алу мен шығарудың жабық жағдайынан ерекшеленеді, нәтижесінде сорғының берілуін өлшеудің әртүрлі әдістерін қолдануға болады.

Жабық және ашық қондырғыларда кавитация сорғыларын сынауға арналған құрылғы болуы мүмкін. Әдетте сорғыларға арналған арнайы кавитациялық стендтер салынбайды.

Ашық схемадағы стендтер көбінесе орта және ірі сорғылардың параметрлік сынақтары үшін, сондай-ақ барлық сорғыларды бақылау

сынақтары үшін жасалады. Соңғы жағдайда стендте дроссель құрылғысы (ысырмалар) және седативті сепаратор болмауы мүмкін.

Сыналатын сорғы судың бос бетінің деңгейінен жоғары орналасқандықтан, стендте сорғыны құю мүмкіндігі қарастырылуы керек. Мұны істеу үшін Сіз құбырдың төменгі ұшына тексеру клапанын орнатып, сорғыға сумен жабдықтауды әкелуіңіз керек немесе вакуумды сорғымен құйып, оны сыналатын сорғыға немесе шығыс құбырына қосуыңыз керек.

Кейбір жағдайларда стендтерде сорғының кавитациясыз жұмысын қамтамасыз ету мүмкін емес. Кіріс құбырының соңында сорғы алдындағы қысымды арттыратын қосымша реактивті сорғыны орнату көмектесе алады. Бұл жағдайда қысым астындағы су ағынды сорғыға Шығыс құбырынан беріледі. Қосымша реактивті сорғы болған кезде стендті басқару қиынға соғады.

Сынақтар кезінде пайдаланылатын өлшеу құралдарының дәлдік сыныбы 1-кестеде көрсетілгеннен аспауы тиіс. Өлшеу құралдарының қателігін эксперименттік немесе есептік анықтау кезінде шекті екі стандартты ауытқуларға сәйкес келетін бір жақты қателік қабылдануы керек.

1 Кесте – Өлшеу құралдарының дәлдік сыныбы

Өлшенетін шама	Өлшеу құралдарының дәлдік сыныбы, аспауы тиіс
Шығын	
Қысым	2,5
Сорғының қуаты	
Сорғы қондырғысының қуаты	2,0
Айналу жиілігі	1,0

Сорғыға кіре берістегі сиретуді өлшеу үшін кавитация сипаттамасын алу немесе кавитация қорын бақылау кезінде, сондай-ақ сорғының өздігінен сору сипаттамасын алу кезінде 1,0-ден аспайтын дәлдік сыныбының вакуумметрлері қолданылуы тиіс.

Өлшеу құралдарын номиналды (берілген) режимде сынау кезінде сорғы параметрлерін анықтаудың шекті қателігі 2 - кестеде көрсетілген мәндерден аспайтындай етіп пайдалану керек.

2 Кесте – Сорғы параметрлерін анықтаудың шекті қателігі

Параметр	Анықтаудың шекті салыстырмалы қателігі, %
Беріліс	±3,0
Ағын	
Сорғының қуаты	
Сорғы қондырғысының қуаты	
Айналу жиілігі	±1,0
ПӘК	±5,0

1.4 Параметрлік және кавитациялық сынақтарға арналған стенд

Параметрлік және кавитациялық сынақтарға арналған стендтерде сорғының кіріс келте құбырының алдында ұзындығы сорғы келте құбырының алты ішкі диаметрінен кем емес тік сызықты учаскесі көзделуі тиіс. Бұл учаскеде құбырдың өту қимасының ауданы мен конфигурациясында өзгерістер болмауы тиіс.

Негізделген жағдайларда қысқартылған құбыржолдары бар стендтерде және сұйықтықты сорғыға тікелей емес жеткізумен, сондай-ақ пайдалану орындарында сорғының (агрегаттың) нақты жұмыс жағдайларын имитациялайтын сынақ стенділерінде немесе Тапсырыс берушімен келісілген және белгіленген тәртіппен бекітілген арнайы ПМ бойынша тікелей пайдалану орындарында сынақтар жүргізуге жол беріледі.

Сорғының және құбырдың түйісетін фланецтерінің ішкі диаметрлерінің айырмашылығына байланысты сорғыға кірген кезде ағынның үзілуін және құйынның пайда болуын болдырмау үшін фланецтердің шығыңқы ұштарын ағын қозғалысының бағыты бойынша конфузорлы немесе диффузорлы аралықтарды енгізу арқылы тегістеңіз (жойыңыз).

Әдетте, сорғыларды сынау табиғи жағдайда (объектілерде) немесе азайтылған модель түрінде немесе жартылай айналу жиілігінде сорғыларды сынау арқылы жүзеге асырылады.

Стендті әзірлеу кезінде "ААМЖЗ" АҚ бірлестігінің ірі сорғылары мен стендтерін сынау үшін стендтер жасау тәжірибесі, сондай-ақ бірқатар шетелдік стендтер ескерілді.

Ірі сынақ стендтерін құру тәжірибесі көрсеткендей, жұмыс барысында бірқатар күрделі мәселелерді шешу қажет, атап айтқанда монтаж, құю, ірі сорғыларды өңдеу, электрмен жабдықтау, стендті басқару, стендтің жылу режимдері, көмекші гидрокұрылғылар және т. б.

Қазіргі уақытта бүкіл әлемде энергия үнемдеу стратегиясы шеңберінде сорғы агрегаттарының жұмыс режимдерін реттеу үшін басқарудың оңтайлы алгоритмдеріне сәйкес параметрлерді бірқалыпты реттеуді жүргізуге мүмкіндік беретін және неғұрлым үнемді ретінде реттеудің ішінара әдісі кеңінен енгізілуде.

Әлемде ЖЗҚ-да ішінара реттеуді енгізу бұрыннан келе жатыр, ал реттеудің негізгі әдісі жиілік түрлендіргіштерінің көмегімен электр қозғалтқыштарын реттеу болып табылады (мұнай магистралдық сорғыларын гидромұфтаның көмегімен жиіліктік реттеу тек Францияда қолданылады). Біздің елімізде жиілікті реттеу жеке тәжірибелі ЖЗҚ-да енгізілуде, бірақ есептелмеген режимдерде (лроссельдік реттеумен) мұнай сорғыларының жұмысына үлкен энергия шығынын ескере отырып және электр энергиясының үнемі өсіп келе жатқан құнын ескере отырып, жағдай тез арада өзгеруі керек.

Сондықтан, орталықтан тепкіш сорғыны сынау үшін стенд құрудың бірінші кезеңінде осы стендті жоғары қуатты жиілік түрлендіргіштерімен жабдықтау ұсынылады:

А) сыналатын сорғыларды бірқалыпты іске қосу және тоқтату мәселесін шешу;

Б) біліктің айналу жиілігінің барлық спектрінде сорғылардың сипаттамаларын алу;

В) жиілікті реттеу әдісімен сорғыларды басқарудың оңтайлы алгоритмдерін әзірлеу;

Г) қажет болған жағдайда (мысалы, стендтің энергия тұтынуын төмендету үшін) айналымның жарты жиілігі кезінде сорғыларды сынау мүмкіндігіне ие болады.

2 Ортадан тепкіш сорғы параметірлерін анықтауға арналған сынақ стендін құрастыру

2.1 Зертханалық сынақ стендін жобалау

Зауыттағы бақылау сынақтарына арналған стендтерді жобалауға арналған бастапқы деректер сорғылардың номенклатурасы, параметрлері, жалпы түрлерінің сызбалары және шығару бағдарламасы, ал параметрлік сынақтар үшін сорғылардың номенклатура және сипаттамалары (сериялық жағдайда) немесе шамаланған параметрлері (тәжірибелік жағдайда) болып табылады. Жобалау кезінде осы стендтерде қанша стенд салу керектігін және сорғылардың қандай маркаларын сынау керектігін анықтау қажет.

Бақылау сынақтарына арналған стендтерді жобалау кезінде 3-кесте құрылуы керек, параметрлік сынақ сынақтарына арналған стендтерді жобалау кезінде 3а-кесте жасалады.

3 Кесте – Бақылау сынақ нәтижелерін енгізуге арналған кесте

Сорғы маркасы	Ең үлкен беріліс $Q_{\text{наиб}}$, л/с	Ең үлкен қуат $P_{\text{наиб}}$, кВт	Номиналды қысым E_H , Дж/кг ($\text{м}^2/\text{с}^2$)	Ауысымда сынауға жататын сорғылардың саны, $n_{\text{см}}$	Сорғыны сынау кезіндегі атқарым $t_{\text{нн}}$, мин	Сорғыны сынаудың толық уақыты $t_{\text{п}}$, мин	Стендті жүктеу коэффициенті K_3

3а Кесте – Параметрлік сынақ нәтижелерін енгізуге арналған кесте

Сорғының маркасы	Айналу жиілігі n , айн/мин	Ең үлкен қуат $P_{\text{наиб}}$, кВт	Номиналды қуат P_H , кВт	Номиналды беріліс Q_H , л/с	Номиналды ағын E_H , Дж/кг ($\text{м}^2/\text{с}^2$)	Сорғыны сынау кезіндегі атқарым $t_{\text{нн}}$, мин	Толық сынақ уақыты $t_{\text{п}}$, мин	Тоқсанда сынауға жататын сорғылардың саны, $n_{\text{кв}}$

Сынақтар кезінде сорғының жұмыс істеуі келесідей анықталады

$$t_H = t_{\text{об}} + t_{\text{yc}} + t_3 \quad (1)$$

мұндағы $t_{жy}$ – жүгіру уақыты;
 t_{oy} – режимдерді орнату уақыты;
 t_{θ} – көрсеткіштерді өлшеу және жазу уақыты немесе оларды бақылау кестесімен салыстыру.

Толық сынақ уақыты стендті дайындау уақытынан тұрады t_{TC} , монтаждау t_M , сынақ кезіндегі атқарым t_C және демонтаждау t_{DM} :

$$T_C = t_{TC} + t_M + t_C + t_{DM} \quad (1)$$

Стендтің жүктеме коэффициенті келесідей анықталады

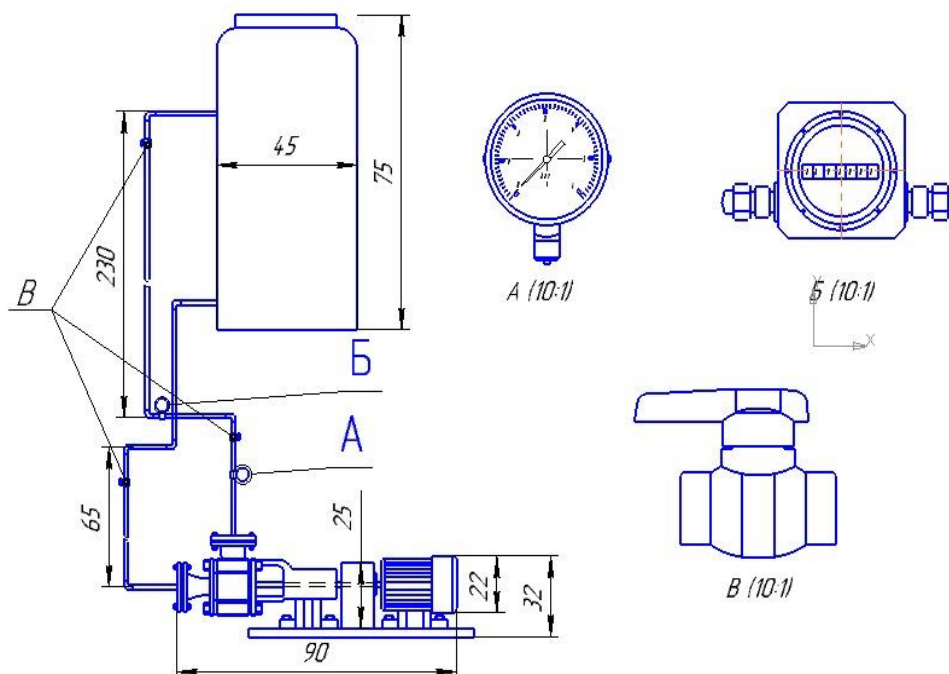
$$K_{ж} = \frac{n_{CM} \text{ тип}}{T_{CM}}$$

мұндағы T_{AY} – ауысым ұзақтығы, мин.

Стендтерді эскиздік конструктивтік пысықтаудан кейін олардың әрқайсысы үшін алдыңғы параграфта жазылған шарттардың орындалуы тексеріледі.

КОМПАС-3D модельдеу бағдарламасында әзірленген стендтің 2D моделі жасалды.

Стендтің болжамды моделі ең алдымен құрылымның өзін анықтауға арналған болғандықтан, онда шлангтар мен бекітпелер көрсетілмейді. Стендтің дизайны:



3 Сурет – Лабораториялық сынақ стендінің эскиздік көрінісі

Стендтің жұмыс принципі:

Айналым тізбегі 4 шығыс ыдысынан, клапанмен К1-ге жеткізу құбырынан, К2 клапанымен шығару құбырынан тұрады. Стендте келесі бақылау-өлшеу құралдары орнатылған [3]:

- п сорғы білігінің айналу жиілігін бақылауға арналған тахометр 2;
- сорғымен судың мөлшерін өлшеуге арналған 3 су шығыны;
- сорғының шығысындағы судың артық қысымын өлшеуге арналған 5 манометр.

3 резервуарындағы су сору құбыры арқылы К1 құлыптау клапаны арқылы сорғыға 6 кіреді, доңғалақ арқылы өтеді және қысым құбырына шығарылады, 3 Шығыс өлшегішінен өтеді, К2 құлыптау клапаны және шығыс резервуарына қайтарылады.

Сорғыны іске қоспас бұрын К1 клапаны ашық күйде, К2 – толығымен жабық болуы керек [4].

Сорғыны сынау кезінде алынған сипаттамалар сорғының пайдалану қасиеттерін анықтайтын негізгі техникалық құжат болып табылады. Олар сорғының техникалық паспортына қосылады. Берілген айналу жиілігіндегі сорғының сипаттамаларына ие және пропорционал теңдеулерді қолдана отырып, кез-келген айналу жиілігінде, сондай-ақ оның өлшемдерін өзгерткен кезде (модельдеу) оның сипаттамаларын құруға болады.

2.2 Негізгі жабдықтар мен материалдарды таңдау

«Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасында ортадан тепкіш сорғы параметрлеріне эксперименттік зерттеу жүргізу үшін Satbayev University сынақ стендін әзірледі. Зертханалық сынақтар фибробетоннан жасалған корпусы бар сорғының өміршеңдігін растау және оның сипаттамаларын сорғының бастапқы құрылымымен, яғни Болат корпусымен салыстыру үшін жүргізіледі.

"Фибробетоннан жасалған сорғы корпусының жұмыс режимі" зертханалық стенді негізгі келесі жабдықтан тұрады:

- сұйықтыққа арналған сыйымдылық;
- сорғы;
- берілетін сұйықтық қысымының манометрі;
- гидроциклон арқылы айдалатын сұйықтықтың шығын өлшегіші;
- шламды тиеу бункері;
- сұйықтық ағынын басқаратын крандар мен құырлар;
- шлам саптамасынан шламды жинау сыйымдылығы

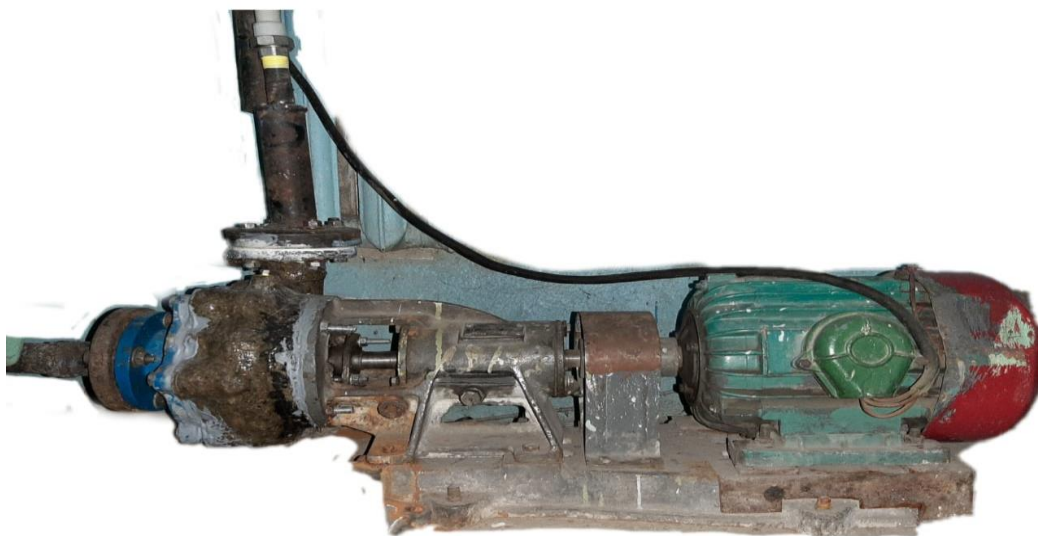
Жабдықты қолданыстағы стендке кедергісіз орнатуға болатындай етіп таңдау керек, сонымен қатар қажетті техникалық сипаттамаларды ескеру қажет. Сонымен қатар, оны пайдалану оңай, экономикалық тұрғыдан тиімді және техникалық қызмет көрсету қажет емес болуы керек.

