

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.К. Басенов атындағы сәулет, құрылыс және энергетика институты

Инженерлік жүйелер және желілер кафедрасы

Қазыбай Аружан Имантақызы

Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Мамандығы 5В080500 – Су ресурстары және суды пайдалану

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.К. Басенов атындағы сәулет, құрылыс және энергетика институты

Инженерлік жүйелер және желілер кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Инженерлік жүйелер және желілер  
кафедрасы меңгерушісі

техн.ғылым.канд., ассоц проф.

Алимова К.К.

« 14 » 05 2019 ж.

## ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: “Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу”

Мамандығы 5B080500 – Су ресурстары және суды пайдалану

Орындаған

Қазыбай А. И.

Ғылыми жетекші

техн.ғылым.канд., профессор

К.Т.Оспанов

« 14 » 05 2019 ж.

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Т.К. Басенов атындағы сәулет, құрылыс және энергетика институты

Инженерлік жүйелер және желілер кафедрасы

5B080500 – Су ресурстары және суды пайдалану

**БЕКІТЕМІН**

Инженерлік жүйелер және желілер  
кафедрасы меңгерушісі

техн. ғылым. канд., ассоц проф.

 Алимова К.К.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы *Қазыбай Аружан Имантақызы*

Тақырыбы: *Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу*

Университет Ректорының 2018 жылғы «30» қазан, № 1210-б бұйрығымен  
бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2019 жылғы «30» сәуір

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: *дипломға дейінгі өндірістік практикадан жиналған материалдар фондылық мәліметтерден алынды.*

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Су құбыры торабының сенімділігін зерттеулерге шолу;*
- б) Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері;*
- в) Құбырларды пайдаланудың техника-экономикалық көрсеткіштері.*

Сызба материалдар тізімі:

- 1. Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу моделі;*
- 2. Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері (кестелер, графигтер);*
- 3. Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері (кестелер, графигтер);*
- 4. Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері (кестелер, графигтер);*
- 5. Техника-экономикалық көрсеткіштер.*




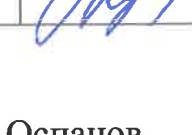
Сызба материалдарының \_\_\_\_\_ слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 20 атаудан тұрады

**Дипломдық жұмысты дайындау  
КЕСТЕСІ**

Бөлім атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Су құбыры торабының сенімділігін зерттеулерге шолу	12.02.19ж.- 30.03.19ж.	
Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері	01.04.19ж.- 16.04.19ж.	
Жоба алдындағы талдау (экономика) бөлімі	16.04.19ж. - 30.04.19ж.	

**Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған  
Қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер	Қол қойылған күні	Қолы
Су құбыры торабының сенімділігін зерттеулерге шолу	Қ.Т.Оспанов техн.ғылым.канд., проф.	22.02	
Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері	Қ.Т.Оспанов техн.ғылым.канд., проф.	28.03	
Жоба алдындағы талдау (экономика) бөлімі	Қ.Т.Оспанов техн.ғылым.канд., проф.	30.04	
Нормалық бақылаушы	Э.М.Көлдеева PhD докторы, лектор	09.05	

Ғылыми жетекшісі



Қ.Т.Оспанов

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Қазыбай А. И.

Күні

« 12 » айынан 2019 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жұмыста Ақтөбе қаласы су құбыры торабы туралы, қолданыстағы құбырлардың жарамдылық мерзімі, бірнеше материалдардан жасалған құбырларды салыстыру, диаметрлері мен ұзындығы бойынша сенімділігін тексеру жұмыстары графикалық түрде көрсетіледі. Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу жұмыстары, құбырлардың сенімділігін зерттеу үшін математикалық модельдеу тәсілін пайдалану туралы ақпараттар беріледі. Су құбыры торабының статистикалық зерттеу нәтижелері және шығарылған нәтиже бойынша құбырлардың жарамдылығы, қандай құбырлар ұзақ қызмет ететіндігі, істен шығудың қандай себептерден пайда болатындығы көрсетіледі. Құбырларды пайдаланудың техникo-экономикалық көрсеткіштері қарастырылады.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломной работе рассматривается водопроводная сеть города Актобе, срок годности существующих трубопроводов, графически указываются работы по проверке надежности по диаметрам и длине трубопроводов из нескольких материалов. Рассматриваются работы изучения надежности водопроводных сетей города Актобе, для изучения надежности трубопроводов, представляется информация об использовании методов математического моделирования. По результатам статистического обследования водопроводной сети и выводу результатов указывается срок службы трубопроводов, долговечность труб, и по каким причинам возникнет отказ. Рассматриваются технико-экономические показатели эксплуатации трубопроводов.

## **ANNOTATION**

The thesis discusses the water supply network of Aktobe, the shelf life of existing pipelines, graphically indicate the work to verify the reliability of the diameters and length of pipelines made of several materials. The work of studying the reliability of water supply networks in Aktobe, to study the reliability of pipelines, provides information on the use of mathematical modeling methods. According to the results of the statistical survey of the water supply network and the conclusion of the results indicate the service life of pipelines, the durability of pipes, and for what reasons there will be a failure. Examines the technical and economic indicators of operation of the pipelines.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
1	Су құбыры торабының сенімділігін зерттеулерге шолу	7
1.1	Су құбыры торабының сенімділігі проблемалары бойынша зерттеулер	7
1.2	Су құбыры торабының сенімділігін математикалық моделдеу көрсеткіштері	10
2	Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері	15
2.1	Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сипаттамасы	16
2.2	Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін статистикалық зерттеу	16
3	Сумен жабдықтаудың сыртқы желілерінде әртүрлі материалдардан жасалған құбырларды қолданудың техникалық-экономикалық негіздемесі (ПВХ, ШГБШ, ПЭ)	25
	Қортынды	27
	Пайдаланылған әдебиеттер	28
	А Қосымша	30
	Б Қосымша	32

## КІРІСПЕ

**Тақырыптың өзектілігі.** Соңғы уақытта адамдардың өміріне қауіп төндіретін және ел экономикасына зиян келтіретін техногендік апаттар санының өсуі байқалады. Апаттардың салдарын жою үшін елеулі материалдық және еңбек ресурстарын тарту талап етіледі. Апатты болдырмау немесе алдын алу үшін барлық инженерлік құрылыстардың, атап айтқанда халықтың тыныс-тіршілігін қамтамасыз ету жүйесінің құрамына кіретін инженерлік желілердің ағымдағы жай-күйін үнемі қадағалау (сәйкестендіру және тиісті деңгейде ұстау) қажет. Жай-күйді бағалау проблемасы ұзақ пайдалану және жоғары тозу жағдайында су тарату желісін пайдалану кезінде ерекше өзектілікке ие болады, онда ол экологиялық апаттың туындау қаупіне де, тұтастай алғанда сумен жабдықтау жүйесі жұмысының тұрақтылығына, сенімділігі мен тиімділігіне де әсер етеді.

Соңғы жылдары зақымдану санының артуы, асфальтбетонды жабынды ашумен авариялық-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу қажеттілігі, жекелеген учаскелер мен жалпы барлық желінің техникалық тозуының өсуі, қала инфрақұрылымының қанықтығының артуы және басқа да себептер салдарынан су тарату желісін пайдалану жағдайлары күрделенеді. Су тарату желісін мұндай пайдалану сумен жабдықтау кәсіпорнынан қосымша қаржылық, материалдық және еңбек шығындарын талап етеді, ал желі тұтынушылары қосымша тұрмыстық қолайсыздықтарға ұшырайды.

Су тарату желісін қайта жаңарту жұмыстарын жүргізу үшін сумен жабдықтау кәсіпорындарын қаржыландырудың қазіргі жүйесі үлкен капитал салымдарын көздемейді. Сондықтан зерттеушілердің елеулі шығындарды талап етпейтін және жалпы су тарату желісінің немесе оның жекелеген учаскелерінің қызмет мерзімін ұзартуға қабілетті жасырын резервтерді тартуға бағытталған күш-жігері толық ақталған. Осындай резервтердің бірі сараптама жүйесін құру болып табылады, ол:

- қайта жаңарту жұмыстарын жүргізу үшін құбырдың бірінші кезектегі учаскелерін таңдауды жоспарлау;
- таңдалған учаскені қайта жаңарту тәсілін таңдау;
- ресурстарды шектеу жағдайында қайта жаңарту жұмыстарының кестесін жасау.

Осы дипломдық жұмыстың нәтижесі бойынша «Ісденіс» журналының 188 бетінде ғылыми мақала жарық көрді.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** Ақтөбе қаласы су құбыры желісінің сенімділігін, құбырлардың жарамдылығын зерттеу.

**Міндеттері:** Құбырлардың жұмыс істеу мерзімін математикалық модельдеу арқылы тексеруді қолданысқа енгізу.

**Зерттеу объектісі:** Ақтөбе қаласы су құбыры желісі

**Зерттеу әдістері:** Математикалық модельдеу, статистикалық зерттеу.

**Практика өту базасы:** «Ақбұлақ» АҚ

## **1 Су құбыры торабының сенімділігін зерттеулерге шолу**

### **1.1 Су құбыры торабының сенімділігі проблемалары бойынша зерттеулер**

Қалаларды сумен жабдықтау жүйелері өзінің жұмыс істеу ерекшелігі және мақсаты бойынша жаппай қызмет көрсетудің күрделі техникалық жүйелеріне жатады. Күрделі техникалық жүйелерді құру мен пайдаланудың қазіргі заманғы инженерлік әдістері олардың сенімділігін талдау мен синтездеудің сандық әдістерін белсенді тартуға негізделген, өйткені бұл тек қана пайдалануда ұтымды жобаланған жүйелерді құруды қамтамасыз ете алады.