Сорғы. Фибробетонның оңтайлы құрамын анықтау және фибробетоннан ортадан тепкіш сорғылардың корпусын жасау технологиясын әзірлеу бойынша зерттеулер фибробетоннан жасалған корпусы бар 1к 20/30 типті ортадан тепкіш

сорғының тәжірибелік үлгілерін жасауға мүмкіндік берді. Күнтізбелік жоспарға сәйкес "Алматы ауыр машина жасау зауыты"АҚ жағдайында фибробетоннан жасалған корпусы бар ортадан тепкіш сорғының стендтік сынақтары жүргізілді.

Сынақ стендін жасау үшін "ААМЖЗ"ақ жағдайында сынақ стендіне қосылған 1к 20/30 сорғы қондырғысы қолданылды. Электр сорғы қондырғысы орталықтан тепкіш сорғыдан және қысқа тұйықталған роторы бар айнымалы ток индукциялық электр қозғалтқышынан тұрады. Фибробетоннан жасалған сорғы корпусы металл корпустың орнына орнатылады. Фибробетонды корпустың сорғының басқа бөліктерімен қосылыстары болтты және шпильді қосылыстар көмегімен жүзеге асырылады. Кіріс және шығыс құбырларымен корпустың қосылыстарын тығыздау үшін силикон тығыздағыш қолданылады.

Сорғы қондырғысының жалпы көрінісі 3-суретте көрсетілген.



4 Сурет – Сорғы қондырғысының жалпы көрінісі

Герметикалық бактар. Жабық стендтегі бактың мақсаты – жылу демпфері (аккумулятор), сұйықтықтың температуралық кеңеюінің компенсаторы, ауасыздандырғыш және ағынды импульстарды сөндіргіш ретінде қызмет ету.

Сериялық сорғыларды сынау үшін стендтерде кез келген бактар пайдаланылуы мүмкін. Сорғыдан сұйықтық бактың бетіне құбырдың ішкі радиусынан кем емес қашықтықта шығарылуы тиіс.

Зертханалық және кавитациялық сынақтарға арналған стендтерде шашыратқыштар ретінде тұрмыстық душтың басын қолдануға болады.

- көлемі 200 л пластиктен жасалған резервуар.

Құбырлар, адаптерлер, иіндер. Құбыржолдардың жеткізу және бұру кесінділерінің диаметрлері $\pm 2\%$ - дан аспайтын ауытқумен сорғының кіріс және шығыс келтеқұбырларының диаметріне тең болуы тиіс. Жергілікті кедергіден кейін және тыныштандырғыш болмаған кезде сорғы алдындағы құбырдың тік бөлігінің ең аз ұзындығы параметрлік сынақтар кезінде 15 ішкі диаметрден және бақылау кезінде 4 диаметрден кем болмауы тиіс. Сорғыға су тікелей бактан немесе тыныштандырғыш-сепаратордан жеткізілген кезде ең аз ұзындықтар сынақ түріне қарамастан таңдалуы тиіс. Конструкциясы $AE > 2,5$

көрсеткіші бар сорғылар жағдайында құбырдың шығыс бөлігінің ұзындығы кемінде 2,5 ішкі диаметр болуы тиіс.

Арматура мен құбырларды қосу үшін арнайы дәнекерлеу машинасын қолдана отырып, полипропилен құбырларын дәнекерлеу технологиясы қолданылды. Бұл технология жақсы, өйткені оның беріктігі жоғары, ол берік (қызмет мерзімі құбырлардың қызмет ету мерзіміне тең), коррозияға ұшырамайтын қосылыс болып табылады, ол - 20 °C-тан + 90 °C-қа дейінгі температура диапазонында жұмыс істей алады.

Дәнекерленген фитингтердің қасиеттері:

- жоғары коррозияға қарсы тұрақтылық;
- температураның шектен тыс тұрақтылығы;
- экологиялық және гигиеналық қауіпсіздік;
- басқа материалдардан жасалған құбырлармен қосылу мүмкіндігі;
- салмағы аз, монтаждау оңай;
- дірілге және су соққыларына төзімді, көтеруді қажет етпейді;
- тозуға төзімділік және беріктік, қызмет ету мерзімі шамамен 50 жыл;
- жұмыс қысымы 10 атм дейін.



5 Сурет – Полипропилен құбыры

Стендті жобалау сатысында ұсынылғандай сипаттамалары бар құбырды таңдау қажет болды, атап айтқанда:

- еденнен қашықтық 3,5 мм;
- шартты өту диаметрі 20 мм;
- орнатудың қол жетімді әдісі.

Осы талаптарға сүйене отырып, мөлдір қабырғаларды қоспағанда, мөлдір қабырғалар қажет болатын учаскелер өзгермейтіндіктен, шартты диаметрі 25 мм болатын полипропиленнен жасалған құбырлар 2-суретте көрсетілген.

Полипропилен құбырының техникалық сипаттамалары:

- қабырғаларға рұқсат етілген қысым 1,25 МПа;
- шартты диаметрі 25 мм;
- қызмет мерзімі 30 жыл;
- қабырға қалыңдығы 3 мм.

4 Кесте - құбырлар мен арматуралардың учаскелерін өзара қосу үшін стендте пайдаланылған фитингтер тізбесі.

Фитинг атауы	Сурет	Қосылатын өлшем
Бір диаметрлі құбырларға арналған муфталар		32 мм
Фитинг атауы	Сурет	Қосылатын өлшем
Құбырдың бағытын өзгертуге арналған бұрыштық		32 мм
Полипропилен құбырынан сыртқы бұрандасы бар металл арматураға өтуге арналған муфта.		32 мм × 1"

Құбырды тармақтауға арналған тройник.		32 мм
---------------------------------------	---	-------

Пайдалану жағдайларында тікелей аймақ кірер алдында немесе шыққаннан кейін (мысалы, құбыршектердің жоғарғы орналасқан көп сатылы көлденең, қисық жеткізгіш құбырмен тік және т.б.) жоқ сорғылар үшін сұйықтықты жеткізу және бұру сорғыны пайдалану кезіндегідей жүзеге асырылуы тиіс. Бұл әсіресе $Le < 0,55$ конструкциясы бар сорғылармен қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Әр түрлі мөлшердегі сорғыларды сынауға арналған стендте құбырдың жетекші бөлігі бекітілген фланецтің диаметрі (резервуар, жылу алмастырғыш, седатив немесе клапан) ең үлкен сорғының кіріс құбырының диаметріне тең болуы керек. Шығару құбырының диаметрі тарылту құрылғысының құбырының диаметріне тең болуы ыңғайлы.

Сорғымен бірге ауыстырылатын құбырлардың тікелей аймақтарының диаметрінен және стендтердің басқа элементтерінен кіші диаметрлі келте құбыры бар сорғыны стендке орнату кезінде қандай да бір конустық өтпелі келтеқұбырларды орнату міндетті емес.

Сорғының алдында зертханалық кавитация сынақтарында құбырдың мөлдір бөлігі болуы пайдалы, оның көмегімен сұйықтықтағы ерімейтін ауаның құрамын бақылауға, кавитацияның басталуы мен дамуын бақылауға болады. Сұйықтықты импульсті жарық көзімен жарықтандыру арқылы жылтыр кавитация ядроларының қараңғы фонында ажыратуға болады, еріген ауаның шығуы нәтижесінде судың бұлдырлығын байқауға, доңғалақтың кіреберісінде кавитациялық каверналардың пайда болуын байқауға болады және т. б.

$Le \geq 2,5$ конструкция көрсеткіші бар сорғылар үшін сорғының қысымымен салыстырғанда құбырлардағы жылдамдық қысымы аз, ал егер сорғы кавитациялық сынақтарға ұшырамаса, сорғының алдында және артында тікелей учаскелер жасалмауы мүмкін, мысалы, сұйықтықты икемді шлангтармен жеткізу және бұру арқылы.

Сұйықтық ағынын басқару крандары. Шар краны кеңінен қолданылатын және танымал құбыр жабдықтарының түрі болып табылады. Шарлы крандар сумен жабдықтау, жылыту, газбен жабдықтау құбырларында, өндірістегі техникалық желілерде, яғни газ тәрізді және сұйық материалдарды тасымалдау жүйелерінде қолданылады.

Мұндай крандардың үш түрі бар:

- Шарлы кранның толық өту түрі 100% өткізу қабілетіне ие;
- Стандартты түрі. Өткізу қабілеті шамамен 80% құрайды%;
- Толық емес түрі. Өткізу қабілеті бар болғаны 50%.

Шүмекті құбырға қосу үшін судың ағып кетуіне жол бермеу үшін арнайы таспа немесе дорба қажет. Сонымен қатар, таспаны Кранның жабылу бағытына орау керек. Әйтпесе, қажетті нәтижеге қол жеткізбеу қаупі бар.

Негізгі арматура стендте орнатылғандықтан, тек қана пайдаланылды: 3 – суретте көрсетілген ДУ-32 шар краны.



6 Сурет - ДУ-32 шарлы шүмегі

Құбыр арматурасына қойылатын талаптар дайындау сапасы, сенімділігі және ұзақ мерзімділігі, қолданылатын құбыр желілерімен монтаждаудың қарапайымдылығы болып табылады. Бұл талаптар полипропиленнен жасалған шар крандарын толығымен қанағаттандырады. Максималды қысым 1,25 МПа.

2.3 Бақылау-өлшеу аспаптары

Құбырдың айдау аймағында өлшеу аспаптары орнатылған: су қысымын өлшеуге арналған манометр және су шығысын өлшегіш. Жаңарту үшін кіріс және шығыс қысымдарының айырмашылығын өлшеу үшін сорғыларға кірер алдында вакуум өлшегішті орнату керек, қосымша шығын өлшегішті орнату керек, сонымен қатар жоғары қарсыласу аймағына кірер алдында және одан кейін қысым айырмашылығын білу үшін резервуардың құятын мойнының алдына манометр орнату керек.

Қысымды өлшеу. Сорғының ағынын анықтау үшін қысымды іріктеу (сирету) сорғының кіріс және шығыс құбырларынан 1,5-2 диаметр қашықтықта жүргізілуі тиіс, мына төмендедегі жағдайларды қоспағанда:

а) пайдалану жағдайында фланецтердің алдында немесе артында тік учаскесі жоқ сорғыларда (мысалы, тік);

б) радиалды кірісі және сұйықтық шығысы бар көп сатылы сорғылар (мысалы, қоректік);

в) фланец жоқ сорғыларда (мысалы, ірі тік, осьтік немесе капсулалық).
"а" және "в" жағдайында қысымды іріктеу мәселесі конструкцияға байланысты шешіледі; "б" жағдайында қысымды сорғының фланецтерінде тікелей алуға болады. Егер жылдамдық қысымы сорғының ең аз өлшенетін қысымы кезінде (яғни ең көп берілісі кезінде) соңғысының 1% - нан аспаса, фланецтердегі қысымды таңдауға рұқсат етіледі.



7 Сурет – осьтік манометр 6 бар G1/4

Осьтік манометрдің техникалық сипаттамалары 6 бар G1/4:

- корпус диаметрі - 50 мм
- корпус материалы - пластик
- өлшеу диапазоны (bar) - 0 ... 6 bar

Артқы жағындағы штуцердің орналасуы:

- Штуцер резбасы- 1/4"
- дәлдік классы - 2.5

Жалпы мақсаттағы тағайындалуы:

- Механизм материалы - жез
- Тексеру-тексерусіз
- Түрі-манометр.

Қысымды іріктеу диаметрі 3-6 мм тесіктер арқылы жүргізілуі тиіс, бұл ретте тесіктің шеттерінде қылтамырлар болмауы тиіс, ал ниппель (ол болған кезде) құбырдың ішіне шығып тұрмауы тиіс. Егер қысым тандалған жердің алдында ағын бұрылса (мысалы, сорғының спиральды камерасында), онда қысымды таңдау бұрылыс жазықтығына перпендикуляр жазықтықта жүргізілуі керек.

Қысымды өлшеуге арналған аспаптың орналасу биіктігі үрлеу саңылауының (үш жүрісті кран немесе вентиль) осіне дейін айқындалуы тиіс.

Дифференциалды манометрден басқа, тарылтатын құрылғыдағы қысымның төмендеуін өлшеген кезде, тарылтатын құрылғыдағы қысым атмосфералық қысымнан төмен түспейтінін көрсететін бақылау манометрлерін орнату қажет (төтенше жағдайда – бу серпімділігі қысымынан төмен емес). Отандық өнеркәсіп қысымды өлшеуге арналған аспаптардың екі түрін

шығарады: манометрлер мен үлгілік вакуумметрлер (МО, ВО) және дәл өлшеу үшін (МТИ, ВТИ).

Шығын өлшегішті таңдау аз шығындарды есепке алу үшін сұйықтық есептегішті таңдауға негізделген, бұл талапты әмбебап есептегіш 1/2 суық су есептегіші қанағаттандырды, "ZENNER" суретте көрсетілген .

Техникалық сипаттамалары:

- су-суық / ыстық;
- номиналды өткізу қабілеті-1,5 м³ / сағ;
- бөлім-1/2 дюйм.

Есептегішті пайдаланудың кепілдік мерзімі оны пайдалануға берген күннен бастап 36 ай. Есептегіш монтаж жиынтығымен бірге келеді.



8 Сурет – Су есептегіш 1/2 суық. «ZENNER»

Сорғыларды сынау кезінде сұйықтықтың берілуін өлшеудің басқа әдістері.

Ағынды өлшегіштер – бұл ағынды ағынның динамикалық қысымының әсерінен жұмыс органы қозғалатын Құрылғылар тобы: қалқымалы, поршень, диск, қанат және т.б. ротаметрлер осы аспаптар класының ең көп қолданылатыны. Ағу шығын өлшегіштері көбінесе аз берілетін (1л/с кем) сорғыларды гидравликалық сынау кезінде пайдаланылуы мүмкін.

Айнымалы деңгейдің шығын өлшегіштері ауырлық күшінің әсерінен тесік (ойық, канал және т.б.) арқылы өткен кезде сұйықтықтың бос бетінің орнын өлшеуге негізделген. Осы Шығын өлшегіштер класынан сорғыларды сынау кезінде суағарлар қолданылуы мүмкін. Соңғыларын пайдалану төмен қысымды орта және ірі сорғыларды заттай сынау кезінде ұсынылуы мүмкін, тым үлкен шығындарды (1 м³/с-тан астам) өлшеу кезінде өлшеу қателігі артады.

Жұмыс органдарының үздіксіз қозғалысы бар шығын өлшегіштер жылдам және көлемді болады. Олар арқылы өтетін сұйықтық жылдамдық қысымының әсерінен немесе көлемдік қозғалыстың арқасында шығын өлшегіштің жұмыс органдарын үздіксіз жылжытады (айналдырады), олар әдетте аз шығындарды (1 л/с-тан аз) өлшеу үшін қолданылады. Олардың артықшылығы-шығындарды өлшеудің үлкен ауқымы, кемшілігі – күрделілік.

Сорғылардың берілуін өлшеуге арналған қолданыстағы электр өлшегіштерден индукциялық ағын өлшегіштер қолданылуы мүмкін, онда электр өткізгіш сұйықтық магнит өрісінде қозғалады, Э.д. с. - ға пропорционал болады.

Берілісті өлшеу. Су стендіндегі сорғыларды сынау кезінде берілісті өлшеудің негізгі әдісі – тарылтқыш құрылғыны қолдану: диафрагма, шүмек, Вентури шүмегі. Өлшеу дәлдігінде көлемдік немесе салмақтық әдіске жол бере отырып, тарылтқыш құрылғысы бар Шығын өлшегіштер бақылау сынақтары кезінде сорғының берілген берілуін орнатуға, жеке кавитациялық сипаттамаларды алу кезінде оны тұрақты ұстап тұруға, сондай-ақ қысым мен энергия сипаттамаларын алу кезінде эксперименттік нүктелерді біркелкі орналастыруға мүмкіндік береді. Тарылтқыш құрылғылардың кемшілігі берулерді қолайлы дәлдікпен (2,5% - ға дейін) өлшеудің шағын аралығы және "шкаланың" әркелкілігі болып табылады.

2.4 Монтаждау және дәнекерлеу

Жабдықты монтаждау қолда бар стендте жүргізіледі, оның негізі қалыңдығы 6 мм фанер парақтарымен қапталған 40 мм тең беріктікті илемдеу бұрышынан жасалған.

Стендте гидробак, бекіту-реттеу арматурасы бар құбырдың бөлігі, сондай-ақ бақылау-өлшеу аспаптары орнатылған.