Сумен жабдықтау жүйелерінің ерекшеліктерінің қатарына тұтынушыларға берілетін суды шоғырландыру жолымен (сыйымдылықтарды құру есебінен) сенімділікті арттыру мүмкіндігін жатқызуға болады.

Сумен жабдықтау жүйесінің сенімділігі деп белгілі бір жұмыс істеу жағдайларында берілген көлемде берілген функцияларды орындау қасиеті түсініледі. Сумен жабдықтау жүйесінің функциясы тұтынушыларды қажетті мөлшерде және талап етілетін сапада қажетті арынмен үздіксіз сумен жабдықтау, сондай-ақ адамдар мен қоршаған орта үшін қауіпті жағдайларға жол бермеу болып табылады. Сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігі кешенді сипат болып табылады, ол жүйеге қызмет көрсетуге және жүйенің мақсатына байланысты бірнеше мынадай бірлі-жарым қасиеттерді қамтуы мүмкін: тоқтаусыз, ұзақ жұмыс жасауы, жөндеуге жарамдылығы, сақталуы, режимдік басқарылуы, өміршеңдігі және қауіпсіздігі.

Сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігі су құбыры құрылыстарының (су көзінен тұтынушыға дейін) барлық «тізбегінің» сенімділігін кешенді қарау және бағалау және олардың бірлескен жұмыстағы рөлін есепке алу нәтижесінде ғана анықталуы мүмкін.

«Функциялардың» қалыпты орындалуына кедергі жасайтын жүйе жұмысының бұзылуы әртүрлі кездейсоқ оқиғаларға байланысты. Мұндай оқиғалардың пайда болу мүмкіндігін, олардың пайда болу және қайталану заңдылықтарын бағалаудың жалғыз жолы қолданыстағы жүйелердің жұмысы туралы статистикалық мәліметтерді жинау және өңдеу болып табылады.

Қолданыстағы сумен жабдықтау жүйесінің сенімділігі үш негізгі жолмен қамтамасыз етіледі: элементтерді резервтеу, олардың жұмысқа қабілеттілігін қолдауды қамтамасыз ететін пайдалануды тиімді ұйымдастыру және сумен жабдықтау жүйесінде өтетін процестерді мақсатты басқару.

Сумен жабдықтау жүйесінің және оның элементтерінің сенімділігінің оңтайлы деңгейін қамтамасыз ету міндеттерін шешу үшін критерий болып сенімділіктің міндетті ең төменгі деңгейін сипаттайтын нормативтік талаптарды орындау болып табылады.

Соңғы жылдары сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін пайдалану мәселелеріне көптеген авторлардың жұмыстары арналған. Сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігі мәселесі бойынша алғашқы іргелі зерттеулерді



профессор Н.Н.Абрамов жүргізді. Оның кітабында [1] алғашқы рет сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін зерттеу бағыттары анықталды, негізгі міндеттер тұжырымдалған және оларды шешу әдістері ұсынылған. Алайда, бұл кітап қойылымдық сипатқа ие және сумен қамтамасыз ету жүйелерінің сенімділік проблемаларын қоя отырып, оларды шешудің практикалық әдістерін бермегенін атап өткен жөн.

Қалалық сумен жабдықтау жүйесі элементтерінің сандық көрсеткіштерін анықтау бойынша алғашқы зерттеулердің бірі Н.Н.Абрамовтың оқушыларының [2,3,4,5] жұмыстары болды. Су құбырларының зақымдануы бойынша статистикалық зерттеулер негізінде олар су құбырлары мен су құбырлары желілерінің учаскелерін қалпына келтірудің  $t$  орташа уақыты мен  $W$  істен шығу қарқындылығының сандық мәнін алды, олардың істен шығу себептері мен сипатын талдады. Алайда, бұл жұмыстарда келтірілген сенімділік параметрлері бір-бірімен үйлеспейді және жиі қарама-қайшы келеді. Авторларда құбырлардың зақымдану жиілігінің және оларды қалпына келтіру уақытының диаметрден, материалдан және басқа факторлардан тәуелділігі туралы тұжырымдар әртүрлі, алынған сенімділік көрсеткіштерін практикалық пайдалану бойынша ұсынымдар келтірілмеген.

Жұмыста [3] алғаш рет Мәскеу су құбырындағы зақымдардың саны туралы деректер келтіріледі. Мәскеу су құбыры желілеріндегі авариялар статистикасы сол сәтте мынадай заңдылықтарды анықтады: жылына 100 км құбырға орташа есеппен 500 зақым келеді, оның ішінде тек 12 пайызы тұтынушыға су беру үзілісімен байланысты.

Темір жолды сумен жабдықтаудың су құбыры желілерінің сенімділігін бағалау және қамтамасыз ету мәселесіне техника ғылымдарының кандидаты Е. В. Постнованың [6] жұмысы арналды. Автор қолданыстағы су құбырларын (ЭЕМ пайдалана отырып) іске асырумен темір жол сумен жабдықтау желілерінің сенімділігін бағалаудың есептік моделін әзірледі, жобалау және пайдалану кезеңінде темір жолды сумен жабдықтау желілерінің сенімділігін арттыруға бағытталған іс-шаралар ұсынды. Сонымен қатар, бұл жұмыс коммуналдық жүйелерден айырмашылығы бар сумен жабдықтаудың ерекше (темір жол) жүйелерінің сенімділігі мәселелерін қарастырумен шектелген.

Автордың пікірі бойынша, жалпы сумен жабдықтау жүйесінің сенімділігі бойынша талдау жұмыстары, кейбір жеке мәселелерді бөле отырып, су құбырларын пайдалануды қазіргі деңгейдегі ұйымдастыру тәжірибесін жинақтайтынын көрсетеді.

Техника ғылымдарының докторы О. Г. Приминнің [4] жұмысында ЭЕМ-ді қолдану арқылы аудандық сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін есептеу әдісі ұсынылды. Есептеу әдістемесі жүйенің нақты тұтынушыларын сумен «жабдықтау жолдарының» сенімділігін бағалауға негізделген.

О. Г. Приминмен сумен жабдықтау және су бұру қалалық желілерінің құбыржолдары мен жабдықтарының сенімділігі мен экологиялық қауіпсіздігінің өзара байланысы мәселелері алғаш рет зерттелді [7].

Ірі қалалардың су бұру жүйелерінің жұмыс істеуі кезінде экологиялық қауіпсіздік және сенімділік мәселелеріне көзқарасты қалыптастыру үшін Санкт-Петербург ғалым – профессорлары Ю. А. Ильиннің, В. С. Игнатчик, М. И. Алексеевна, Ю. А. Ермолина, Ф. В. Кармазиновтың соңғы жұмыстары аса қызығушылық тудырады [8, 9, 10, 11, 12].

Авторлар [12] қаланың сумен жабдықтау және су бұру желілерінің сенімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін арттырудың екі жолын көреді: өндірістік қуаттарды арттыру және құбырларды қалпына келтірудің траншеясыз тәсілдерін жетілдіру; жүйе элементтерінің сенімділік көрсеткіштерін бағалау және болжау, оларды қалпына келтіру жөніндегі бірінші кезектегі жұмыстардың технологиясы мен көлемін жоспарлау, аварияларды есепке алу мен болжаудың компьютерлік жүйесін құру.

Сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігінің неғұрлым толық мәселелері профессор, техника ғылымдарының докторы Ю. А. Ильиннің [10, 13] жұмыстарында көрсетілген. Оның жұмыстарында сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділік мәселелері күрделі техникалық жүйелердің сенімділігінің математикалық теориясының көмегімен шешіледі, су беру сенімділігіне қойылатын талаптарды тұжырымдау негізделді, жіктеу келтірілген және оны жүйелерде пайдалану және сенімділікке арнайы сынау нәтижелері бойынша су құбыры жабдығының сенімділігі мен жөндеуге жарамдылығының көрсеткіштерін анықтау тәсілдері баяндалған.

Берілген математикалық сенімділік моделінде суды беру және тарату жүйесінің жұмыс істеу процесі Ю. А. Ильинмен үлкен өлшемді дифференциалдық теңдеулер жүйелерімен сипатталғандықтан, оларды шешу ЭЕМ қолдануды талап етеді. Алайда қазіргі уақытта сумен жабдықтаудың ірі коммуналдық жүйелерінің сенімділігін есептеу бойынша ЭЕМ үшін тәжірибеде сынақтан өткізілген алгоритмдер мен бағдарламалар жоқ.

Шетелдік техникалық әдебиетке [14 – 25] шолу бүгінгі күні шетелде де қалалық сумен жабдықтау жүйесі құбырларының сенімділігін қамтамасыз ету проблемасы ерекше маңызға ие екенін көрсетті. Бұны, атап айтқанда, Ольденбург қаласында (Германия) жыл сайын өткізілетін халықаралық құбыр форум-көрмелері мен «AKWA» журналындағы соңғы жарияланымдар растайды [26, 27, 28].

М. Романның [29] жұмысында тұтынушылардың сумен қамтамасыз ету сенімділігіне қойылатын талаптары сараптық бағаланады, блок-схемаларды талдау негізінде сумен қамтамасыз ету жүйелерінің сенімділігін есептеу әдісі ұсынылады.

Соңғы уақытта су құбыры желілерін қалпына келтіруді жоспарлау үшін күрделі техникалық жүйелердің сенімділік теориясы мен практикасы әдістерін пайдалануға бағытталған жұмыстар пайда болды [21, 30].