Стендтегі сорғы қолданыстағы сорғымен бірдей бекітіледі, атап айтқанда, Гровердің серіппелі шайбалары бар М8×45 8.8 беріктігі бар екі болтпен.

Құбырды дәнекерленген станинға бекіту реттелетін ұзындықтағы М8 шпилкалармен жүзеге асырылады.

Құбырларды, сондай-ақ бекіту арматурасын монтаждау үшін 32 мм × 1" біріктірілген муфталар, жалғастырғыш муфталар, 90° бұрыштамалар пайдаланылды. Біріктірілген муфталарды орнату кезінде жіптерді фум таспасының көмегімен тығыздау керек, қосылыстарға қосымша жүктеме түспеуі үшін күшті бақылау керек.

Құбырмен фитингтерді дәнекерлеу жөніндегі Нұсқаулық.

Монтаждауға дайындау:

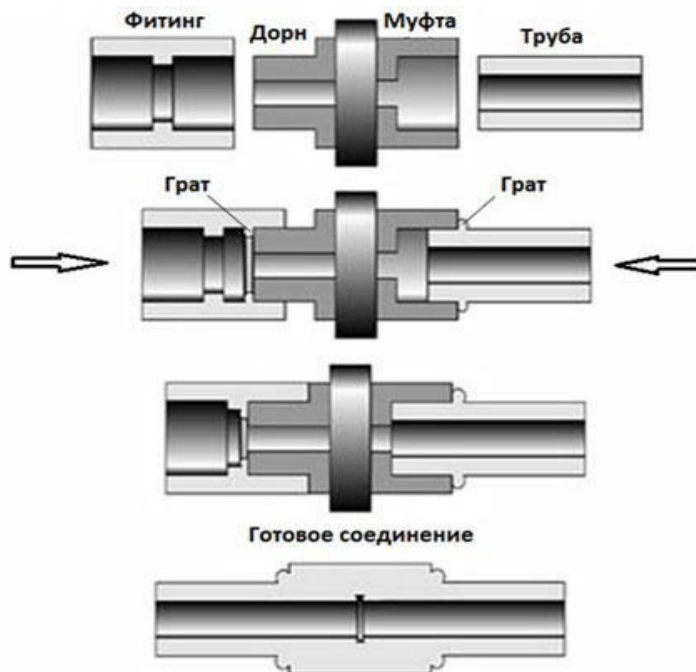
- қажетті ұзындықтағы құбыр кесіледі;
- дәнекерлегіш 260 °С дейін қызады;
- фитинг кірден тазартылады;
- құбыр кірден тазартылады, сонымен қатар құбырдың фитингке ену дәрежесін анықтау үшін таңбалау жасалады;
- қосылған бөліктер толығымен құрғақ болуы керек.

Дәнекерлеу:

- фитинг дәнекерлегіштің қыздырылған бөлігіне кигізіледі, сонымен бірге құбырда дәнекерлегіштің қыздырылған бөлігіне кіргізіледі;
- толық киінгеннен/қойғаннан кейін 5 секунд күту керек;

- содан кейін аппараттан дәнекерленген бөлшектерді алып тастап, оларды біріктіріп, күш беріп, қатайғанша 10 секунд күту керек, 3.6-сурет;
- пісірілген бөлшектерді 4 минутқа жалғыз қалдыру керек.

Дәнекерлеу және орнату үшін сізге қажет: реттелетін кілт, дәнекерлеу машинасы, кароб кілті 10 мм, кароб кілті 13 мм, кароб кілті 14 мм, құбырларды кесуге арналған қайшы.



9 Сурет – Фитингтерді құбырмен дәнекерлеу

Пластикалық құбырларды біріктірудің екі әдісі бар - вструб және түйістіру. Қосылу әдісіне қарамастан, полипропилен құбырларын дәнекерлеу кезінде белгілі бір ережелерді сақтау керек, онсыз тігістің жоғары беріктігіне кепілдік берілмейді.

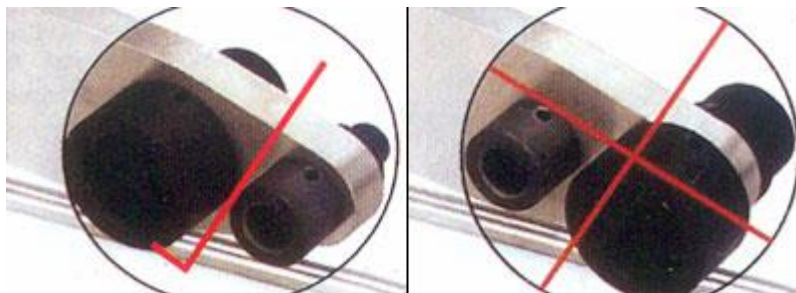
Полимерлі құбырларды орнату қоршаған ауаның оң температурасында ұсынылады.



10 Сурет – Пластикалық құбырларды дәнекерлеуге арналған дәнекерлеу үтігі

Дәнекерлеуге арналған жабдық. Дәнекерлеу үтіктері немесе үтіктер деп аталатын полипропилен құбырларын дәнекерлеуге арналған құрылғылар - бұл негізгі бөлігі ауыстырылатын элементтер-муфталар мен дорналар бекітілген қыздыру басы. Біріншісі құбырлардың сыртқы беттерін жылытуға қызмет етеді, екіншісі арматураның ішкі беттерін қыздырады.

Бекіту кезінде муфталар мен дорналар бүкіл тірек бетімен пластинамен байланыста болатындай етіп орналастырылуы керек.



11 Сурет – Муфтаның дұрыс және бұрыс бекітілуі

Дәнекерлеу үтігінің қуатына келетін болсақ, егер муфта мен дорн пластинамен бүкіл аймақ бойынша байланысса, онда 260°с қыздыру буының қажетті температурасына кез - келген жағдайда қол жеткізіледі-дәнекерлеу үтігінің қуатына қарамастан (ақылға қонымды шектерде). Жұмыс режиміне шығу үшін аз қуатты құрылғы қуатты құрылғыға қарағанда көп уақытты алады.

Құбырларды кесу. Құбырды кесу оның қабырғасының сынуын болдырмайтын арнайы қайшылармен жүзеге асырылады.



12 Сурет – Пластикалық құбырларға арналған қайшы

Құбырлар мен фитингтерді дәнекерлеуге дайындау. Стандартты дайындық-бұл құбырдың сыртқы бетін және фитингтің ішкі бетін тазарту және майсыздандыру. Алайда, стандарттан басқа, арматураланған құбырларға қатысты арнайы дайындық бар - бірақ бәрі бірдей емес, тек олардың кейбіреулері. Өз қолыңызбен полипропилен құбырларын орнатуды жүзеге асыратын болсаңыз, әртүрлі арматурасы бар құбырларды дайындау ерекшеліктері туралы білуіңіз керек.

Алюминий немесе шыны талшықты арматурасы бар композитті РР құбырларының арқасында құбырдың жоғары жылу тұрақтылығына қол жеткізіледі (төмен температураның кеңеюі), сондықтан жылу және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде температура компенсаторларын орнатудың қажеті жоқ. Алюминий арматурасы, сонымен қатар, жүйеге оттегінің таралуын болдырмайды. Құбыр қабырғасына енген оттегі жабық Жоғары температуралы жүйелердің суын желдетулерде, сорғыларда және құбырдың басқа элементтерінде кавитация тудыратын газбен қанықтырады.

Арматураланбаған немесе шыны талшықпен арматураланған құбырлар арнайы дайындықты қажет етпейді.

Алюминиймен нығайтылған құбырлар бетіне жақын орналасқан (полипропиленнің жұқа сәндік қабатының астында) арматуралық қабатты арнайы құралмен - шейвермен алып тастауды қажет етеді. РР құбырларын дәнекерлеу кезінде құбырдың фитингпен берік және ажырамас байланысын қамтамасыз ету үшін бұл қабатты алып тастау керек.



13 Сурет - Бетіне жақын арматураланған алюминиймен полипропилен құбырын тазалауға арналған Шейвер



13а Сурет - Қабырғаның ортасында алюминиймен нығайтылған полипропилен құбыры

Қабырғаның ортасында алюминийдің арматуралық қабаты орналасқан құбырларды арнайы құралмен аяқтау керек, оның мақсаты құбырдың шетіне шығатын алюминийдің шетін алып тастау болып табылады. Егер бұл жасалмаса, су қабырғаның ортасына ашық арматуралық қабатқа еніп, оның ісінуіне әкелуі мүмкін.

Дәнекерлеу аппаратын ("дәнекерлеу үтігі") дайындау. Жұмысты бастамас бұрын полипропилен құбырларын дәнекерлеуге арналған "дәнекерлеу үтігі" кронштейнге немесе төсекке мықтап бекітілуі керек. Қыздыруға орнату кезінде бөлшектерге дәнекерлеу үтігіне берілетін белгілі бір күш қолданылады. Жұмыстың ыңғайлылығы үшін ол мықтап бекітілген және қозғалыссыз болуы керек.

Құрылғыны орнатқаннан кейін оның жылытқышына қолайлы қыздыру буы (дорн және муфта) бекітіліп, ауыстырып-қосқыштың көмегімен қыздыру

температурасының қажетті мәні орнатылады және құрылғы желіге қосылады. Полипропилен құбырларын дәнекерлеуге арналған құралдың температурасы $260 \pm 10^\circ\text{C}$ болуы керек, бұл полипропиленнің тұтқырлық температурасынан едәуір асып түседі және құбыр мен фитингтің беткі қабатын тез ерітіп, бөлшектерін алып тастау үшін жасалады, бұл олардың қабырғаларының бүкіл қалыңдығына жылынуына жол бермейді. Әйтпесе, құбыр мен фитинг қаттылықты жоғалтады және оларды қосу мүмкін болмайды.

Бөлшектерді муфтаға және пластикалық құбырларды дәнекерлеуге арналған аппараттың дорніне орнатқаннан кейін, оларға беттерді балқытуға уақыт беру керек. Қыздыру ұзақтығы өте маңызды параметр болып табылады. Бұл беттерді тұтқырлық күйіне дейін қыздыру үшін жеткілікті болуы керек, бірақ бұл мәннен жоғары болмауы керек, содан кейін бөлшектер қаттылықты жоғалта бастайды. Пластикалық құбырларды өндірушілерде полипропиленнің брендіне, құбырдың диаметріне және қабырға қалыңдығына байланысты қыздыру уақытын белгілейтін кестелер бар. PPRC (PP тип3) PN20 құбыры үшін қыздыру ұзақтығының болжамды мәндері төмендегі кестеде көрсетілген.

5 Кесте - Қыздыру ұзақтығының болжамды мәндері

Құбыр диаметрі, мм	16	20	25	32	40	50	75	110
Қыздыру уақыты, сек.	5	5	7	8	12	18	30	50
Ауыстыру уақыты*, сек.	4	4	4	6	6	6	8	10
Бекіту уақыты **, сек.	6	6	10	10	20	20	30	50
Толық салқындату уақыты ***, мин.	2	2	2	4	4	4	6	8

* - қыздырылған бөлшектерді алу және оларды қосу уақыты.

** - қосылымды жартылай салқындағанға дейін ұстау уақыты. Бұл уақыт қосылысты қолмен туралау үшін қолданылады. Осы уақыттан кейін қосылыс икемділігін жоғалтады, оның пішінін өзгерту мүмкін емес.

*** - Бөлшектерді толығымен салқындағанша ұстап тұрудың қажеті жоқ. Жүктемелерді жасамау жеткілікті. Осы уақыттан кейін байланыс дайын.

Қыздыру уақыты бөлшектер тоқтаған сәттен бастап есептеледі. Ол аяқталғаннан кейін құбыр мен фитинг мандрелден бірдей орташа күшпен алынады.

Бөлшектерді құрастыру. Полипропилен құбырларын дәнекерлеуге арналған үтіктердің түзеткіштері бөлшектер кідіріссіз өзара қосылады (құбыр фитингке салынған). Бөлшектерді алып тастағаннан бастап оларды жинау сәтіне дейінгі уақыт мүмкіндігінше аз болуы керек және кез-келген жағдайда 4-6 секундтан аспауы керек. Кешіктіру бөлшектердің салқындауына және оларды құрастырудың мүмкін еместігіне немесе, кем дегенде, қосылудың төмен сапасына әкелуі мүмкін.

Құбырларды фитингтерге жалғаған кезде оларды бір-біріне қатысты 5° - тан артық бұруға болмайды. Қосылыстың дұрыстығын барлық жағынан қалыңдығы бірдей болуы керек алынған граттың түріне қарай бақылау керек.

Қосылымды салқындату. Технология бойынша бірнеше секунд ғана бөлінетін бөлшектерді қосқаннан және (қажет болған жағдайда) оларды

түзеткеннен кейін, полипропилен толығымен қатайғанша бөлшектерге ешқандай күш салуға болмайды. Әдетте бұл 2-4 минутты алады.

PPRC (PP 3 типті) PN20 құбыры үшін дәнекерлеу кезіндегі барлық операциялар ұзақтығының болжамды мәндері жоғарыдағы кестеде көрсетілген. Параметрлердің нақты мәндерін құбырлар мен фитингтер өндірушілер хабарлайды.

3 Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу

3.1 Сорғыларды бірқатар сынау ережелері мен талаптары

Сорғыларды сынау ережелері мен әдістерін белгілейтін бірқатар ұлттық және халықаралық стандарттар бар. Стандартты шарттар сынақтардың сәйкестігін, өлшеудің қажетті дәлдігін, нәтижелердің салыстырылуын қамтамасыз етеді, стендтердің дизайнын және өлшеу құралдарын таңдауды жеңілдетеді.

Сұйықтыққа қойылатын талаптар. Суда жұмыс істеуге рұқсат ететін сорғыларды гидравликалық сынау суық немесе жылы және таза суда жүргізілуі тиіс. Тәжірибелік сорғылардың кавитациялық сипаттамаларын алу кезінде және суды зерттеу сынақтары кезінде деаэрациялануы тиіс. Соңғы талап герметикалық стенд жағдайында резервуардағы қысым кезінде және ашық стенд жағдайында сорғыға кіретін қысым кезінде Судан ауа шықпауы керек дегенді білдіреді. Судың деаэрациясы кавитация сипаттамаларының сенімділігін қамтамасыз етеді.

Сұйықтықты жеткізуге және шығаруға қойылатын талаптар. Сорғының жұмысына тек сұйықтықты беру шарттары әсер етеді (бұрау немесе ағынның біркелкі еместігі). Бұл әсер неғұрлым үлкен болса, дизайн көрсеткіші соғұрлым аз болады.

Өлшеу дәлдігін қамтамасыз ететін талаптар. Өлшеу дәлдігі режимдердің тұрақтылығымен, өлшемдердің қайталануымен, сынақ жағдайларының тұрақтылығымен және өлшеу құралдары мен әдістерінің қателігімен анықталады.

Сынақтарды жүргізу ережелері. Салыстырмалы тұрақты нәтижелер алу үшін төменде сынақтар жүргізудің негізгі ережелері келтіріледі.

1. Сорғының параметрлері стенд параметрлеріне сәйкес келуі керек.
2. Сынақтар алдында тұрақты шамалар (қысымды іріктеу орындарындағы құбырлардың диаметрлері, манометрлердің жағдайы және т.б.) өлшенуі, тұрақты есептеу коэффициенттері есептелуі және сынақ нәтижелерінің шекті қателіктері есептелуі тиіс, олар рұқсат етілгеннен аспауы тиіс.
3. Сынақ алдында стенд элементтерінің герметикалығы тексерілуі тиіс.
4. Бір өлшеу кезінде аспаптар көрсеткіштерін қалқан немесе автоматты жазу тек белгіленген режимде ғана жүргізілуі тиіс және 15с аспайтын уақыт ішінде аяқталуы тиіс.
5. Жекелеген режимдерде өлшеу сипаттамаларын алу кезінде мүмкіндігінше аз және бірдей уақыт аралықтары арқылы жүргізілуі тиіс, ал барлық өлшеулер кезінде аспаптардың көрсеткіштерін жазу бірізділігі бірдей болуы тиіс.
6. Сынақ қондырғысынан сорғыны алу сынақ нәтижелерін өңдегеннен кейін жүргізілуі тиіс.

3.2 Ортадан тепкіш сорғының құм ағынды сынақтарын жүргізу

Құм ағынды құрылғы тиімді құрал болып табылады, ол көптеген жағдайларда пайдалы болуы мүмкін. Шағын мөлшерде және салмағы аз осындай құрылғыны қолдана отырып, әртүрлі беттерді ластанудан және ескі жабындардан тазартуға, металл конструкциялардан қабыршақтар мен коррозия ошақтарын кетіруге болады. Шеберлер құм ағынды машиналарды өздері жасайды, олар өте ыңғайлы металл баллондарды, газды немесе үлкен өрт сөндіргіштердің баллондарынан жасайды. Олардың металы дәнекерлеуге жақсы көмектеседі, қысымды ұстап тұрады және шексіз уақытқа қызмет етеді.