Профессор Р. К. Херцтің құбырларды қалпына келтіруді және жаңартуды жоспарлау стратегиясы мәселелеріне арналған жұмысы белгілі бір назар аударуға тұрарлық [31]. Онда ескіру функциясының математикалық үлестірілуі негізінде құбыржолдарды жаңарту және ескіру процестерін сипаттауға

ықтималдық тәсіл ұсынылған. Құбырлардың жасы құбыр учаскесін ауыстыру туралы шешім қабылдау үшін басты фактор болып табылмайды, су құбыры тарату желілерін қайта құру қажеттілігін анықтау үшін болжау схемасы келтірілген.

Біздің елімізде жарияланған техникалық жүйелердің жабдықтарына профилактикалық қызмет көрсетудің математикалық аспектілерін жария ететін жұмыстардың ішінде Ю. К. Беляев [32], Р. Барлоу [33] және И. Б. Герцбахтың [34] жұмыстарын атап өту қажет.

Бұл авторлар техникалық қызмет көрсетудің қандай да бір ережелерін таңдауға әсер ететін негізгі өлшемдер жүйе элементтерінің ықтимал сипаттамалары, жүйедегі істен шығулар мен авариялардың түрлері, сондай-ақ жүйелердің жұмысқа қабілетті жай-күйін қамтамасыз етудің экономикалық өлшемдері болып табылады деп санайды.

Сенімділік міндеттерін жіктеу, оларды шешу құрылымы және іске асыру келісілген шешімдердің қажеттілігін ескеретін оларды мақсатты әзірлеуге, сумен жабдықтау жүйелерінің сенімділігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдарын жетілдіру жөніндегі зерттеулердің негізгі бағыттарын айқындауға ықпал етуі тиіс.

## **1.2 Су құбыры торабының сенімділігін математикалық модельдеу көрсеткіштері**

Қалалық су құбыры желісі құрылымдық күрделі және аумақтық бытыраңқы жүйе бола отырып, пайдалану процесінде көптеген жағымсыз факторлардың әсеріне ұшырап отырады, олардың басым көпшілігі кездейсоқ, бақыланбайтын сипатта болады. Сондықтан, нақты болжау, әсіресе олардың теріс әсерін толығымен жою мүмкін емес.

Дегенмен, жұмыс істеп тұрған су құбыры желілерінде белгілі бір ұйымдастыру-техникалық және алдын алу іс-шараларын жүзеге асыру олардың сенімділігін айтарлықтай арттыруға қабілетті. Мұндай іс-шаралардың ықтимал сипатын, сондай-ақ олардың экономикалық тиімділігін негіздеуге су құбыры желілері құбырларының сенімділігін анықтайтын процестерді математикалық үлгілеудің көмегімен анықтауға болады.

Математикалық модель нақты есепті шешу үшін құрастырылады және мүмкіндігінше қарапайым болуы керек, бірақ инженерлік практика үшін жеткілікті дәлдікпен есеп нәтижелерін беру керек. Модельді құрастыру кезінде оның егжей-тегжейлі дәрежесі, сондай-ақ ол әрекет ететін параметрлердің, сипаттамалар мен ұғымдардың қатаң математикалық анықтамасы маңызды.

Қарастырылып отырған мәселе шеңберінде құбырдың сенімділігі ұғымы негізгі болып табылады. Сенімділікті сандық бағалау объектіні (бұл жағдайда су құбыры желісінің құбыр учаскесі) жұмысқа жарамсыз күйге ауыстыратын кездейсоқ оқиға деп ұғынылатын бас тарту ұғымымен байланысты. Бас тарту кез келген уақытта туындауы мүмкін және құбырдың жұмыс қабілеттілігін

қалпына келтіру мақсатында істен шығу туындаған сәттен бастап тікелей жөндеу жұмыстарының қажеттілігіне әкеп соғады.

Егер көптеген техникалық объектілер үшін істен шығу оның жұмыс қабілеттілігінің жоғалуына әкеліп соғатын болса, су құбыры желісіне келгенде, қандай да бір себептермен (негізінен апатты жою кезінде) құбыр учаскесі біраз уақытқа ажыратылады. Технологиялар тұрғысынан құбыр желілерінің бұндай режимде жұмыс жасауы дұрыс емес, алайда жалпы жүйе өзінің қабілеттілігін жоғалтпайды.

Айналмалы су құбыры желісін құрылымдық резервтеу қолайсыз технологиялық жағдайлар мен тіпті желінің жекелеген учаскелеріндегі авариялар оның негізгі функциясы – тұтынушыларды сумен қамтамасыз ету қабілетіне әсер етпейді.

Құбыр учаскесінің істен шығуы кездейсоқ оқиға болып табылады, өйткені оның пайда болу сәтін алдын ала дәл айтуға болмайды. Қалалық су құбыры желісінің қалпына келтірілетін элементтері үшін бірнеше рет қалпына келтіруден кейінгі қайталанатын істен шығулар үшін кездейсоқ оқиғалардың жүйелілігін зерттеу қажет.

Ю.А. Ермолина және М.И. Алексеев жұмыстарында көрсетілгендей, сенімділік теориясының тұрғысынан жоғарыда келтірілген ой-пікірлер бізге желінің жұмыс істеуін үздіксіз уақытта және екі күйде Марковтың кездейсоқ процесі ретінде қарастыруға мүмкіндік береді:  $S_1$  – жүйе қалыпты жұмыс істеп тұрған кезде, ал  $S_2$  – желіде жөндеу жұмысы болып жатқан кезде.

$S_1$ -ден  $S_2$ -ге ауысу істен шығу ағынының әсерінен, ал кері ауысу  $S_2$ -ден  $S_1$ -ге ауысу қалпына келтіру ағынының әсерінен болады. Су құбыры желісінің құбыржолдары үшін істен шығу ағыны деп уақыттың кез келген сәтінде болатын құбыржолдың герметикалығының бұзылуы бар авариялардың біртекті оқиғалардың реттілігі түсініледі.

$t$  құбыржолдары учаскелерінің кейінгі екі істен шығуының арасындағы уақыт үздіксіз кездейсоқ шама болып табылады, ол ықтималдылықтарды бөлудің кейбір тығыздығымен сипатталуы мүмкін (дифференциалды бөлу заңымен)  $f(t)$ . Құбырдың жай-күйі туралы бақылау деректерін өңдеу жолымен практикада алынатын  $f(t)$  функциясы ағынның барлық параметрлерін толық анықтайды, атап айтқанда, оның аса маңызды сипаттамасы – жалпы жағдайда уақытқа тәуелді, яғни  $w$  тең  $w(t)$  істен шығу қарқындылығы.

$f(t)$  және  $w(t)$  арасындағы қатынас мына теңдеумен анықталады:

$$\int_t^{\infty} f(t)dt = \exp \left[ - \int_0^t w(t)dt \right]. \quad (1.1)$$

$f(t)$  немесе  $w(t)$  функциясын білу қалалық су құбыры желісі құбырлары сенімділігінің сандық көрсеткіштерін қарауға, енгізуге мүмкіндік береді:  $w$  – істен шығудың қарқындылығы, 1/жыл · км;  $t_e$  – қалпына келтірудің (аварияны жоюдың) орташа уақыты, сағ;  $T$  – істен шығулар арасындағы элементтің (құбыр учаскесінің) орташа жұмыс уақыты (істен шығуға істелген жұмыс), жыл;  $P(t)$  –

құбыр учаскесінің  $t$  уақыт аралығындағы тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы;  $Q(t)$  –  $t$  уақыт аралығында құбыр учаскесінің істен шығу ықтималдығы.

Конструктивтік сенімділік құбырдың беріктік сипаттамаларына байланысты.

Пайдалану сенімділігі су құбыры желісін пайдалану сапасы және шарттарымен анықталады.

$W(t)$  су құбыры желісі құбырлары учаскелерінің істен шығуының қарқындылығын бағалау үшін олардың істен шығуы туралы деректерді жинау және статистикалық өңдеу нәтижелері бойынша мына тәуелділік пайдаланылуы мүмкін:

$$w(t) = \frac{\sum n(t)}{t \sum L}, \quad (1.2)$$

мұндағы  $\sum n$  –  $t$  бақылау кезеңіндегі құбыр учаскесінің белгілі бір материалы мен диаметрінің істен шығу саны;

$\sum L$  – белгілі бір материал мен диаметрдің («біртекті» құбырдың) құбыр жолы учаскесінің жиынтық ұзындығы.

Көбінесе құбырдың сенімділік көрсеткіші ретінде мына өрнекпен анықталатын  $P(t)$  сенімділік функциясын қолданады:

$$P(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt, \quad (1.3)$$

ал сандықты – кездейсоқ көлемдегі  $t$  математикалық күтім  $T_0$ :

$$T_0 = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) d(t). \quad (1.4)$$

Бұл көрсеткіштердің физикалық мәні мыналардан тұрады: сенімділік функциясы сандық жағынан алдыңғы істен шығудан есептелетін  $t$  уақыты фикстрленген сәтте құбырдың тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығына тең, ал  $T_0$  – құбырдың келесі екі істен шығулар арасындағы орташа жұмыс уақыты.

Әдетте, ірі қалалардың су құбыры желісі құбырлары учаскелерінің тоқтаусыз жұмыс істеу уақытын бөлу функциясы бөлудің экспоненциалды заңымен сәйкес келеді, бұл сенімділіктің осы көрсеткішін бағалау үшін талдамалық өрнектерді пайдалануға мүмкіндік береді:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-wt} dt = \frac{1}{wt}. \quad (1.5)$$

Зерттеу нәтижесінде «Ақбұлақ» АҚ күрделі құбыр жүйелерінің сенімділігін инженерлік есептеу үшін  $f(t)$  функциясы қарапайым (немесе стационарлық Пуассон) істен шығу ағынының моделі көбінесе адекватты болатынын көрсетті:

$$f(t) = w_0 \epsilon^{-w T_0 t}. \quad (1.6)$$

Онда құбыр учаскелерінің тоқтаусыз жұмыс жасауының ықтималдылығы мына өрнек арқылы анықталады:

$$P(t) = e^{-w_0 t}, \quad (1.7)$$

мұндағы  $w_0$  – істен шығу ағынының қарқындылығы.

Бұл ықтималдылық құбыр учаскесінің сенімділік функциясы болып табылады.

Статистикалық зерттеулер үшін Пуассон заңының су құбыры желісі құбырларының істен шығу ағынының математикалық сипаттамасы ретінде пайдаланған кезде  $t$  уақыт аралығы ішінде  $n$  құбыр учаскесі істен шығуының тура болу ықтималдығы мынадай формула бойынша бағаланады:

$$P_n(t) = \frac{w_0^n t^n}{n!} e^{-w_0 t}, \quad (1.8)$$

мұндағы  $w_0$  – белгілі ұзындықтағы, материал мен диаметрдегі құбыр учаскелерінің істен шығуының орташа санына тең Пуассон заңының параметрі.

ҚР-ның бірқатар қалаларының, оның ішінде Ақтөбеге де су құбыры желілерінің учаскелері үшін  $t_в$  параметрін бағалау бойынша статистикалық зерттеулердің нәтижелері осы элементтерді қалпына келтіру ұзақтығы экспоненциалды бөлу заңымен сипатталатынын көрсетті:

$$F_B(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (1.9)$$

Бұл функция берілген уақытта, атап айтқанда, нормаларда (ҚНЖЕ, ведомстволық нормалар) көзделген уақыт кезеңінде құбыр учаскесінің қалпына келу ықтималдығын сипаттайды.

Қалпына келтіру уақытының таралу тығыздығы мына формуламен сипатталады:

$$f(t) = \mu e^{-\mu t_в}, \quad (1.10)$$

мұндағы  $\mu$  – қалпына келтіру қарқындылығы,

$$\mu = 1/t_в. \quad (1.11)$$

$w_0$  және  $\mu$  белгілі мәндерінде авариясыз режимде су құбыры желісінің жұмыс істеуінің ақырғы ықтималдығын табу қиын емес:

$$P(S_1) = \mu_0 / (w_0 + \mu_0), \quad (1.12)$$

$w(t)$ ,  $P(t)$  және  $P(S_1)$  анықтамасымен су құбыры желісінің сенімділігін зерттеудің бірінші кезеңі – оны талдау аяқталады. Шартты түрде синтездеу

кезеңі деп атауға болатын келесі қадам сенімділікті арттыру жөніндегі іс - шараларды әзірлеуден, құбырларды реновациялау тұрғысынан оларды бағалаудан және осы іс-шараларды нақты объектіде – су құбыры желісіндегі учаскеде құрғатудан тұрады.

Жұмыста жоғарылату жолдары (1.12) формуладан шығады деп көрсетілген. Жүйені неғұрлым сенімді ету – бұл оның  $P(S_1)$  апатсыз режимдерінде жұмыс істеу мүмкіндігін арттыру. (1.12) формуласы арқылы  $w_0$  мәнінің азаюына да,  $\mu_0$  ұлғаюына да қол жеткізуге болады.

Сенімділікті есептеу үшін кеңінен қабылданған жүйелі схемаға сәйкес, көп элементті жүйенің  $w_0$  істен шығу қарқындылығының мәні оның элементтерінің істен шығу қарқындылығының қосындысы ретінде түсіндіріледі. Демек, конструктивтік сенімділікті арттыру жүйеде істен шығу қарқындылығының аз мәні бар элементтерді (құбыр учаскелері) пайдаланумен қамтамасыз етіледі.

### **Бірінші бөлімге қортынды:**

1) Жүйенің істен шығуының жалпы ағынында белгілі бір бөлігі су құбыры желісін пайдалануды басқару кезінде адамдардың қателігінен туындаған істен шығулар (пайдалану сенімділігін бұзу) құрайды. Осы себеппен туындайтын істен шығу ағынының қарқындылығын төмендету жолдары қызмет көрсететін персоналдың біліктілігін арттырудан, диспетчерлік пункттерді күрделі жағдайларда дұрыс шешім қабылдауға көмектесетін есептеу техникасымен жабдықтаудан тұрады.

2) Сенімділікті арттыру жөніндегі іс-шаралардың сипаты: жоғары сенімді және берік құбырлар мен жабдықтарды пайдалану, су құбыры желілерін салу және пайдалану сапасын жетілдіру қажет. Сонымен қатар, қаланың су құбыры желісін пайдаланудың техникалық регламенті қажет, ол сенімділік критерийлерін, оның жай-күйін және желілерде нақты орындалатын жұмыстарды қамтамасыз етуді ескере отырып әзірленген.

3) (1.12) формуладан сенімділік жоғарылатудың тағы бір мүмкіндігі –  $\mu_0$  мәнін арттыру.  $\mu_0$  – қалпына келтіру ағынының қарқындылығы болғандықтан, оны құбыржолдарды бір жөндеудің орташа уақытының төмендеуімен арттыруға болады. Бұған жөндеу бригадаларының санын арттыру, олардың біліктілігін арттыру, жөндеудің анағұрлым жетілдірілген технологияларын қолдану, бригадаларды жабдықтардың, көлік құралдарының жеткілікті санымен жарақтандыру, жоспарлы-алдын алу жұмыстарын толық көлемде жүргізу есебінен қалпына келтіру жұмыстарын қарқындату арқылы қол жеткізуге болады.

## **2 Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін зерттеу нәтижелері**

### **2.1 Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сипаттамасы**

Қазіргі уақытта қалалық су құбыры желісі құбырларының ұзындығы 1125,66 км-ден астам құрайды, олар болат, шойын, шыны пластик, полиэтиленнен жасалған құбырлар.

Ақтөбе су құбырының болат құбырларының орташа жасы – 24 жыл, шойын – 41 жыл. 1937 жылға дейін 5 км-ге жететін су құбыры болатын, 1937 жылы тағы да 11,8 км-ге жететін су құбыры салынды. Құбыр материалдары шойыннан жасалған болатын, қазіргі таңда құбырлардың көп бөлігі басқа материалдарға ауыстырылды.

А.1 қосымшада Ақтөбе су құбыры құбырларының пайдаланылуы бойынша ұзындығы көрсетілген.

Ұзақ уақыт бойы жұмыс істеп тұрған су құбырын реновациялау оның жалпы ұзындығынан жылына 1 пайыздан аспайды (А. 2 қосымша).

Ақтөбе су құбыры желісі құбырларының көпшілігі (53 пайыздан астам) қазіргі уақытта айтарлықтай физикалық тозуы бар, өйткені олар қолданылатын материалдар бойынша сенімділік талаптарын және пайдаланушы ұйымдардың ұйымдық-техникалық мүмкіндіктерін ескерместен ондаған жыл бұрын салынған және пайдалануға берілген.

Өздігінен сұрыпталған құбырлардың ұзындығы, яғни белгіленген нормативтік қызмет мерзімін өткерген және амортизацияланбаған, яғни нормативтік мерзімді өткермеген құбырлардың ұзындығы шамамен тең. Осындай көрініс істен шығу саны бойынша да байқалады.

Бұл Ақтөбе су құбыры құбырларының нақты қызмет ету мерзімдері нормативтік мерзімдерден едәуір ерекшеленеді, өйткені құбырлардың нақты қызмет ету мерзімі уақыт бойынша айтарлықтай кең интервалда өзгеріп отырады және құбырдың материалына және оны пайдалану мерзіміне ғана емес, сонымен қатар жергілікті жағдайларға да және оларға тәуелділігіне де байланысты болуы мүмкін.

Құбырлар мен жабдықтардың істен шығуының негізгі себептері: олардың айтарлықтай қызмет ету мерзімі, құбырларды жаңарту қарқынының төмендігі, желідегі арынның ауытқуы, қарқынды сыртқы және ішкі коррозия, Ақтөбедегі жаппай тұрғын үй құрылысы кезеңінде салынған құбырлардың төмен сапасы.

Ақтөбеде құбырларды салу мен пайдаланудың аса қолайсыз жағдайларында (топырақтағы кезбе токтар, тоттану-қауіпті топырақтар, жер асты суларының жоғары деңгейі және т.б.), қаланың су құбыры желісі құбырларының едәуір бөлігі электрохимиялық тоттанудан қорғау құрылғысыз болат құбырлардан қаланғанын атап өткен жөн.

Соңғы жылдары шар тәрізді графит (ШГБШ) бар беріктігі жоғары шойыннан жасалған құбырлардың ұзындығы өсуде. Солтүстік Америка мен Еуропаның дамыған елдерінде (Канада, АҚШ, Германия, Франция) ауыз сумен



жабдықтаудың орталықтандырылған жүйелері құбырларының сенімділігі жөніндегі деректерді талдау осы елдердің әлемдегі сумен жабдықтаудың ең сенімді жүйелері бар екенін көрсетті.

Ақтөбе су құбырының шойын құбырларының құрылымында 17 пайыз – ШГБШ-дан жасалған құбырлар. Бұл құбырларды пайдаланудың 20 жылдан астам мерзімі ішінде авариялар мен олардың зақымданулары байқалған жоқ.