Сондай-ақ, құм құю қондырғысын алу үшін біз жұмыс принципіне ұқсас болып келетін құрылғыларды қолдана аламыз: жоғары қысымды жууға арналған құрылғыларды, бүріккіш пистолет.

Тұрмыстық құм ағынды аппаратын құрайтын негізгі құрылымдық элементтер:

- ауа саптамасымен және триггермен жабдықталған тапанша;
- абразивті қоспасы өңдеу аймағына жеткізілетін саптама (оның тозуға төзімділігін арттыру үшін мұндай саптаманың ішкі бөлігі бор карбидімен жабылған);
- бункерден абразивті материалды беруді қамтамасыз ететін сору клапаны;
- шланг, ол арқылы жүйеге абразив беріледі.

Құм төсеу жұмыстары жүргізілетін тұрмыстық құрылғылар тек құмнан ғана емес, судан да тұратын қоспаларда жұмыс істейтіндіктен, олар қосылуды қажет етеді:

- оңтайлы қысыммен ауаның тұрақты жеткізілуіне ықпал ететін компрессор;
- сумен жабдықтау көзіне;
- абразивті материалды үздіксіз беретін материалға (құмға) арналған арнайы контейнер. Пропан немесе фреон газ баллонын пайдалану ұсынылады. Екі контейнер де механикалық факторларға оңтайлы төзімділікпен және айтарлықтай қысымды ұстап тұруға дайын.



14 Сурет - Құм ағынды аппараттың сыртқы көрінісі

Тұрмыстық құм ағынды құрылғыны сумен жабдықтау жүйесіне қосу үшін қарапайым шлангтарды қолдануға болады, өйткені олар айтарлықтай ішкі қысымға ұшырамайды. Мұндай көзден келетін су шығыны сағатына 50-120 литр аралығында болуы керек, бұл өңдеу процесін тиімді және шаңсыз жүргізуге жеткілікті.

Жұмыс жасау принципі өте қарапайым:

- Жұмыс сыйымдылығына екі құбыр қосылады. Жоғарғы құбыр - компрессорға қосылу үшін, цилиндрдің ішінде артық қысым жасау үшін. Төменгі құбыр - құмды беру үшін. Ағынның қарқындылығын реттеу үшін осы құбырға шүмек салынған.

- Компрессордан ауа ағыны екіге бөлінеді: біреуі ішіндегі қысымды күшейту үшін цилиндрдің жоғарғы шүмегіне өтеді, екіншісі ауа-құм қоспасын жасау үшін төменгі құбырға қосылады.

- Төменгі саптамадан қысыммен құм мен ауа қоспасы бүріккіш пистолетке немесе саптамаға түседі.



15 Сурет - Өзен құмын қолданар алдында електен өткізу

Фибробетонан жасалған ортадан тепкіш сорғының қалуға төзімділігін сынауға арналған технологиялық картасын қарастырамыз:

1. Ол үшін құрғақ абразивті қоспаны және оны жоғары қысыммен қамтамасыз ететін жабдықты пайдаландық.

2. Жұмыс материалы ретінде електен өткізілген құрғақ құм пайдаланылды, оның ұяшықтарының өлшемдері 1-1, 2 мм.

3. Компрессорлық қондырғы шығаратын қысыммен ауа құм ағынды қондырғыға жіберіледі, онда ол резервуардағы абразивті материалмен араласады.

4. Абразивті материалмен араласқан ауа қысыммен құрылғының саптамасына түседі және өңделетін бетке беріледі.

5. Фибробетоннан жасалған тұрқыбетіне аппарат саптамасынан берілетін абразивтік қоспаның жұмыс қысымы 4 атм-ден аспауы тиіс.

6. Абразивті материалдың әсерінен аппараттың саптамасындағы тесік диаметрінің ұлғаюы байқалады, ол арқылы бұл материал өңделген бетке беріледі.

7. Сынақ фибробетоннан жасалған тұрқының үш түрлі аймағына ұзақтығы 10 мин жүргізіледі. Осылайша әрбір сынақтан кейін тұрқының салмағы өлшеніп алынады және кестеге тіркеледі.

8. Сынақ аяқталғаннан кейін өңделген бетінен құм мен шаң қалдықтарын алып тастау керек, ол үшін жоғары қысыммен жеткізілетін ауа қолданылады.



16 Сурет – Фибробетоннан жасалған ортадан тепкіш сорғы тұрқысы

Нәтижелер және талқылау

Құм ағынды әдіс айналмалы құма араласқан суды қолдануды қамтиды, ол өз кезегінде құмды бөлшектерді бетон бетіне жылжытып, қажетті қажалу әсерін жасайды. Сурет 3-де әрбір 10 минуттан кейінгі сынақтың соңында фибробетоннан жасалған тұрқы суреті бейнеленген.

Бұл фотосурет ерітіндінің беткі қабаты жойылғанын, агрегат ашылғанын және төмен беріктігі бар ерітінді аймағы шегіністі қалыптастырғанын көрсетеді. Алайда, бұл тұрақты емес беттер тегіс болды.

Төменде келтірілген бақылауларға сәйкес, үйкеліс тозуы негізінен су мен құмның илектеу нәтижесінде пайда болатын абразивті әсермен байланысты. Негізгі қарсылықтар ығысу күші және бетінің қаттылығы болды. Осылайша, жоғары сығымдалған беріктігі бар болат талшықты бетон сияқты жоғары қаттылық материалдары бар бетон үйкеліске төзімділіктің жоғарылауын көрсетуі мүмкін.

Бетонда болат талшықтардың болуы кейбір елеулі құбылыстарды тудырды. Суретте көрсетілгендей, 7а матрицадан бөлінген талшықтың жартылай ұзындығы ашылып, алдыңғы аймақ жұқа нүктеге дейін созылды. – 7в

суретте қарайтын болсақ талшықтың бүкіл шеңбері белгілі бір тереңдікке ұшырағанын және оған ұшыраған талшықтың мөлшері 90-ға ұшыраған фибробетон үшін салыстырмалы түрде жоғары болғанын көрсетеді. Ашық болат талшықтары бетон материалын алынып кетуден қорғайды. Тағы бір назар аударарлық жайт, 45 және 90 ° градуста ұшыраған бетон үшін талшық пен матрица арасындағы байланыстың жоғалуы болды (сурет. 7с). Бұл бақылау талшық пен бетон матрицасы арасындағы әлсіз шекараны көрсетеді.



а)



ә)



б)

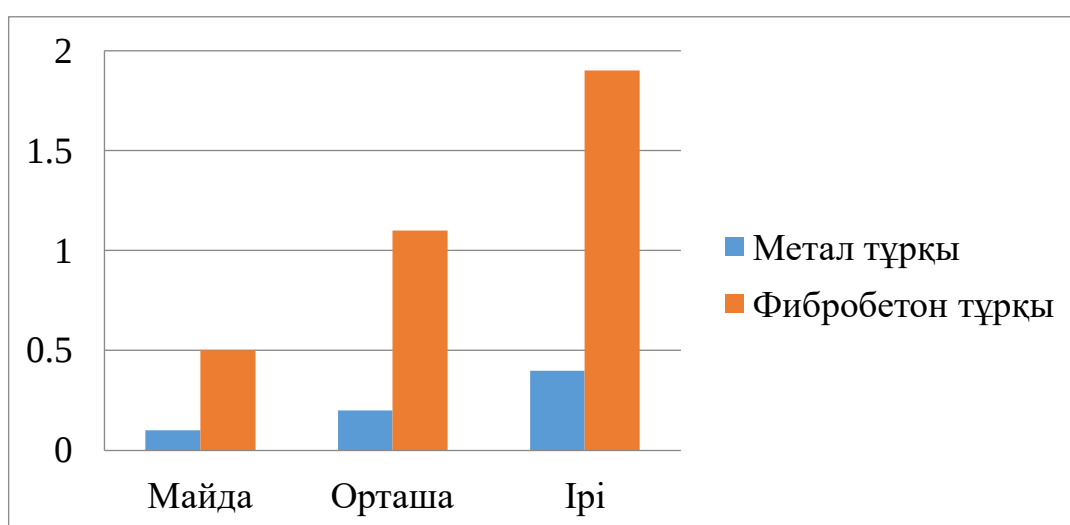
17 Сурет - Абразивті әсермен қажалған болат талшықты фибробетондағы әдеттегі қажалу орны

Жалпы алғанда, құмды ағынға ұшыраған бетон үшін абразивті әсерге негізінен су молекулалары мен гидравликалық қысым, қатты бөлшектердің соққысы, шекті эффекттер мен жыртылудан туындаған алдын-ала абразия кірді. Негізгі қарсылықтар созылу күші және матрица/агрегат байланысы болды. Сондай-ақ сумен тасымалданатын құм ағынынан туындаған үйкеліс тозуы және ығысу беріктігі мен беттік қаттылықтың негізгі кедергісі қолданылды.

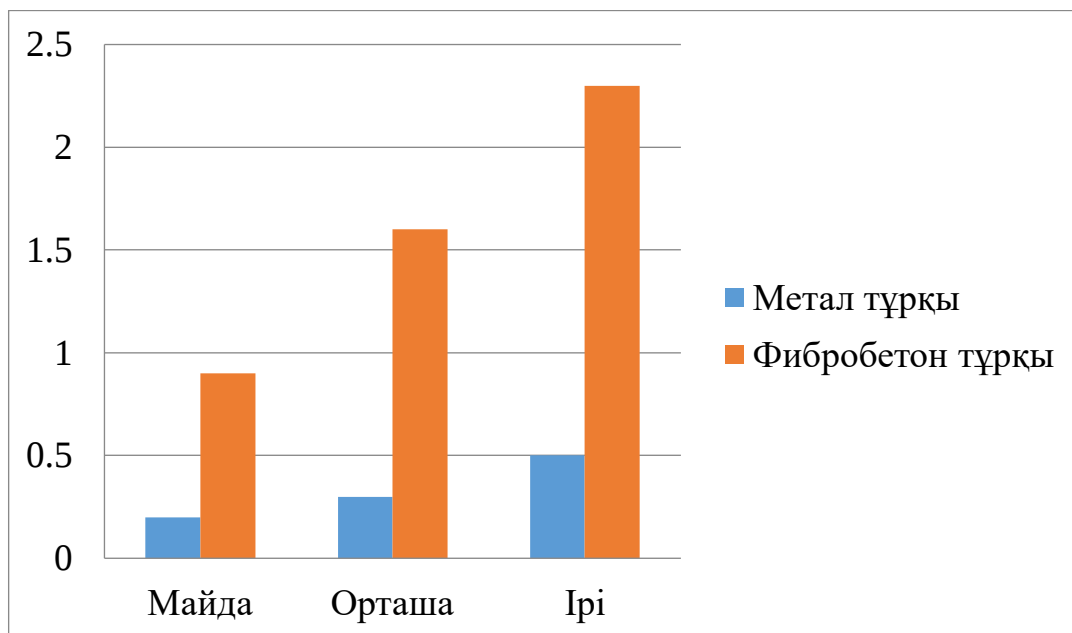
Құм ағынды әдісімен қажалуға төзімділікке сынау кезінде пайда болған тозудың аздап тозуды көрсетті (сурет 14) және, демек, 30 минуттық сынақ кезінде массаның аз жоғалуы (5-кесте).

6 Кесте – Өртүрлі режимде ауалы-құм қоспасымен әсер еткендегі сорғы тұрқысының қажалудан кейінгі жоғалтқан салмақ үлесі

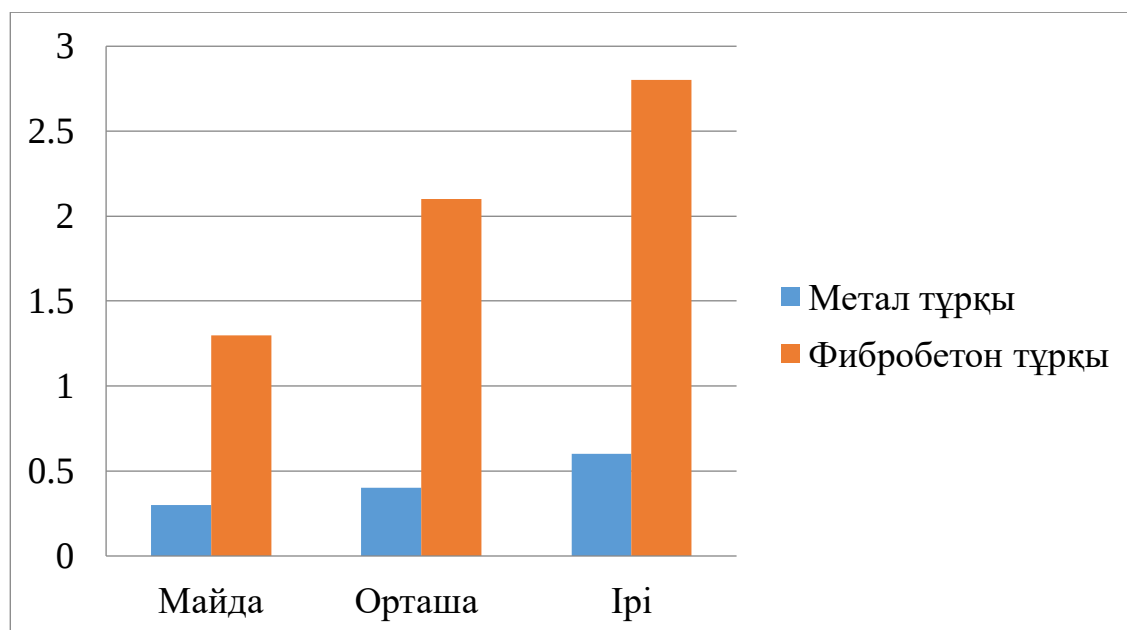
Аппараттағы ауа қысымы, МПа	Жоғалған салмақ үлесі, %					
	Майда фракция 0,1-0,4 мм		Орташа фракция 0,5-1,0 мм		Ірі фракция 1 мм-ден жоғары	
	Метал тұрқы	Фибробетон тұрқы	Метал тұрқы	Фибробетон тұрқы	Метал тұрқы	Фибробетон тұрқы
0,45	0,1	0,5	0,2	1,1	0,4	1,9
0,55	0,2	0,9	0,3	1,6	0,5	2,3
0,70	0,3	1,3	0,4	2,1	0,6	2,8



18 Сурет - Аппараттағы ауа қысымы 0,45 МПа болғандағы абразивті әсермен қажалған болат және фибробетон тұрқыларының қажалу мәндері



19 Сурет - Аппараттағы ауа қысымы 0,55 МПа болғандағы абразивті әсермен қажалған болат және фибробетон түркіларының қажалу мәндері



20 Сурет - Аппараттағы ауа қысымы 0,70 МПа болғандағы абразивті әсермен қажалған болат және фибробетон түркіларының қажалу мәндері

Фибробетонның құм ағынды әдісімен абразияға төзімділігі

Бұл нәтижелер төмен беріктігі бар бетон су ағындарымен оңай тозып, кейіннен қажетсіз циклдік әсер тудыратын қосымша кеуектілікті дамыта алатындығын көрсетеді. Керісінше, болат талшықты бетон жасау бетонның жалпы кеуектілігі мен кеуекті мөлшерін едәуір төмендетуге, сондай-ақ гидратталған матрицалық бөлшектер арасындағы байланысты нығайтуға мүмкіндік береді. Төмен $вт/см$ қатынасында дайындалған фибробетон

соққыларға қарсы тұра алады. Сонымен қатар, бұл зерттеудегі соққылардың жоғалуына әсер ету бұрышы әсер етті. Сонымен қатар, бұл болат талшықтар мен кремний диоксидінің қосылуы созылу мен иілудің жоғарылауына әкелуі мүмкін.

3.3 Ортадан тепкіш сорғының стендтік сынақтарын жүргізу әдістемесі

Жабдықты сынау стенд толық жиналғаннан кейін жүргізіледі, жүйеге кемінде 15 литр мөлшерінде дистилденген су құйылуы тиіс. Схемадағы КШ1 қоспағанда, барлық крандар ашық болуы керек.

Сондай-ақ, электр қосылымының қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажет. Барлық әрекеттерді орындағаннан кейін сіз орнатуды бастай аласыз, егер құбырлар қосылған жерлерде ағып кетсе, онда орнатуды өшіріп, ағып кетуді жойып, орнатуды қайта іске қосу керек.

Сынақтар бірдей жағдайларда фибробетонды және металл корпусы бар қондырғыда жүргізілді.

Жұмысқа дайындық жұмыстарынан кейін, қажет:

1. Стендтің электр қуатын қосыңыз. Ол үшін электрлік басқару модуліндегі "желі" қосқышын жоғарғы позицияға орнату керек. Сорғыны SA2 қосқышымен қосыңыз.