Жоғары сенімділік көрсеткіштері бар шар тәрізді графиті бар беріктігі жоғары шойыннан жасалған құбырларды төсеу жөндеу-пайдалану шығындарын айтарлықтай қысқартады және құбырдың сенімді, үнемді және тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта Ақтөбе су құбырындағы ШГБШ құбырларының ұзындығы 500 км-ден асады.

Соңғы онжылдықта су құбыры жүйелерін салу тәжірибесінде полимерлік материалдардан жасалған құбырлар жиі қолданылады. Пластмасса құбырлардың артықшылықтары: құбырышілік кеңістіктің тотығуы мен өсуінің толық болмауы, аз масса, монтаждың технологиялылығы, дұрыс пайдалану кезінде айтарлықтай қызмет ету мерзімі. Сонымен қатар, Ақтөбе су құбырында пайдаланылатын отандық пластмасса құбырлары жоғары сапасымен және сенімділігімен ерекшеленбейді.

## **2.2 Ақтөбе қаласы су құбыры торабының сенімділігін статистикалық зерттеу**

Қаланың су құбыры желісі құбырлары учаскелерінің сенімділігін бағалау кезінде зерттелетін негізгі кездейсоқ шамалар ретінде мыналар қабылданады: белгілі бір уақыт аралығына осы элементтердің істен шығу саны, істен шыққанға дейін қызмет ету мерзімі (істен шығуға жұмыс істеу), құбыр учаскесінің жұмысқа қабілетті жай-күйін қалпына келтіру уақыты (аварияны жою уақыты). Әдістемені практикалық іске асыру үшін статистикалық сынақ объектісі ретінде Ақтөбенің қалалық су құбыры желісі қолданылды.

Олардың істен шығуы бойынша статистикалық деректер жиналған құбырларды пайдалану уақытының интервалы регламенттелген ҚНЖЕ 17510-89 «Анықтау сынақтарының көлемін жоспарлаумен» анықтау сынақтарының жоспары негізінде және техника ғылымдарының кандидаты Д. А. Сабитовтың зерттеулерін есепке ала отырып анықталды.

Бұған дейін жүргізілген зерттеулер Ақтөбенің су құбыры желісі құбырларының істен шығу санының өзгеруі, жіберілген қателік шегінде Пуассонды бөлу заңына бағынатынын көрсетті. Сондықтан бастапқы математикалық модель ретінде осы заң қабылдануы мүмкін.

Осыған байланысты статистикалық сынақтарды жоспарлау құбыр учаскелерінің істен шығуына арналған атқарымдарды бөлудің экспоненциалды заңына сүйене отырып жүргізілді. Анықтау сынақтарын жүргізу әдістемесіне сәйкес, сенімді таңдау көлемі:

$$NT_u = \frac{r}{\alpha_3} \cdot T_0, \quad (2.1)$$

мұндағы  $N$  – элементтердің саны немесе олардың ұзындығы км;  
 $r$  – қабылданған  $\alpha$  сенімді ықтималдығы және  $\sigma$  шекті салыстырмалы қателігі үшін істен шығулардың тіркелген саны;  
 $\alpha_3$  – төменнен  $T_0$  бойынша сенімді шекара;  
 $T_0$  – істен шығудың күтілетін шамасы.

1 Кесте –  $r$  істен шығу санының мәні

$\alpha_3$	$\alpha$		
	0,8	0,9	0,95
1,05	300	600	1000
1,1	80	200	300
1,15	45	90	150
1,2	25	50	80

$r$  істен шығуының талап етілетін тіркелген санын келесідей анықтауға болады.

$\alpha_1$  тең 1 плюс  $\sigma$  тең жоғарыдан бас тартуға тәжірибелік атқарымның сенімгерлік шекарасын сипаттайтын коэффициенттің мәні бойынша және [1 1] бойынша сенім ықтималдығының мәні бойынша  $r$  істен шығулардың қажетті санының мәнін табамыз, олар 1 кестеде келтірілген.

1 кестенің деректері  $\sigma$  шекті салыстырмалы қателігіне және  $\alpha$  сенімді ықтималдығының мәніне байланысты істен шығулардың есептік санын анықтауға мүмкіндік береді.  $r$  белгілі мәні бойынша  $\alpha$  сенім ықтималдығының әр түрлі мәндері үшін  $\alpha_3$  коэффициентінің мәнін табамыз. Есептеу нәтижелері 2 кестеде келтірілген.

Бұрын жүргізілген статистикалық зерттеулердің деректері бойынша қалалық сумен жабдықтау желілерінің құбыржолдарының учаскелері үшін  $w$  істен шығу қарқындылығының күтілетін шамаларының мәндері:  $w_{min}$  0,05 1/жыл · км-ге,  $w_{max}$  10 1/жыл · км-ге тең.

Бұл  $T$  істен шығудың шамасы 0,1 жылға ол 876 сағатқа және 20 жылға ол  $1,75 \cdot 10^5$  сағатқа тең. Осылайша, (2.1) формуласы бойынша  $r$ ,  $\alpha_3$ ,  $T$  мәндері белгілі бола отырып, сынақтардың қажетті көлемін анықтаймыз. Есептеу нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

3 кестенің деректерін пайдалана отырып және инженерлік есептеулерге тән  $\alpha$  тең 0,95 сенімділік ықтималдығының мәнін және  $\sigma$  тең 0,1 салыстырмалы қатенің мәнін қоя отырып,  $r$  тең 300 істен шығулардың есептік санын анықтаймыз, ал 2 кестеден  $\alpha_3$  0,91-ге тең болғандағы коэффициентінің мәнін анықтаймыз. (2.1) формуласы бойынша құбырлардың істен шығуы мен ұзындығының күтілетін атқарымдарының мәндерін қоя отырып, сағаттағы  $T$

статистикалық сынаулардың талап етілетін ұзақтығының мәнін есептейміз – ол 12 жылға тең.

2 Кесте –  $\alpha_3$  коэффициентінің мәндері

$\alpha$		
0,8	0,9	0,95
0,95	0,95	0,95
0,91	0,92	0,91
0,875	0,875	0,88
0,84	0,84	0,84

Сенімділік көрсеткіштері үшін сенімді интервал зерттелетін оқиғаның таралу заңы туралы қабылданған болжамға (істен шығу жиілігі, істен шығу арасындағы уақыт, қалпына келтірудің орташа уақыты), бақылау көлемі және  $\alpha$  тең 0,05 тәуелділік деңгейімен  $\sigma$  стандартты ауытқуына байланысты қабылданды.

3 Кесте – Сынақ көлемі  $N \cdot T_u$  (сағ, км)

$\sigma$	$\alpha_3$	$\alpha$		
		0,8	0,9	0,95
0,05	0,95	$0,695 \cdot 10^6 - 2,76 \cdot 10^7$	$1,39 \cdot 10^6 - 5,52 \cdot 10^7$	$2,32 \cdot 10^6 - 9,2 \cdot 10^7$
0,1	0,91	$1,94 \cdot 10^5 - 7,7 \cdot 10^6$	$4,84 \cdot 10^5 - 1,93 \cdot 10^7$	$7,25 \cdot 10^6 - 2,88 \cdot 10^7$
0,15	0,875	$1,13 \cdot 10^6 - 4,5 \cdot 10^6$	$2,26 \cdot 10^5 - 0,9 \cdot 10^7$	$3,75 \cdot 10^5 - 1,49 \cdot 10^7$
0,20	0,84	$0,655 \cdot 10^5 - 2,6 \cdot 10^6$	$1,13 \cdot 10^5 - 0,524 \cdot 10^7$	$2,09 \cdot 10^5 - 0,834 \cdot 10^7$

Істен шығудағы жұмыс істеудің теориялық таралу тығыздығы мына формула бойынша есептеледі:

$$f(t) = we^{-wt} \quad (2.2)$$

Суағар учаскесінің немесе  $T_0$  желісінің істен шығуының орташа атқарымын бағалауға арналған сенімді интеграл мына теңсіздік бойынша анықталды:

$$T_0 - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < T_0 < T_0 + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (2.3)$$

мұндағы  $t - \alpha$  тең 0,05 мәнділік және  $K$   $n$ -ды 1-ден азайтқандағы күмбездер дәрежелерінің саны деңгейінде алынған Стьюдент өлшемінің табулденген мәні.

Істен шығу ағынының статистикалық параметрлерін және Ақтөбе су құбыры учаскелерін қалпына келтіру уақытын анықтау желі құбыры учаскелерінің істен шығу ағынын зерттеу, оның негізгі сипаттамаларын табу

және осы ағысты сипаттау үшін Пальма-Хиллрок функциясын қолданудың қажетті шарты ретінде стационарлыққа көз жеткізу болып табылады.

$$\zeta_{K(H)} = \lim \frac{w(o,t)}{\pi_1(r,t)} \quad (2.4)$$

мұндағы  $\zeta_{K(H)}$  – бастапқы уақытта  $\tau$  істен шығу орындалған кезде  $\Delta t$  уақыт аралығында пайда болу ықтималдығы  $K$  істен шығуға тең болады.

Әдетте кез келген нақты істен шығулар ағымында мына қасиеттердің бар болуы тексеріледі: тұрақтылығы, стационарлығы, одинарлығы және салдарлары.

Пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, егер құбыр учаскесін жөндеу сапалы орындалса, онда істен шығу ағынының салдары болмашы болады. Біздің зерттеулер көрсеткендей, соңғы әрекет су құбырлары мен желі учаскелерінің істен шығу ағынына айтарлықтай әсер етпейді, және бұл ағын үшін уақыттың жекелеген бөліктеріндегі мына қасиеттердің болуына жол беруге болады: одинарлық, жүйелілік, стационарлық.

$t_3$  құбыр учаскелерінің жұмыс істеу уақыты олардың көрші істен шығулары арасындағы уақыттан бірнеше есе көп болғандықтан,  $\lim w(l)$  1-дің  $T_l$ -ға қатынасына тең болғандағы және  $t$  аралығының басталу ықтималдығы су таратқыш немесе желі учаскелерінің  $n$  істен шығуына тең болады:  $\zeta_{K(n)}$  тұрақты, яғни істен шығудың қарапайым ағыны орын алады.

Құбырлар учаскелерінің істен шығу санын бөлу функцияларының параметрлерін бағалау іс жүзінде істен шығу санын және олардың туындау ықтималдығын болжауға мүмкіндік береді.

Зерттеу көрсеткендей, су құбыры желісі құбырларының учаскелерін қалпына келтіру процесі толығымен кездейсоқ болып табылмайды, бұл желіде жөндеу жұмыстарын орындау кезінде туындайтын ұйымдастырушылық жағдайларға байланысты.

Жыл сайын Ақтөбе қалалық су құбыры желісінің құбыржолдары мен жабдықтарында 10 мыңнан астам түрлі авариялар мен зақымданулар тіркеледі, оның жартысын жою үшін қазба жұмыстарын жүргізу қажет (Б.1, Б.2 қосымшалары).

Құбырлардың істен шығу себептерін талдау Ақтөбе су құбырының болат құбырларында жиі кездесетін зақымданулар құбырлардың сыртқы және ішкі коррозиясының әсерінен туындаған тесіктер болып табылатынын көрсетті (Б.3 қосымша).

Шойын құбырларда істен шығулар құбырдың герметикалығының бұзылуымен және құбырлардың сынуымен байланысты (Б.4 қосымша). Қорғасынның құбырдан шығуының себептерінің бірі – гидравликалық соққының пайда болуына әкелетін желідегі қысымның өзгеруі.

Апаттардың ең көп саны (шамамен 90 пайыз) кіші диаметрлі 100 – 400 мм болатын су құбыры желісінің құбырларында болады. Негізінен бұл үй кірмелеріндегі және зауыттық желілердегі зақымданулар (Б.5 қосымша).

Су құятын зақымданулардың ең көп саны жерге салынған болат құбырларда кездеседі (Б.6 қосымша).

Құбырлардың сенімділігін статистикалық зерттеу екі кезеңде жүргізілді: таңдалған объектілер үшін – Ақтөбе су құбыры құбырларының бақылау учаскелерінің өкілдері және жалпы қалалық су құбыры желісінің құбыр жүйесі бойынша.

Зерттелетін кездейсоқ шамалардың ықтималдығын бағалау үшін құбырлардың сенімділігінің келесі көрсеткіштері қарастырылады:  $w$  – істен шығудың қарқындылығы, (1/жыл·км);  $t_e$  – қалпына келтірудің (аварияларды жоюдың) орташа уақыты, сағ;  $T$  – құбырдың, ысырманьң және т. б. учаскесінің істен шығулар арасындағы орташа жұмыс уақыты, жыл;  $P(t)$  –  $t$  берілген уақыт шегінде тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығы.

Бірінші кезеңде қалалық су құбыры желісінің бақылау құбырларының статистикалық сынақтары құбырлардың жоғары және төмен апаттылығы бар және құбырлардың сенімділігін тұрақсыздандыратын факторлардың кең ауқымының болуымен сипатталатын су құбыры желісінің аудандары бойынша қалыптасқан ақпараттық топтар бойынша жүргізілді.

Таңдап алынған объектілер-өкілдері – құбыр учаскелері үшін оларды пайдалану шарттары, құбырлардың сенімділігін тұрақсыздандыратын факторлардың болуы, бірінші аварияның пайда болу уақыты және оның себебі, сондай-ақ жөндеу-қалпына келтіру жұмыстарын жүргізу кезеңінде учаскені ажыратудың жиынтық уақыты зерделенді. Бұл деректер статистикалық жұмыстар түрінде ЭЕМ деректер базасына енгізілді және қалалық су құбыры желісі құбырларының статистикалық сынақтарының ақпараттық негізін құрады. Құбырлардың апаттарының пайда болу процесінің заңдылықтарын және олардың себептерін анықтау үшін құбырдың әрбір бақылау учаскесі үшін оның төлқұжаттары құрастырылып, құбырдың «қоршауы» зерттелді.

Құбырлардың жыл мезгілдерінен істен шығу қарқындылығының тәуелділігі талданды. Жыл маусымы Ақтөбе су құбырының барлық жүйесінде пайда болатын авариялардың жалпы санына айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды.

Қысқы және күзгі айларда сыртқы ауа температурасының күрт ауытқуынан және түйіспелі қосылыстардың бұзылуынан пайда болатын болат және шойын құбырлардағы зақымданулар санының артуы байқалады. Бірақ сонымен қатар, болат және шойын құбырларда топырақты ауыстырумен байланысты зақымданулар саны азаяды. Бұл жүйе бойынша жыл мезгілдеріне байланысты зақымданулар санының елеулі өзгеруі байқалмауына әкеп соғады. Ең маңыздысы істен шығу қарқындылығы, төсеу мерзімі, материал және құбырдың диаметрі арасындағы байланыс болды. Б.7 қосымшада Ақтөбе су құбыры желісінің бір ауданындағы диаметрі 250 мм шойын құбырлар учаскелерінің істен шығу санын бөлу тығыздығының графигі берілген.

Құбырлар учаскелерінің істен шығу қарқындылығы қаланың су құбыры желісінің аудандары мен құбырлардың диаметрі бойынша айтарлықтай ерекшеленеді.

4 кестеде бұрын бір істен шығу болған құбыржолдар үшін тексерілген құбыржолдардың бақылау учаскелерінің істен шығу қарқындылығы салыстырылады (қазу кезіндегі авария).

Жүргізілген статистикалық зерттеулер құбыр учаскесінің қазіргі кездегі істен шығу ықтималдығы және тиісінше судың қоршаған ортаға төгілу тәуекелінің шамасы өткен құбырдағы авариялардың (істен шығулардың) болуы мен қарқындылығына байланысты екенін бекітуге мүмкіндік береді. Авариялар бұрын және бұрын байқалған құбырларда олардың ұзындығына тең келетін істен шығу жиілігі авариялар бұрын болмаған құбырларға қарағанда 3 есе жоғары болды.

Бұл жағдайда қалпына келтіру бағдарламасы бірінші кезекте тексерілген құбырлардың жалпы ұзындығының шамамен 13 пайызын алатын құбыр учаскелерін оңалту проблемасын шешуі тиіс.

4 Кесте – Тексерілген құбыр жолдарының бақылау учаскелерінің істен шығуының инстенсивтілігі

Істен шығудың болуы	Істен шығудың қарқындылығы W, 1/жыл·км	Үлесі, %
Істен шығу орын алған жоқ	1,3	87,3
Бір рет орын алды	3,92	12,7

Құбыржолдардың бақылау учаскелерінің тоқтаусыз жұмыс істеу ықтималдығын бағалау олардың сенімділік деңгейіне екі маңызды факторлардың елеулі әсерін көрсетті: кезбе токтардың және құбыр материалдарының болуы. Олардың сенімділігіне автомобиль қозғалысының қарқындылығы аз дәрежеде әсер етеді.

Статистикалық зерттеулердің екінші кезеңінде автоматтандырылған ақпараттық-техникалық қамтамасыз етуді пайдалану арқылы Ақтөбе су құбыры желісін пайдаланудың барлық аудандары үшін құбырлардың сенімділік көрсеткіштерін бағалау және болжау жүргізілді.

Статистикалық деректерді жинау кезінде Ақтөбе қаласының су құбыры желісі құбырлары учаскелерінің сенімділігін бағалау кезінде зерттелетін негізгі кездейсоқ шамалар ретінде мыналар қабылданды: белгілі бір уақыт аралығына осы элементтердің істен шығу саны, олардың істен шыққанға дейінгі қызмет ету мерзімі (істен шығуға жұмыс істеу), құбыр учаскесінің жұмысқа қабілетті күйін қалпына келтіру уақыты (аварияны жою).

Бастапқы деректерді жинау келесі ретпен жүргізілді.

1. Ақтөбе қаласының су құбыры желісінің планшеттік картасы («сенімділік» бағдарламасын пайдалана отырып, электронды түрде) түзілді. Таңдалған планшеттер үшін құбырлардың сенімді және техникалық-экономикалық көрсеткіштері бойынша ақпараттық сұраныстар қалыптастырылды.

2.Таңдалған планшетте біртекті техникалық және пайдалану сипаттамалары бар құбырлардың учаскелері анықталды. Зерттеудің бірінші кезеңі үшін пайдаланудың соңғы жылы екі жылдан астам авариялар саны бар құбырлардың учаскелері таңдалды.

3.Зерттелетін учаскелерге атқарушылық және түгендеу құжаттары зерттелді,оларды салу уақыты мен орналасқан жері нақтыланды.

4.«Ақбұлақ» АҚ және су құбыры желісі аудандарының диспетчерлік журналдарының мәліметтері бойынша, тексеру кезінде арыз-кәртішкелерді тексеру кезінде жылдар бойынша бөлінген учаскелердің апаттарының саны мен сипаты белгіленді. Бұл ретте әрбір ауданның су құбыры желісін пайдалану бойынша құбыр учаскелері үшін: құбыр диаметрі, құбыр материалы, төсеу мерзімі бойынша апаттар саны, әр диаметр мен материалдың құбыржолдарының ұзындығы белгіленді.