2. Сорғының жұмыс сипаттамаларын анықтау үшін эксперименттік зерттеулер жүргізу. Алдымен, вентиль В2-ге 2сер ете отырып, максималды қысымды анықтап алу қажет (манометр бойынша МН). Содан кейін сорғы қысымының өзгеру диапазонын 5 аралыққа бөліп, 10 тәжірибе жасаңыз. Әр тәжірибеде қысым тұрақты болуы керек. Бірінші тәжірибені сорғының минималды қысымынан бастау керек (яғни, сорғы жұмыс істейтін желінің минималды кедергісі). Әр тәжірибеде өлшеу керек:

1. Сорғының шығуындағы қысым p_n (манометр бойынша);

2. Су көлемінің W шығын өлшегіш арқылы өту уақыты t (көлемі W қолданылу керек, мысалы, $W = 0,01 \text{ м}^3$ (10 дм^3)).

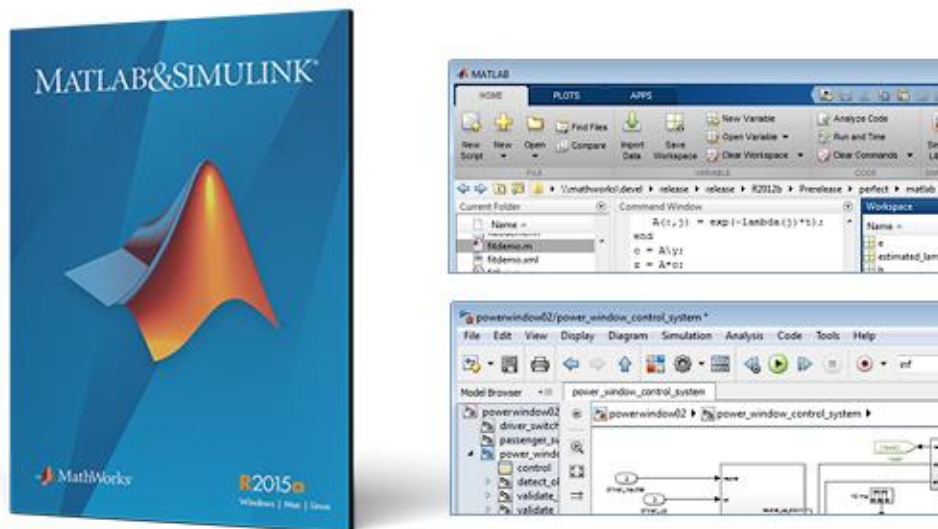
3. Электрқозғалтқышына берілетін қуат $N_{эл}$, (ваттметр бойынша) (қуатты анықтау кезінде ваттметрдің көрсеткішін көбейту керек 100, сонда біз ваттта қуат аламыз). Өлшеу нәтижелерін 1-кестеге енгізу қажет.

Фибробетонды корпусы бар сорғыны сынау аяқталғаннан кейін металл корпусы бар сынақтар ұқсас жүргізіледі. Өлшеу нәтижелерін 2-кестеге енгізу қажет.

4 Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу

MATLAB жүйесінде деректерді статистикалық өңдеу

MATLAB жүйесі-матрицалық операцияларды кеңейтілген ұсынуға және қолдануға негізделген математикалық есептеулерді автоматтандырудың ең көне, мұқият ойластырылған және уақытпен тексерілген жүйелерінің бірі. Матрицаларды жүйенің негізгі объектілері ретінде қолдану қарапайым жоғары деңгейлі бағдарламалау тілдерінде матрицалық есептеулерді орындау кезінде жиі кездесетін циклдардың санын азайтуға және параллель есептеулерді жүзеге асыруды жеңілдетуге көмектеседі.



21 Сурет - MATLAB математикалық есептеулерді автоматтандыру жүйесінің көрінісі

Жүйенің маңызды артықшылығы-оның ашықтығы мен кеңеюі. Жүйенің көптеген командалары мен функциялары мәтіндік форматтағы m файлдары (t кеңейтімімен) және СИ тіліндегі файлдар түрінде жүзеге асырылады, барлық файлдарды өзгертуге болады. Пайдаланушыға жеке файлдарды ғана емес, сонымен қатар нақты тапсырмаларды орындау үшін файл кітапханаларын да жасауға мүмкіндік беріледі. Мұндай файлдарды қарапайым және ыңғайлы MATLAB жүйесінің m-файл редакторында да, кез-келген басқа мәтіндік редакторда да дайындауға болады. Сонымен қатар, мұндай файлдарды буфер арқылы MATLAB пәрмен жолына тасымалдауға және бірден орындауға болады.

MATLAB жүйесіне жаңа қасиеттер оның блокталған динамикалық жүйелер мен құрылғыларды модельдеу үшін жасалған Simulink бағдарламалық жүйесімен интеграциялануына мүмкіндік берді. Көрнекі бағдарланған бағдарламалау қағидаттарына сүйене отырып, Simulink сізге жоғары сенімділік дәрежесі мен нәтижелерді ұсынудың тамаша құралдары бар күрделі құрылғыларды модельдеуге мүмкіндік береді. Symbolic Math және Simulink

кеңейту пакеттерімен табиғи интеграциядан басқа, MATLAB ондаған қуатты кеңейту пакеттерімен біріктіріледі.

MATLAB жүйесі векторлар мен матрицаларда күрделі және көп уақытты қажет ететін операцияларды тіпті тікелей есептеу режимінде, ешқандай бағдарламалаусыз орындайды. Оны калькулятор ретінде пайдалануға болады, онда әдеттегі арифметикалық және алгебралық әрекеттермен қатар матрицаны инверттеу, оның меншікті мәндерін және оған жататын векторларды есептеу, сызықтық теңдеулер жүйесін шешу, екі өлшемді және үш өлшемді функциялардың графигін шығару және тағы басқалар сияқты күрделі операцияларды қолдануға болады.

Жүйенің сөздерінің негізгі жиынтығына арнайы белгілер, арифметикалық және логикалық амалдардың белгілері, арифметикалық, алгебралық, тригонометриялық және кейбір арнайы функциялар кіреді. MATLAB сөзі пайдаланушыларға дайын өнімдердің кең жиынтығын ұсынады.

MATLAB жүйесі кез-келген есептеулерді тікелей есептеу режимінде, яғни бағдарламаны дайындамай-ақ жасауға болатындай етіп жасалған. Қарапайым синусоидадан күрделі үш өлшемді фигураға дейін әртүрлі функциялардың графигін бірден орнатуға және шығаруға болады.

Интерполяция және деректерді жуықтау

Жуықтау дегеніміз-кейде анықталмаған айқын тәуелділікті немесе басқа, әдетте қарапайым немесе біркелкі тәуелділіктің көмегімен ұсынылған мәліметтер жиынтығын сипаттау. Деректер кестеге енгізілген түйін нүктелерінің координаттары ретінде көрсетілуі мүмкін. Функцияның жуықтау графигі түйіндік нүктелер арқылы өтпеуі мүмкін, бірақ оларды орташа квадраттық қатемен жақындатады. Бұл регрессияға тән-ең кіші квадраттар әдісін жүзеге асыру.

Интерполяцияның негізгі міндеті-оның түйіндік нүктелері арасындағы аралықта берілген тәуелділіктің мәнін бағалау. Ол үшін түйіндік нүктелердегі мәндер осы нүктелердің координаттарымен сәйкес келетін қолайлы функциялар қолданылады. Сонымен, сызықтық интерполяция кезінде $y(x)$ түйіндік нүктелер бір-біріне түзу сызықтармен қосылады және қажетті аралық нүктелер осы сегменттерде орналасқан деп саналады.

Зерттеу нәтижелерін өңдеу кезінде мынадай жорамалдар қабылданды:

1) сорғының кірісіндегі қысым (p_6) атмосфералық қысымға тең болады (мұндай болжамға екі негіз бар: сорғының кіреберісінде сұйықтықтың сақталуы, өйткені төменгі резервуардағы су деңгейі сорғының деңгейінен жоғары; сору құбырындағы қысымның салыстырмалы түрде төмен жоғалуы);

2) сорғының кірісі мен шығысындағы тік координаттар бір-біріне тең , яғни $z_H = z_B$ (сорғының тік мөлшері ескерілмейді);

3) сорғының кірісі мен шығысындағы сұйықтықтың орташа жылдамдығы бір-біріне тең, яғни $V_H = V_B$.

Сорғының берілісі тең:

$$Q = \frac{W}{t}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Сорғының қуаты тең болады:

$$N = N_{эл} \cdot \eta_{эл}, \text{ кВт}$$

мұндағы $\eta_{эл}$ – ПӘК электрқозғалтқыштың (тұрақты, тең болады 0,7). Сорғының ағынын төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$H = \frac{P_H}{\rho \cdot g}, \text{ м}$$

Сорғының пайдалы қуаты:

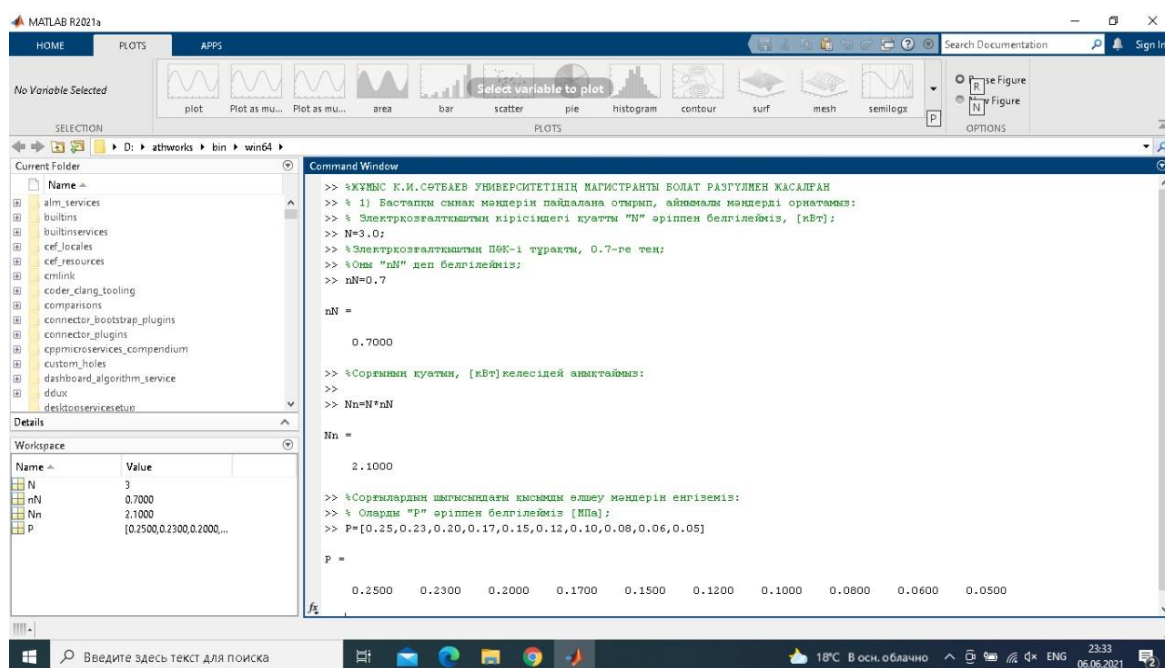
$$N_{\Pi} = P_H \cdot Q, \text{ кВт}$$

Сорғының ПӘК-ті тең болады:

$$\eta = \frac{N_{\Pi}}{N}$$

Жоғарыда келтірілген әдістеме бойынша сорғының негізгі параметрлері анықталды және есептеу нәтижелері 6 және 7 кестелерге енгізілді, содан кейін мәндерге сәйкес сорғының жұмыс сипаттамалары құрылды: $H = f(Q)$, $N = f(Q)$, $\eta = f(Q)$ сорғының фибробетон мен металл тұрқысының салыстырмалы сипаттамалары келтірілген.

Жоғарыдағы формулалар мен тұрақты өлшемдерді MATLAB жүйесіне енгізіп матрицалар (18-сурет) құрып, сорғының негізгі параметрлерін есептейміз. Шыққан мәндерді кестеге енгізіміз.



22 Сурет - MATLAB жүйесінде алынған матрицалар

7 Кесте – Фибробетон тұрқысы бар сорғыны сынау нәтижелері

№ сынақ	P_n – сорғының шығуындағы қысым, МПа	W – шығын өлшегіш арқылы өтетін су көлемі, м ³	t – көлемнің W өту уақыты, с	$N_{эл}$ – электр қозғалтқышының кірісіндегі қуат, кВт	Q – сорғы берілісі, м ³ /ч	N – сорғы қуаты, кВт	H – сорғы ағыны, м	$N_{пл}$ – сорғының пайдалы қуаты, кВт	η – сорғының ПЭК-ті
1	0,25	0	0	3,0	0	2,1	25,3	0	0
2	0,23	0,074	60		4,44		23,5	1,0212	0,486
3	0,20	0,116	60		6,96		20,2	1,392	0,663
4	0,17	0,132	60		7,92		17,4	1,346	0,641
5	0,15	0,158	60		9,48		15,2	1,422	0,667
6	0,12	0,196	60		11,76		12,3	1,41	0,671
7	0,10	0,240	60		14,4		10,1	1,44	0,685
8	0,08	0,282	60		16,92		8,1	1,353	0,644
9	0,06	0,304	60		18,24		6,1	1,094	0,521
10	0,05	0,332	60		19,92		5,1	0,996	0,474

8 Кесте – Метал тұрқысы бар сорғыны сынау нәтижелері

№ сынақ	P_n – сорғының шығуындағы қысым, МПа	W – шығын өлшегіш арқылы өтетін су көлемі, м ³	t – көлемнің W өту уақыты, с	$N_{эл}$ – электр қозғалтқышының кірісіндегі қуат, кВт	Q – сорғы берілісі, м ³ /с	N – сорғы қуаты, кВт	H – сорғы ағыны, м	$N_{пл}$ – сорғының пайдалы қуаты, кВт	η – сорғының ПЭК-ті
1	0,25	0	0	3,0	0	2,1	25,3	0	0
2	0,23	0,07	60		4,2		23,3	0,96	0,457
3	0,20	0,110	60		6,6		20,2	1,32	0,628
4	0,17	0,130	60		7,8		17,4	1,33	0,633
5	0,15	0,150	60		9,0		15,2	1,35	0,642
6	0,12	0,192	60		11,52		12,3	1,38	0,657
7	0,10	0,228	60		13,68		10,1	1,368	0,651
8	0,08	0,252	60		15,12		8,1	1,21	0,576
9	0,06	0,284	60		17,04		6,1	1,02	0,485

10	0,05	0,315	60		18,9		5,1	0,945	0,45
----	------	-------	----	--	------	--	-----	-------	------

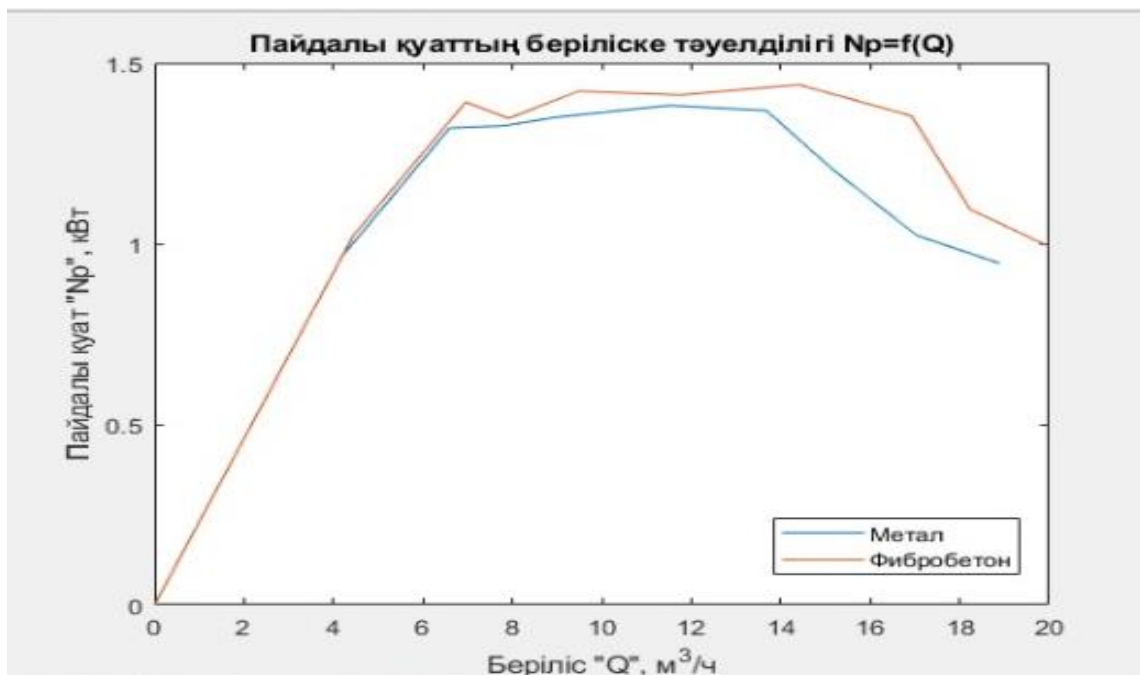
1к20/30 ортадан тепкіш сорғының металл корпусымен және фибробетон корпусымен салыстырмалы стендтік сынақтардың нәтижелері 8-кестеде келтірілген.

9 Кесте - 1к20/30 ортадан тепкіш сорғының стендтік сынақ нәтижелері

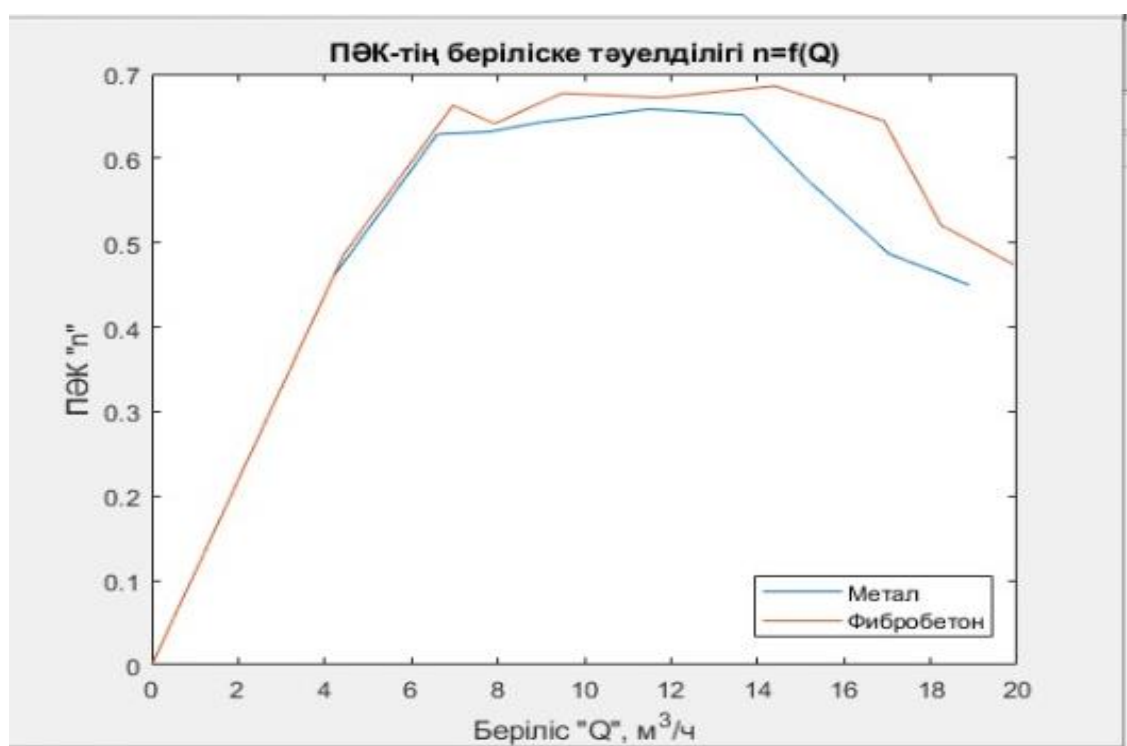
Параметрлер*	Значение	
	Фибробетоннан жасалған тұрқысы бар сорғы	Металл тұрқысы бар сорғы
Масса М, кг	20,3	30,5
Шығын өлшегіш арқылы өтетін су көлемі, W, м ³	0,332	0,315
Су көлемінің W өту уақыты, с	60	60
Беріліс, Q, м ³ /ч	19,92	18,9
Ағын, Н, м	25,3	25,3
Қысым, р _н , Мпа	0,25	0,25
Электрқозғалтқышының кірісіндегі қуат, N _{эл} , кВт	3,0	3,0
Сорғының қуаты, N, кВт	3,0	3,0
Сорғының пайдалы қуаты, N _п , кВт	1,44	1,368
Сорғының ПӘК-ті, η	0,685	0,651

* Параметрлерді салыстыру үшін параметрлердің максималды мәндері таңдалады.

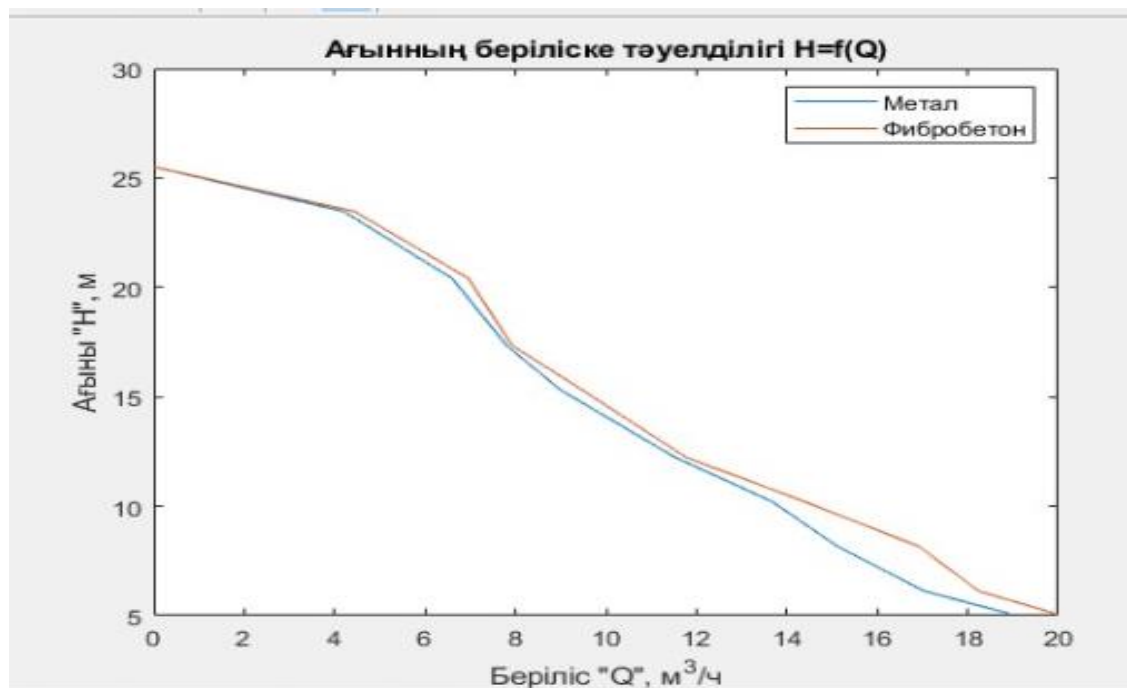
Алынған нәтижелер бойынша фибробетоннан және металдан жасалған ортадан тепкіш сорғының параметрлік көрсеткіштерінің салыстырмалы көрінісі MATLAB жүйесін пайдалу арқылы графикпен 19(а, ә, б) - суретте келтірілген.



23 Сурет - 1к 20/30 сорғысының сипаттамасы: пайдалы қуаттың беріліске тәуелділігі



24 Сурет - 1к 20/30 сорғысының сипаттамасы: ПӘК-тің беріліске тәуелділігі



25 Сурет - 1к 20/30 сорғысының сипаттамасы: Ағынның беріліске тәуелділігі

Сынақ нәтижелері фибробетоннан жасалған тұрқысы бар сорғының параметрлері сипаттамалары бойынша металл тұрқысы бар сорғыдан кем емес екенін көрсетеді. Сонымен қатар, сорғының өнімділігі мен тиімділігі сорғы тұрқысының тегіс ішкі бетіне байланысты 4-5% артады. Сондай-ақ, фибробетонды қолданған кезде дененің массасы 33,4% - ға азаяды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмыс барысында келесі тапсырмалар орындалды:

- сорғылардың, құбыр арматурасының, бақылау-өлшеу аспаптарының құрылысы туралы теориялық материал зерделенді, сондай-ақ сорғы мен желінің сипаттамаларын реттеу әдістері зерделенді;
- талап етілетін сипаттамаларға сәйкес қажетті материалдар мен жабдықтарды іріктеу жүргізілді;
- құбыржол бекіткішінің тораптары құрастырылды, сондай-ақ сорғы құрастырылды;
- сынақтар жүргізілді, содан кейін ортадан тепкіш сорғының алынған сипаттамалары зерттелді;
- стандарттарға сәйкес зертханалық стендті пайдалану қауіпсіздігі қамтамасыз етілді.

Өзірленген стенд қажетті техникалық сипаттамаларға ие. Қауіпсіз, басқаруға және жөндеуге оңай, стендтің ең маңызды сапасы-бұл сенімділік. Барлық осы параметрлерге компоненттерді сапалы таңдау және зертханалық стендті мұқият жинау арқылы қол жеткізілді. Әрбір құрылымдық элемент техникалық тұрғыдан да, экономикалық тұрғыдан да қарастырылды.

Осы жобаның үшінші кезеңі бойынша 2020 жылдың бірінші жартыжылдығында жүргізілген зерттеулер мынадай тұжырымдар жасауға мүмкіндік берді:

1. Зертханалық сынақтар фибробетоннан жасалған сорғылардың тұрқыларын ауыстырудың негізгі мүмкіндігін көрсетті. 3 күндік зертханалық сынақтар барысында жиналған корпус сорғының бастапқы құрылымымен, яғни болат корпусымен салыстырғанда бірдей техникалық сипаттамаларды көрсетті.

2. Өнеркәсіптік жағдайларда стендтік сынауды жүргізу үшін 1к20/30 электр сорғы қондырғысы зертханадан бөлшектелген және "ААМЖЗ" АҚ сынақ учаскесіне тасымалданған, онда сынақ стендіне қосылған. Өткізілген стендтік сынақтар фибробетоннан жасалған корпусы бар сорғының өміршеңдігін растау және оның сипаттамаларын сорғының бастапқы құрылымымен, яғни болат корпусымен салыстыру үшін жүргізіледі. Келесі нәтижелер алынды: беріліс – 0,00483 м³/сағ, сорғының ағыны - 29,35 м, сорғының қуаты – 3 кВт, массасы-20,3 кг. Сорғының корпусы сорғының осы түрімен толық қуатты қамтамасыз етті, бірақ массасы едәуір төмендеді – болат корпусы бар зауыттық құрылыста – 23,5 кг. Сонымен қатар, сорғының өнімділігі мен ПЭК-ті сорғы корпусының тегіс ішкі бетіне байланысты 4-5% артады. Сондай-ақ, фибробетонды қолданған кезде дененің массасы 17,5% - ға азаяды.

3. Жүргізілген жұмыстардың нәтижесінде біз фибробетоннан ортадан тепкіш сорғының корпусын алдық. Қазақстан Республикасында сорғылардың бірде-бір өндірушісі болмағандықтан, біз ААМЖЗ АҚ-ға (2019 жылы, тексеру актісі бар) коммерцияландыру мәселесіндегі әлеуетті әріптес және жетек редукторларын құюмен айналысатын ҚР-дағы жетекші кәсіпорын ретінде жүгіндік.

Жобаны іске асыру үшін қажетті зерттеу инфрақұрылымы бар: өндірістік алаңдар, заманауи зерттеу жабдықтары, ғылыми-техникалық ақпарат көздеріне қол жеткізілді.

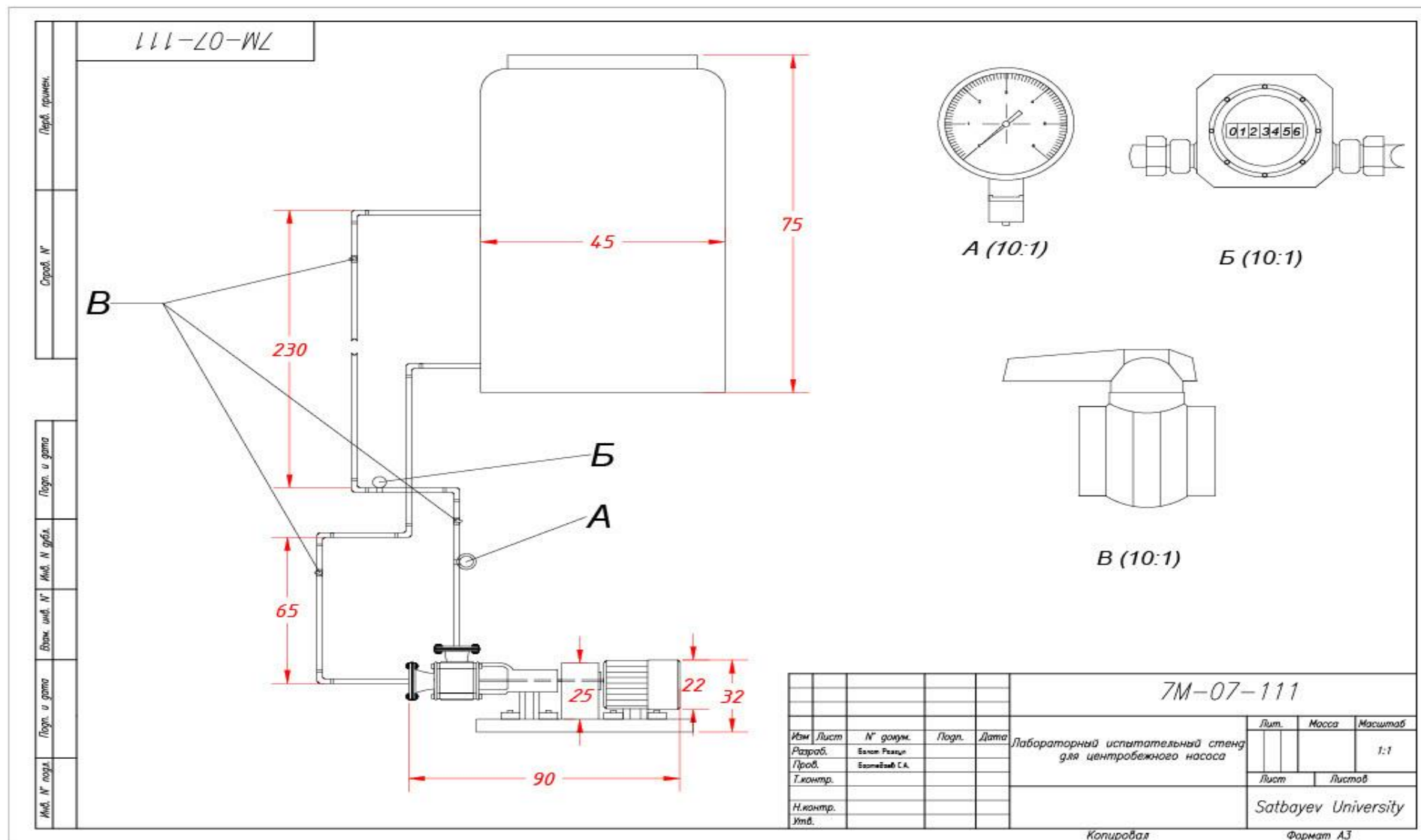
Жоба тапсырмаларын табысты іске асыру үшін тиісті инфрақұрылыммен жабдықталған зертханалық үй-жайлар (120 м²) бар.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Яременко О.В. Испытания насосов. - М.: Машиностроение, 1976. – 114 с.
2. Клюев А.В., Лесовик Р.В. Сталефибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках КМА для изгибаемых конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 14 – 16
3. К. К. Елемесов, С.А. Бортебаев, С. Т. Сыдыкбекова, А.Н. Утянов. Использование композиционных материалов для изготовления корпусов насосов. Вестник КазНУТУим. К.И.Сатпаева, №6 (130), Алматы, 2018. С.181-185.
4. API 610, 8 издание, Центробежные насосы для нефтяной, газовой промышленности и для работы в тяжелом режиме в химической промышленности American Petroleum Institute, 2002 - 240 с.
5. Насосы нефтяные магистральные и агрегаты электронасосные на их базе. Общие технические требования. –М.: ОАК «АК «Транснефть»», 2009 - 65 с
6. Голубев В.И. Монтаж испытания и эксплуатация гидроприводов - М: Изд-во МЭИ, 2000. - 132 с.
7. Studying fiber-reinforced concrete for casting housing parts of pumps. Krupnik, K. Yelemessov, D.Baskanbayeva
8. Использование композиционных материалов для изготовления корпусов насосов. Елемесов К.К., Садыкбекова С.Т., Утянов А.Н.
9. Динамические измерения и обработка экспериментальных данных при испытаниях гидросистем: учеб. пособие / М. С. Еаспаров, А. И. Крючков, А. Б. Прокофьев [и др.] - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. - 128 с.
10. API 610, 8 издание, Центробежные насосы для нефтяной, газовой промышленности и для работы в тяжелом режиме в химической промышленности American Petroleum Institute, 2002 - 240 с.
11. Межнякова А.В., Овчинников И.Г. Методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 8. С. 44-45.
12. ASTM C779/C779M-12 Standard test method for abrasion resistance of horizontal concrete surfaces. 2012. 6 p.
13. Москвин В.М., Иванов Ф.М., Алексеев С.Н., Гузеев Е.А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / под ред. В.М. Москвина. М. : Стройиздат, 1980. 536 с.
14. Маринин А.Н., Гарибов Р.Б., Овчинников И.Г. Сопротивление железобетонных конструкций воздействию хлоридной коррозии и карбонизации. Саратов : РАТА. 2008, 261 с.
15. Насосы нефтяные магистральные и агрегаты электронасосные на их базе. Общие технические требования. –М.: ОАК «АК «Транснефть»», 2009 - 65с.