5.Құбырдың учаскесін ауыстыру немесе оны санациялау жүргізілгені анықталды.

Ақтөбе қаласының су құбыры желісін пайдаланудың барлық аудандары бойынша құбырлардың диаметрі мен материалы бойынша бөлуде құбырлардың учаскелерін жөндеу ұзақтығы (қалпына келтіру уақыты) бойынша статистикалық мәліметтер жинау жеке жүргізілді.

Осылайша, Ақтөбе су құбыры желісін пайдалану бойынша ақпараттық-техникалық деректер базасы құрылды. Электрондық деректер базасына 2006 – 2018 жж. аралығында қаланың су құбыры желісінің барлық аудандарының құбыржолдарының учаскелерін қалпына келтіру және істен шығу (қазу кезіндегі авариялар) бойынша пайдалану деректері енгізілді.

Б.8 қосымшада құбырлардың диаметрінен және құбырлардың материалдарынан істен шығу қаупінің тәуелділігін бағалау үшін – құбырлардың диаметрінен (жалпы жүйе бойынша) Ақтөбе су құбыры құбырларының істен шығу қарқындылығына тәуелділігінің эмпирикалық функциялары статистикалық зерттеулер нәтижесінде алынғандығын көрсетеді, олар құбырлардың диаметрлерінің ұлғаю кезіндегі істен шығу қарқындылығын төмендетудің деңгейлік заңын сипаттайды.

Осы тәуелділікті ең кіші квадраттар әдісімен аппроксимациялай отырып, құбырлардың диаметрі мен материалына байланысты құбыр учаскелері істен шығуының қарқындылығын бағалау және болжау үшін (тұтастай алғанда құбыр жүйесі бойынша), шойын, болат, ШГБШ құбырлар үшін сәйкесінше:

$$w = 157,64D^{-1,15} , \quad (2.5)$$

$$w = 81,51D^{-0,984} , \quad (2.6)$$

$$w = 0,85D^{-0,01} , \quad (2.7)$$

мұндағы  $D$  – құбырлардың диаметрі, мм;

$w$  – істен шығудың қарқындылығы, 1/жыл·км.

Құбырлардың істен шығу қарқындылығының диаметр мен материалға тәуелділігін атап өте отырып, соңғы жылдары «Ақбұлақ» АҚ кеңінен пайдаланатын шар тәрізді графиті бар беріктігі жоғары шойыннан жасалған құбырлардың апаттылығы болат құбырлар мен сұр шойыннан жасалған құбырлардың апаттылығына қарағанда едәуір төмен екені анықталды.

Алынған мәліметтерді талдау жалпы Ақтөбе су құбыры құбырлары үшін құбыр диаметрінің азаюымен істен шығу қаупі болат және шойын құбырлары үшін де артатынын көрсетті. Осыны негізге ала отырып, құбырларды оңалтуға қаржы қаражатын бөлу кезінде басымдықтарды түзету орынды. Құралдардың көп бөлігін диаметрі 100 – 300 мм болат құбыржолдарын реновациялауға және шойын құбыржолдарының кең ағынды қосылыстарын жөндеуге бағыттау қажет.

Статистикалық зерттеулер нәтижелері бойынша Ақтөбе су құбыры үшін құбырлардың істен шығу қарқындылығының орташа өлшенген мәні  $w$  0,5 1/жыл·км-ге тең.

Бұл шаманы бақылау Ақтөбе су құбыры желісі құбырларының қазіргі техникалық жай-күйіне сәйкес келетін құбырлардың сенімділігі мен істен шығу тәуекелінің нақты деңгейін, оларға техникалық қызмет көрсетуді және жаңарту қарқындылығын белгілеуге мүмкіндік береді.

Бұдан басқа, оларды пайдалану тәжірибесінен алынған әр түрлі қызмет мерзімдеріндегі құбырлардың сенімділік көрсеткіштерін талдау авариялардың пайда болу қаупі жоғары және олар үшін жоғары авариялардың себептеріне талдау жүргізу және қортындылай келгенде – олардың сенімділігі мен экологиялық қауіпсіздігін арттыру жөнінде шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Б.9 қосымшада қаланың су құбыры желісінің пайдалану уақыты бойынша істен шығу қарқындылығының эмпирикалық функцияларының жалпылама графигі көрсетілген.

Б.10 қосымшада гистограмма және қаланың су құбыры желісін пайдалану аудандарының бірінің болат құбырлары учаскелерінің істен шығуының жұмыс істеу функциясының түрі келтірілген.

Статистикалық сынақтар кезінде құбырларды қалпына келтірудің орташа уақытын бағалауға – апатты жоюға ерекше назар аударылды. Құбырдың апатында топыраққа судың түсу ұзақтығы дәл осы шамамен анықталады.

Қалалық су құбыры желісі құбырларының учаскелерін қалпына келтіру уақытын статистикалық бағалау нәтижелерінің маңыздылығы мен практикалық пайдаланылуы белгілі бір уақыт ішінде, оның ішінде нормаларда көзделген уақыт кезеңінде құбырларды қалпына келтіру ықтималдығын бағалау мүмкіндігімен анықталады. Бұл жөндеу-қалпына келтіру бригадаларының жұмыс тиімділігін және жабдықталуын, сондай-ақ құбырлардың жөндеуге жарамдылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Жалпы жүйе бойынша сенімді ықтималдығы бар Ақтөбе су құбырының құбырларын қалпына келтірудің  $\delta$  орташа ұзақтығы 0,95-ке тең болған кезде 10-12 сағат шегінде ауытқиды, бұл жалпы Ақтөбе су құбырының авариялық



бригадаларының жеделдігі мен жеткілікті техникалық жабдықталуын және қызметкерлердің жақсы біліктілігін көрсетеді.

**Екінші бөлімге қортынды:**

1) Ақтөбе су құбырының болат құбырларында жиі кездесетін зақымданулар құбырлардың сыртқы және ішкі коррозиясының әсерінен туындаған тесіктер болып табылатынын көрсетті.

2) Су құбыры желісі құбырларының учаскелерін қалпына келтіру процесі толығымен кездейсоқ болып табылмайды, бұл желіде жөндеу жұмыстарын орындау кезінде туындайтын ұйымдастырушылық жағдайларға байланысты.

3) Құбырлардың жыл мезгілдерінен істен шығу қарқындылығының тәуелділігі талданды. Жыл маусымы Ақтөбе су құбырының барлық жүйесінде пайда болатын авариялардың жалпы санына айтарлықтай әсер етпейтіні анықталды.

4) Статистикалық зерттеулер нәтижелері бойынша Ақтөбе су құбыры үшін құбырлардың істен шығу қарқындылығының орташа өлшенген мәні  $w$  0,5 1/жыл·км-ге тең.

5) Соңғы жылдары «Ақбұлақ» АҚ кеңінен пайдаланатын шар тәрізді графиті бар беріктігі жоғары шойыннан жасалған құбырлардың апаттылығы болат құбырлар мен сұр шойыннан жасалған құбырлардың апаттылығына карағанда едәуір төмен екені анықталды.

6) Жалпы статистикалық зерттеулер нәтижелері Ақтөбе су құбыры құбырларын пайдалану шарттары мен тұрақтылығын тұрақсыздандыратын құбыр сенімділігіне олардың әсер ету дәрежесі бойынша факторлар мынадай ретпен саралануы мүмкін екендігін көрсетеді: құбыр материалы мен оның сапасы, диаметрі, оқшаулау жабынының болуы мен сапасы, төселген жылы, желідегі арынның өзгеру шамасы мен динамикасы, топырақ жағдайлары, кезбе токтардың болуы, учаскеде болған авариялар саны, автомобиль қозғалысының қарқындылығы, жыл маусымы.

7) Бас тартудың ең көп саны арматураның жұмыс органында коррозия, эрозия және діріл нәтижесінде пайда болады.

### 3 Сумен жабдықтаудың сыртқы желілерінде әртүрлі материалдардан жасалған құбырларды қолданудың техникалық-экономикалық негіздемесі (ПВХ, ШГБШ, ПЭ)

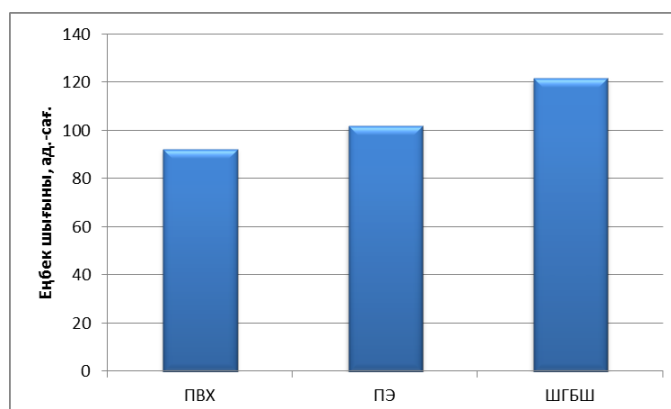
Әр түрлі материалдардан, атап айтқанда ПВХ, ПЭ, ВЧШГ құбырлардан ашық тәсілмен 96 м су құбырының сыртқы желілерін төсеуге кететін еңбек шығындары 1987 жылы іске қосылған «құрылыс, монтаждау және жөндеу-құрылыс жұмыстарына бірыңғай нормалар мен бағалар» бойынша есептелді және тиісінше 5 кестеде көрсетілген.

Төсеу шарттары: топырақтың II тобы (саздақ), негіздің түрі – табиғи, салыну тереңдігі – 5 м, қосылыс түрі – ПВХ-дан жасалған құбырларға және ШГБШ-дан жасалған құбырларға арналған резина тығыздағыш сақиналарды қолдана отырып, кең табанды біріктіру, ПЭ-дан жасалған құбырларға арналған дәнекерлеу.