16. Яременко О.В. Классификация и безразмерные показатели динамических насосов. М., ЦИНТИхимнефтемаш, 1976. 63 с.
17. Литвененко А. М. Стенд для испытаний насосов на бумажной массе. Труды ВНИИГидромаш. Вып. 43. М., 1969, с. 83-98
18. Золотарь А. И. Механизмы износа материалов в гидроабразивной среде. Труды ВНИИГидромаш. Вып. 43. М., 1972, с. 83-98.
19. Золотарь А. И., Аронов Э. Л., Леонидов Л. Д. О систематизации установок для исследования гидроабразивного износа материалов. Труды ВНИИГидромаш. Вып. 43. М., 1972, с. 146-154.
20. Перник А. Д. 21. Межнякова А.В., Овчинников И.Г. Методы оценки долговечности армированных конструкций при действии нагрузок и агрессивных сред // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 8. С. 44-45.
21. ASTM C779/C779M-12 Standard test method for abrasion resistance of horizontal concrete surfaces. 2012. 6 p.

Қосымша А



Р. Болат, С.А. Бортбаев

*Ғылыми жетекші – С.А. Бортбаев, Технологиялық машиналар және жабдықтар
кафедрасының сениор-лекторы, т.ғ.к.*

Satbayev University, Алматы, Қазақстан

bolatravgul@mail.ru

ОРТАДАН ТЕПКІШ СОРҒЫНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН СЫНАҚ СТЕНДІН ЖАСАУ

Аңдатпа. Мақалада ортадан тепкіш сорғының негізгі техникалық көрсеткіштері мен сипаттамаларын эксперимент жүзінде анықтауға арналған сынақ стенді ұсынылған. Сонымен қатар стендке қажетті жабдықтар мен өлшеу құралдарын тандау, оларды құрастыру реті мен стендтің жұмысы жайлы мәліметтер келтірілген.

Түйінді сөздер: ортадан тепкіш сорғы, фибробетон, корпус, сынақ стенді, сорғылық агрегат, манометр, шығынөлшегіш.

Қазіргі кезде Қазақстанда тау-кен және мұнай газ өнеркәсіптерінде сорғылық жабдықтарды қолдану кеңінен таралған. Сол себепті өндіріс тиімділігін арттыру жолында сорғылық қондырғылардың конструкциясы мен жұмысын жетілдіру маңызды шаралардың бірі болып есептеледі. Әдебиеттік талдау нәтижесі бойынша тау-кен саласында қолданылатын сорғылардың ішіндегі ең көп таралғаны – ортадан тепкіш сорғылар. Ортадан тепкіш сорғылардың конструкциясын жетілдіру мақсатында әлемдегі көптеген ғалымдар ғылыми-зерттеу жұмыстарын атқарып жатыр. Осыған сәйкес, ғалымдар мен өнеркәсіп мамандарының алдына қойылған басты міндеттер:

1. Сорғылық агрегаттарды жасап шығарудың жалпы техникалық деңгейін арттыру.
2. Сорғылық агрегаттардың шу және діріл деңгейін төмендету.
3. Сорғылық агрегаттардың жұмыс ресурсын және сенімділігін арттыру.
4. Сорғының ПӨК арттыру.
5. Сорғының кавитациялық сапасын арттыру.
6. Сорғы жұмысын реттеудің энергия үнемдеуші әдістерін ендіру.
7. Сорғылық агрегаттарды жаппай өндіруді игеру және олардың құнын арзандату.

Осы мәселелерді шешу үшін, әрине, ғылыми-зерттеу жұмыстары, оның ішінде эксперименттер жүргізілуі тиіс. Экспреименттік жұмыстарды атқару үшін сорғы сипаттамаларын сынақ стендтерінде жүргізу тиімді болып саналады. Сынақ стендтерін тікелей өндіріс орындарында немесе зертханалық жағдайда дайындауға болады. Сәтбаев университетінің «Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасында ортадан тепкіш сорғы корпусын композитті материалдан (фибробетоннан) жасау бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстары атқарылып жатыр. Металдан жасалған корпусты фибробетонмен ауыстыру арқылы сорғының өзіндік құнын азайтуға болады. Бұл дегеніміз жоғарыда келтірілген әлемдік ғалымдардың алға қойған басты міндеттердің бірі. Осыған байланысты, фибробетонды корпусты сорғының жұмыс істеу қабілетін тескеру үшін сынақ стендін дайындау қажеттігі туындап отыр [1-2].

Дайындалған сынақ стенді ортадан тепкіш сорғының екі нұсқасының сипаттамаларын зерттеуге арналған:

- фибробетонды корпусты ортадан тепкіш сорғы;
- металл корпусты (бастапқы қалпы) ортадан тепкіш сорғы.

Дайындалған стенд сорғылық агрегатпен келесі сынақтарды орындауға мүмкіндік береді:

1. Сорғылық агрегаттың қалыпты жағдайдағы сынақ түрі (сорғының барлық жұмыс режимі аралықтарында арындық және қуаттылық сипаттамаларды өлшеу және ПӘК анықтау).

2. Сорғылық агрегаттың дірілдік сипаттамасын және шу деңгейін өлшеу.

Эксперимент өткізуге арналған сынақ стендінің құрамына келесі жабдықтар мен өлшеу аспаптары кіреді:

- сорғылық қондырғы (ортадан тепкіш сорғы мен қысқа тұйықталған роторлы асинхронды электрқозғалтқыштан тұрады);

- өлшеу аспаптары (қысым өлшеуге арналған манометр, сорғы берісін анықтауға арналған шығынөлшегіш, тоқтық сипаттамаларды өлшегіштер);

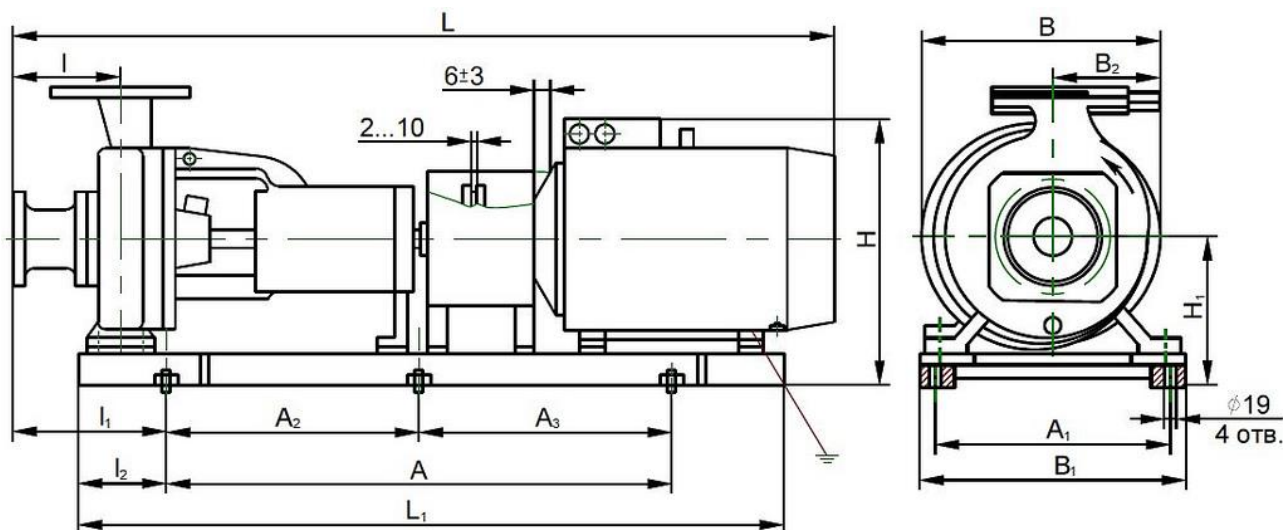
- айналымдағы суға арналған ыдыс (резервуар) (200 литр);

- сорғылық қондырғы жұмысын басқаруға арналған крандар;

- сорғы мен резервуарды жалғастырып тұратын пластик құбыржолдар.

Өлшеу дәлдігі тағайындалған талаптарға сай болуы қажет.

Сынақ стендтің негізгі бөлігі консольды типті 1к 20/30 ортадан тепкіш сорғысы суды немесе судың тығыздығына жақын сұйықтықтарды айдауға арналған сорғы, ол асинхронды электрқозғалтқышпен жабдықталған. Сорғылық агрегаттың сұлбасы 1-суретте келтірілген.



Сурет 1. Сорғылық агрегаттың сұлбасы

Мұндай типті сорғылар – ортадан тепкіш, көлденең орналасқан, консольды, білігі сальникті немесе бүйірлі нығыздалған [3,4].

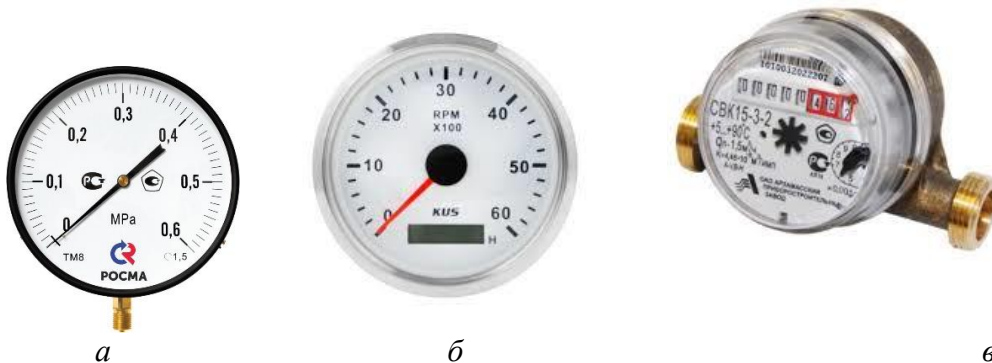
Сорғы корпусы шойыннан құйылған, шығатын және кіретін патрубкторы, шиыршықты-сақиналы бұрмасы және табандары бар. Кіретін патрубок айналу өсінің жазықтығында орналасқан. Кафедраның ғылыми қызметкерлері осы корпусстың композиттік материалдан – фибробетоннан жасалған нұсқасын дайындады. Сорғы корпусын фибробетон материалдан жасау материалық шығындарды едәуір азайтып, сорғының салмағын азайтады және құнын арзандатуға мүмкіндік береді. Осы жасалып жатқан стенд екі нұсқадағы, яғни фибробетонды корпус пен шойын корпусы сорғымен эксперименттік жұмыстар өткізіп, екеуінің параметрлеріне салыстырмалы талдау жүргізу жоспарланып отыр. Сондықтан екі нұсқада өтетін тәжірибе бірдей жағдайда өтуі тиіс. Алдымен фибробетонды корпуспен тәжірибе өткізіліп барлық параметрлері жазылып алынады да одан кейін сорғыны бөлшектеп бұзып шойын корпусы орнатып жинақтайды. Сорғылық агрегаттың басқа бөліктері

ешқандай өзгеріске ұшырамайды. Ортадан тепкіш сорғының негізгі сипаттамалары 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. 1к 20/30 ортадан тепкіш сорғысының техникалық сипаттамасы

№	Сорғының негізгі параметрлері	Мәндері
1	Сорғының берісі, м ³ /сағ.	20
2	Арыны, м	30
3	Айналу жиілігі, айн/мин	2900
4	Тұтынатын қуаты, кВт	3,5

Ортадан тепкіш сорғының негізгі параметрлерін зерттеу үшін сынақ стенді өлшеу аспаптарымен жабдықталуы тиіс. Ең басты параметрлер артық қысым мен судың шығыны. Оларды өлшеу үшін айдау құбыржолының бөлігіне манометр (0,6 МПа) мен су шығынын өлшегіш орнатылған. Стендтің жұмысын қамтамасыз ететін құбыржолдарға диаметрі 20 мм. пластик құбырлар таңдап алынды, оларды бір бірімен жалғау үшін муфталар мен фитингтер қолданылды, сұйықтыққа арналған резервуар 3,5 м. биіктікте ғимараттың екінші қабатына орналастырылды. Стенд жұмысын басқару үшін төрт жерден шарлы кран қойылды, оның екеуі айдау желісіне, екеуі ағызу желісіне. Пластик құбырлардың бір-бірімен жалғастырылуы пластикқұбырларды пісіру аппаратымен жүзеге асырылды. Стендтегі өлшеу аспаптарының құбыржолдарға орналасуы 2-суретте көрсетілген.



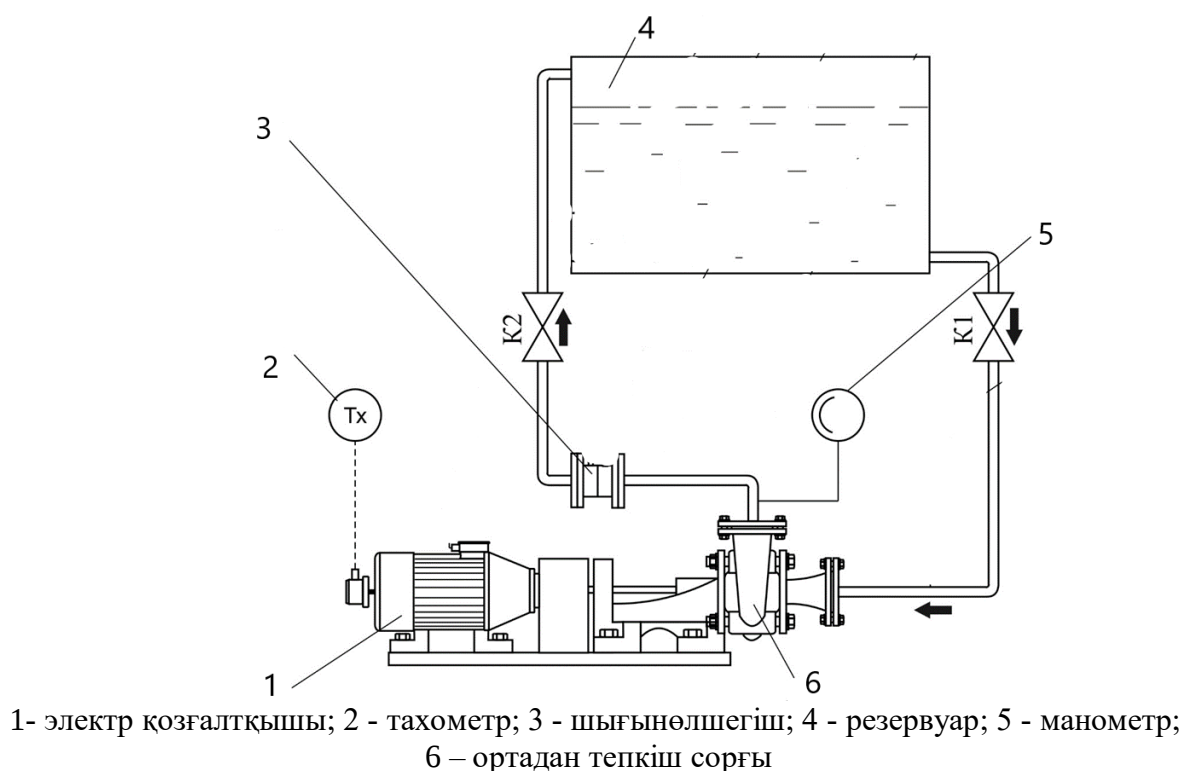
а – қысым өлшегіш манометр; б – шығын өлшегіш; в - тахометр

Сурет 2. Сынақ стендінің өлшеу аспаптары

Сонымен қатар стендте электрқозғалтқыштың тоқтық сипаттамаларын (ток пен кернеу шамасын) өлшеуге арналған құралдар да қажеттілігіне қарай қолданылады. Қозғалтқыштың айналу жиілігін өлшеу үшін тахометр қолданылады.

Сынақ стендінің принциптік сұлбасы 3-суретте келтірілген. Сынақты жүргізу мақсатына қарай сұлбадағы кейбір өлшеу аспаптарымен қосымша жабдықталуы мүмкін, мысалы сорғының жұмыс істеу барысындағы шу деңгейі мен дірілді өлшеу үшін дірілөлшегіш (виброметр) жабдықтап параметрлерді анықтауға болады. Біздің жағдайда фибробетон корпустың әртүрлі сорғы режимінде жұмыс істей алу қабілетін тексеріп көру болғандықтан

виброметр қажет болмайды. Сондай-ақ сорғы қозғалтқышының тоқтық сипаттамаларын өлшеу үшін қосымша аспаптарды пайдалануға болады.



Сурет 3. Сынақ стендінің принциптік сұлбасы

Айналым тізбегі жеткізу резервуарынан 4, K1 клапаны бар кіріс құбырынан, K2 клапаны бар шығару құбырынан тұрады. Су резервуардан 4 сору құбыры арқылы K1 клапаны арқылы сорғыға 6 түседі, одан әрі жұмысшы дөңгелекке өтіп, қысым құбырына түседі, шығынөлшегіш 3 арқылы өтіп, K2 клапаны арқылы резервуарға оралады [5].

Сорғылық қондырғының құрастырылғаннан кейінгі жалпы көрінісі 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4. Сорғылық қондырғының жалпы көрінісі

Әдебиеттер:

1. Ключев А.В., Лесовик Р.В. Сталефибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках КМА для изгибаемых конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 14 – 16
2. К. К. Елемесов, С.А. Бортебаев, С. Т. Сыдыкбекова, А.Н. Утянов. Использование композиционных материалов для изготовления корпусов насосов. Вестник КазННТУ им. К.И.Сатпаева, №6 (130), Алматы, 2018. С.181-185.
3. API 610, 8 издание, Центробежные насосы для нефтяной, газовой промышленности и для работы в тяжелом режиме в химической промышленности American Petroleum Institute, 2002 - 240 с.
4. Яременко О.В. Испытания насосов. - М.: Машиностроение, 1976. – 114 с.
5. Насосы нефтяные магистральные и агрегаты электронасосные на их базе. Общие технические требования. –М.: ОАК «АК «Транснефть»», 2009 - 65 с

Р. Болат, С.А. Бортебаев

Разработка испытательного стенда для исследования параметров центробежного насоса

Аннотация. В статье предложен испытательный стенд для экспериментального определения основных параметров и характеристик центробежного насоса. Также представлены сведения о подборе необходимого оборудования, измерительных приборов, о порядке сборки и о работе стенда.

Ключевые слова: центробежный насос, фибробетон, корпус, испытательный стенд, насосный агрегат, манометр, расходомер.

R. Bolat, S.A. Bortebaev

Development of a test bench for studying the parameters of a centrifugal pump

Annotation. The article offers a test bench for the experimental determination of the main parameters and characteristics of a centrifugal pump. Information is also provided on the selection of necessary equipment, measuring instruments, on the assembly procedure and on the operation of the stand.

Keywords: centrifugal pump, fiber-reinforced concrete, casing, test bench, pump unit, pressure gauge, flow meter

Қосымша Б

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

«Технологиялық машиналар, көлік және логистика» кафедрасы

**Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу
әдістемесі**

ЖОБА

Алматы 2021

1 НЕГІЗГІ ЕРЕЖЕЛЕР

1.1 Осы Нұсқаулық " динамикалық сорғылар. Сынау әдістері " / ИСО 9906:1999 (MOD) / ГОСТ 6134 — 87 " Динамикалық сорғылар. Сынау әдістері" талаптарына сәйкес әзірленген.

1.2 Әдістемелік нұсқаулықтың мақсаты техникалық мамандық студенттеріне ортадан тепкіш сорғының параметрлерін анықтауға арналған сынақ жүргізуге, сынақ хаттамасын рәсімдеу және қорғау дағдыларын меңгеруге көмек көрсету болып табылады.

1.3 Сорғыларды сынаудың мақсаты мен көлеміне байланысты әртүрлі мақсаттағы сынақ стендтерін құрастырады және пайдаланады:

- зауыттық сынақ стендтері;
- өнеркәсіптік сынақ стендтері;
- ресурстық сынақ стендтері және жекелеген элементтерді зерттеуге арналған арнайы стендтер;
- модельдік сынақтар мен ғылыми-зерттеу жұмыстарының стендтері.

2 ЗЕРТХАНАЛЫҚ СЫНАҚ СТЕНДІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

2.1 фибробетоннан жасалған корпусы бар 1к 20/30 типті ортадан тепкіш сорғының

2.2 көлемі 200 л пластиктен жасалған резервуар

2.3 берілетін сұйықтық қысымын өлшеуге арналған осьтік манометр 6 бар G1/4 маркалы манометр

2.4 гидроциклон арқылы айдалатын сұйықтықтың шығын өлшегіші 1/2 суық. «ZENNER»

2.5 шламды тиеу бункері

2.6 сұйықтық ағынын басқару крандары мен полипропилен құбыры;

3 ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ ТӘРТІБІ

3.1 K1 клапанын толығымен ашып, K2 клапанын жеткізу және шығару құбырларында жабық күйде қалдырыңыз. Сорғы сумен толтырылады. Электр қозғалтқышының іске қосу моментінің ең жоғары мәні бар екенін ескеру қажет. Электр қозғалтқышының шамадан тыс жүктелуіне жол бермеу үшін оны іске қосу K2 клапаны толық жабылған кезде жүргізілуі тиіс. Бұл жағдайда сорғы тұтынатын қуат ең аз болады, ал өнімділік $Q = 0$ болады.

3.2 Берілген тапсырмаға сәйкес құбырдың параметрлерін және су температурасының мәнін орнатыңыз.

3.3 Ваттметр, амперметр, тахометр көрсеткіштерін бақылап, сорғыны іске қосыңыз. Бастапқы токтың I мәні жазылады.

3.4 2 минуттан кейін іске қосу кезеңі аяқталды және сорғының жұмыс режимі орнатылды деп санауға болады.

3.5 Сорғы жұмыс істеп тұрған кезде құрылғылардың көрсеткіштерін бақылаңыз: манометр, шығын өлшегіш, қайталама құрылғы, амперметр, вольтметр және тахометр. Аспаптар көрсеткіштерінің күрт өзгеруі сорғының қалыпты жұмысын көрсетеді.

Өлшеулерді орындау

3.6 Бірінші өлшеуді K2 клапаны жабық болған кезде алып тастау керек, бұл ретте $Q = 0$

3.7 Келесі өлшеулерді K2 клапанының бірнеше аралық жағдайында алып тастау керек. K2 клапаны толығымен ашылған кезде соңғы өлшеу алынады. Өлшеулердің жалпы саны 5...10 болуы керек.

3.8 Әрбір өлшеу кезінде төмендегі аспаптардың көрсеткіштерін жазу керек:

- сорғының шығуындағы қысым p_n (манометр бойынша);
- су көлемінің W шығын өлшегіш арқылы өту уақыты t (көлемі W қолданылу керек, мысалы, $W = 0,01 \text{ м}^3$ (10 дм³)).
- электрқозғалтқышына берілетін қуат $N_{эл}$, (ваттметр бойынша) (қуатты анықтау кезінде ваттметрдің көрсеткішін көбейту керек 100, сонда біз ваттта қуат аламыз).

3.9 Сорғыны тоқтату

- К2 клапанын толығымен жабыңыз
- Сорғыны тоқтатыңыз
- К1 клапанын толығымен жабыңыз
- Стендті өшіріңіз

4 ТЕОРИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРДІ ОРЫНДАУ ТӘРТІБІ

4.1 Ортадан тепкіш сорғыны сынау кезінде қозғалтқыштың берілген тұрақты айналымдары кезінде оның берілісін, қысымын, қуатын және ПӘК-ін анықтайды.

4.2 Төменде келтірілген және сипатталған формулалар бойынша есептеулер жүргізу арқылы сынақ есебін толтырыңыз.

Сорғының берілісі тең:

$$Q = \frac{W}{t}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Сорғының қуаты тең болады:

$$N = N_{эл} \cdot \eta_{эл}, \text{ кВт}$$

мұндағы $\eta_{эл}$ – ПӘК электрқозғалтқыштың (тұрақты, тең болады 0,7).

Сорғының ағынын төмендегі формуламен анықтаймыз:

$$H = \frac{P_n}{\rho \cdot g}, \text{ м}$$

Сорғының пайдалы қуаты:

$$N_{п} = P_n \cdot Q, \text{ кВт}$$

Сорғының ПӘК-ті тең болады:

$$\eta = \frac{N_{п}}{N}$$

Сынақ нәтижелерін өңдеу

4.3 Жоғарыда келтірілген және сипатталған формулалар бойынша есептеулер жүргізу арқылы сынақ есебін толтырылады

4.4 Жоғарыда келтірілген әдістеме бойынша сорғының негізгі параметрлері анықталды және есептеу нәтижелері кестелерге енгізілді, содан кейін мәндерге сәйкес сорғының жұмыс сипаттамалары құрылды: $H = f(Q)$, $N = f(Q)$, $\eta = f(Q)$ сорғының фибробетон мен металл тұрқысының салыстырмалы сипаттамаларын келтіреміз

5 ЕСЕПТІ РӘСІМДЕУ МЕН ҚОРҒАУҒА ҚОЙЫЛАТЫН НЕГІЗГІ ТАЛАПТАР

5.1 Есеп орталықтан тепкіш сорғыны сынау хаттамасы түрінде орындалады, онда мыналар болуы тиіс:

- тәжірибе және есептеу нәтижелері кезінде түсірілген құрылғылардың көрсеткіштері бар толық толтырылған сынақ хаттамасы;
- сорғының құрастырылған сипаттамалары және оның жұмысының белгілі бір оңтайлы параметрлері;
- сорғының техникалық жағдайын оның жұмысының оңтайлы жұмыс режимін таңдау бойынша ұсыныстармен талдау.

Магистрант Болат Разгүлдің магистрлік диссертациясына

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ
ПІКІРІ**

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы

Диссертация тақырыбы:

«Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу
стендін және әдістемесін әзірлеу»

Диссертациялық жұмыс жаңа материал – фибробетонды ортадан текіш
сорғының тұрқын жасауға қолдану мүмкіндігін тексеруге арналған.

Алға қойылған мақсатқа жету үшін магистрант фибробетоннан құйылған
сорғы тұрқының беріктігін сынауға арналған стендтер жасады.

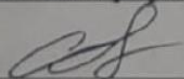
Жұмысты орындау барысында диссертант Болат Разгүл ғылыми
зерттеулердің негіздерін меңгергенін, зерттеулердің мақсаты мен міндеттерін
дұрыс анықтай алатынын, әдеби және патенттік дереккөздерге шолу жасай
және талдау жүргізе алатынын, эксперименттерді қою әдістемесін қолдана
алатынын және алынған деректерді өңдеу әдістемесін білетінін көрсетті.

Диссертациялық жұмыста теориялық және эксперименттік мәліметтерді
талдау негізінде композиттік материал фибробетон ортадан тепкіш сорғының
көрсеткіштеріне әсер етуінің өзгеру заңдылықтары анықталды, болаттан
жасалған сорғы тұрқысын фибробетонға ауыстыру ұсынылған. Ортадан тепкіш
сорғының ПӘК-ті, пайдалы қуаты және ағыны артады. Жұмыс ғылыми
қызығушылық тудырады және оны практикалық мақсаттарда пайдалануға
болады.

Жалпы алғанда Болат Разгүлдің магистрлік диссертациясы жоғары ғылыми
деңгейде орындалған және магистрлік диссертацияларға қойылатын барлық
талаптарға сәйкес келеді, ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы бар.

Жоғарыда баяндалғандарға сәйкес диссертациялық жұмысты Мемлекеттік
аттестаттау комиссиясында қорғауға ұсынамын және оның авторы Болат
Разгүл 7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы білім
беру бағдарламасы бойынша техника ғылымдарының магистрі академиялық
дәрежесіне лайық деп санаймын.

Ғылыми жетекші
тех. ғыл. кандидаты,
ассистент-профессор



Бортебаев С.А.

«19» 06 2021 ж.

ПІКІР

Болат Разгулдің «Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу стендін және әдістемесін әзірлеу» тақырыбындағы магистрлік диссертациясына

Дайындау бағыты: 7М07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы

Жұмыстың мақсаты. «Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу стендін және әдістемесін әзірлеу» магистрлік диссертациясы кен-металлургия кешені кәсіпорындарындағы ортадан тепкіш сорғылардың тұрқысы үшін фибробетон материалын қолдану мүмкіндігін тексеру және оның беріктігін бағалауға арналған сынақ стенді мен әдістемесін әзірлеу болып табылады.

Жұмыстың өзектілігі. Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарда (ҒЗТҚЖ) заттай-стендтік сынақтарға ерекше орын беріледі. Олар жаңа өнімдерді жобалау процесін біршама ұзартып, қымбаттатқанына қарамастан, мұндай сынақтар инженерлік шешімдердің оңтайлылығына, сенімділіктің жоғары деңгейіне кепілдік береді. Осы сынақтардың негізінде олардың конструкциясы және пайдалану тәсілдері бойынша негізделген шешімдер қабылданады. Жабдықтарды шығаруға қолданылатын құны арзан материалдардың сипаттамаларын зерттеу әдістемелері мен сынақ стендтерін әзірлеуге арналған зерттеу жұмыстары қазіргі таңда өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жұмыстың қысқаша сипаттамасы. Диссертациялық жұмыс магистрлік диссертацияларға қойылатын талаптарға сәйкес орындалған және келесі бөлімдерден тұрады:

Кіріспе және 4 негізгі бөлім, атап айтқанда:

- 1 Сорғыларды сынақтан өткізу және сынақ стендтері.
- 2 Ортадан тепкіш сорғы параметрлерін анықтауға арналған сынақ стендін құрастыру.
- 3 Ортадан тепкіш сорғының тұрқысын сынақтан өткізу.
- 4 Сынақ стендінде эксперимент өткізу және алынған нәтижелерді өңдеу.

Диссертацияның бөлімдері іштей тығыз байланысқан ие және бірін-бірі логикалық түрде толықтырады. Диссертацияда жаңа ғылыми негізделген нәтижелер бар, оларды қолдану ортадан тепкіш сорғы тұрқысын сынау стендтерінің конструкциясын жасау теориясы мен практикасына айтарлықтай үлес қосатыны сөзсіз. Стенд технологиялық тұрғыдан қауіпсіз, қарапайым дизайнға ие, сонымен қатар экономикалық тұрғыдан тиімді.

Жұмыс - бұл толық ғылыми жұмыс болып табылады, онда теориялық және эксперименттік мәліметтерді талдау негізінде композиттік материал фибробетон ортадан тепкіш сорғының көрсеткіштеріне әсер етуінің өзгеру заңдылықтары анықталды, болаттан жасалған сорғы тұрқысын фибробетонға ауыстыру ұсынылған. Ортадан тепкіш сорғының ПӘК-ті, пайдалы қуаты және

ағыны артады. Жұмыс ғылыми қызығушылық тудырады және оны практикалық мақсаттарда пайдалануға болады.

Кемшіліктер мен ұсыныстар.

1. Сорғы тұрқын гидроағынды сынақтан өткізуде абразивті материалдың сипаттамасы анықталмаған және әртүрлі абразивті материалдармен сынауға болатын еді.

2. Гидроағынды сынау барысында металл тұрқымен салыстырғанда фибробетон тұрқы көбірек салмақ жоғалтатыны анықталды. Соған қарамастан автор фибробетон тұрқыны пайдалануды ұсынады.

ЖҰМЫСТЫ БАҒАЛАУ

Жоғарыда көрсетілген кемшіліктер магистрлік жұмыстың құндылығын төмендетпейді. Жалпы алғанда Болат Разгүлдің магистрлік диссертациясы жоғары ғылыми деңгейде орындалған және барлық қойылған талаптарға сәйкес келеді, ғылыми жаңалығы мен практикалық маңыздылығы бар. Диссертант ғылыми зерттеулердің негіздерін меңгергенін, зерттеулердің мақсаты мен міндеттерін дұрыс анықтай алатынын, әдеби және патенттік дереккөздерге шолу жасай және талдау жүргізе алатынын, эксперименттерді қою әдістемесін қолдана алатынын және алынған деректерді өңдеу әдістемесін білетінін көрсетті.

Магистрлік диссертация өте жоғары деңгейде орындалған, ал оның авторы Болат Разгүл «Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы» дайындау бағыты бойынша «Техника ғылымдарының магистрі» академиялық дәрежесін беруге лайық деп санаймын.

Пікір беруші

ҚазКЖУ оқу істері жөніндегі проректоры
тех. ғыл. докторы, профессор



А.Тұрдалиев

2021 ж.

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: Болат Р.

Название: «Фибробетоннан жасалған сорғы тұрқыларының беріктігін зерттеу стендін және әдістемесін әзірлеу»

Координатор: Сайын Бортөбаев

Коэффициент подобия 1:0.1

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:37

Интервалы:0

Микропробелы:9

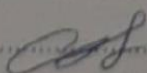
Белые знаки:0

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:

В связи с отсутствием признаков
плагиата работа признается самостоя-
тельной.



18.06.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

В связи с отсутствием признаков
плагиата работа допускается к защите

19.06.2021



Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

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: Болат Р.

Название: «Фибробетоннан жасалған сорлы тірмелерінің беріктігін зерттеу стөндін және әдістемесін әзірлеу»

Координатор: Сайын Бөртебаев

Коэффициент подобия 10.1

Коэффициент подобия 20

Замена букв: 37

Интервалы: 0

Микропробелы: 9

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 отсутствию 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:

В работе отсутствуют признаки плагиата. В связи с тем работа допускается к защите

Дата 19.06.2021

С.Б. Бөртебаев

Подпись Научного руководителя