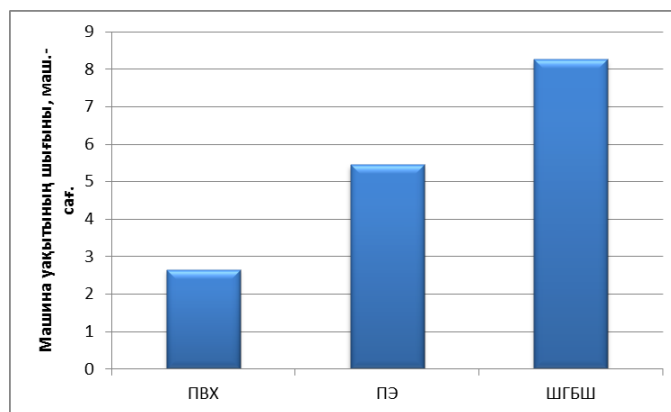
Құбырлар үшін: ПВХ құбыр – 6 м, ПЭ құбыр – 12 м, ШГБШ құбыр – 6 м.

5 Кесте – Құбырды әртүрлі материалдардан салудың қорытынды көрсеткіштері

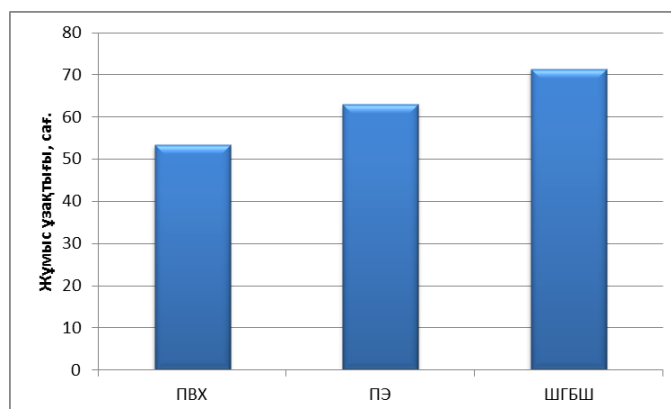
Көрсеткіш	ПВХ	ПЭ	ПВХ-мен салыстырғанда	ШГБШ	ПВХ-мен салыстырғанда
Су құбырының ұзындығы, м	96	96	-	96	-
Еңбек шығыны, ад.-сағ	92,14	101,9	9,6%	121,58	32%
Машина уақытының шығыны, маш.-сағ	2,65	5,45	105%	8,25	211%
Жұмыстың ұзақтығы, сағ	53,38	63,07	15,4%	71,38	34%



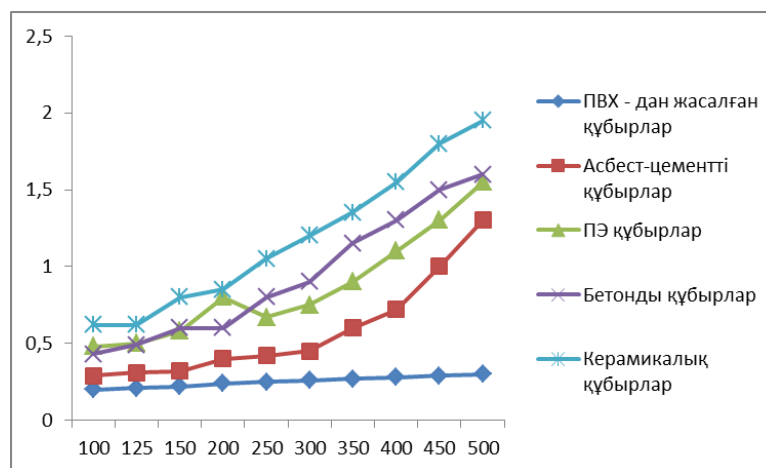
3.1 Сурет – Құбырлар бойынша еңбек шығындарының көрсеткіші



3.2 Сурет – Құбырлар бойынша кететін машина уақытының шығыны



3.3 Сурет – Құбырлар бойынша кететін жұмыс уақытының шығыны



3.4 Сурет – Әр түрлі материалдардан құбырларды төсеуге кететін уақыт шығындарының диаграммасы

## ҚОРТЫНДЫ

Су құбыры желісінің ұзақ уақыт қарқынды түрде жұмыс жасауына көптеген факторларлар әсер етеді. Су құбырларының істен шығуының бірден бір себебі қызметкерлердің проффесионалдығына алып келеді. Бұл шамада қызметкерлердің біліктілігін арттыру, оқу, үйрету жұмыстары жүргізіледі. Құбырлардың істен шығуының тағы да бір себебі техникалық бұзылулар. Статистикалық зерттеулерден түйетініміз, құбырлардың істен шығуы мына себептерге байланысты екен: құбыр материалы мен оның сапасы, диаметрі, оқшаулау жабынының болуы мен сапасы, төселген жылы, желідегі арынның өзгеру шамасы мен динамикасы, топырақ жағдайлары, кезбе токтардың болуы, учаскеде болған авариялар саны, автомобиль қозғалысының қарқындылығы, жыл маусымы.

«Ақбұлақ» АҚ деректерін талдай отырып, жыл маусымының су желісіне әсері қатты білінбейтіні байқалды, білінген жағдайда да құбырлар көбіне көктем, күз айларында істен шығатыны белгілі болды.

Көбіне аварияларда орын алатын жағдай құбырлардың ішкі және сыртқы коррозиясының әсерінен пайда болатын тесіктер.

Статистикалық зерттеулер нәтижелері бойынша Ақтөбе су құбыры үшін құбырлардың істен шығу қарқындылығының орташа өлшенген мәні 0,5 1/жыл·км-ге тең екендігі анықталды.

Соңғы жылдары Ақтөбе қаласының құбырлары шойыннан іші полиэтиленмен қапталған шар тәрізді графиты бар шойын құбырларға ауыстырылып жатыр. Осы жағдайды зерттей келе, шар тәрізді графиті бар шойын құбырлардың әлдеқайда жарамдылығы жоғары екендігі анықталды.

Ақтөбе қаласындағы су құбырларының сенімділігін арттыру үшін мынадай іс-шараларды атқару керек: жоғары сенімді және берік құбырлар мен жабдықтарды пайдалану, су құбыры желілерін салу және пайдалану сапасын жетілдіру қажет. Сонымен қатар, қаланың су құбыры желісін пайдаланудың техникалық регламенті қажет, ол сенімділік критерийлерін, оның жай-күйін және желілерде нақты орындалатын жұмыстарды қамтамасыз етуді ескере отырып әзірленген.

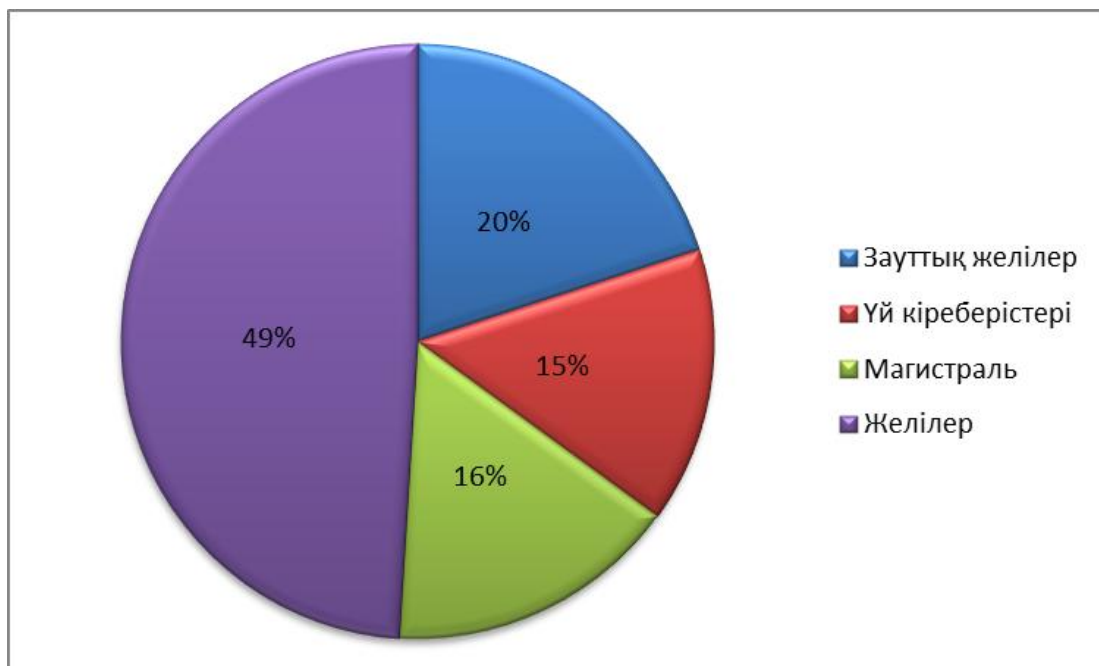
Сонымен дипломдық жобаны қорыта келгенде жобаның нәтижесі бойынша «Ақбұлақ» АҚ су құбыры торабының сенімділігін арттыру үшін жоғарыдағыдай ұсыныс берілді. Дипломдық жұмыста қарастырылған математикалық модельдеу арқылы әрбір учасоктарды қазып отырмай, сол учасоктардығы құбырлардың қаншалықты қолданыста бола алатындығын анықтап береміз. Осы тәсілді басқа қаладағы су құбыры тораптары да пайдалана алады.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

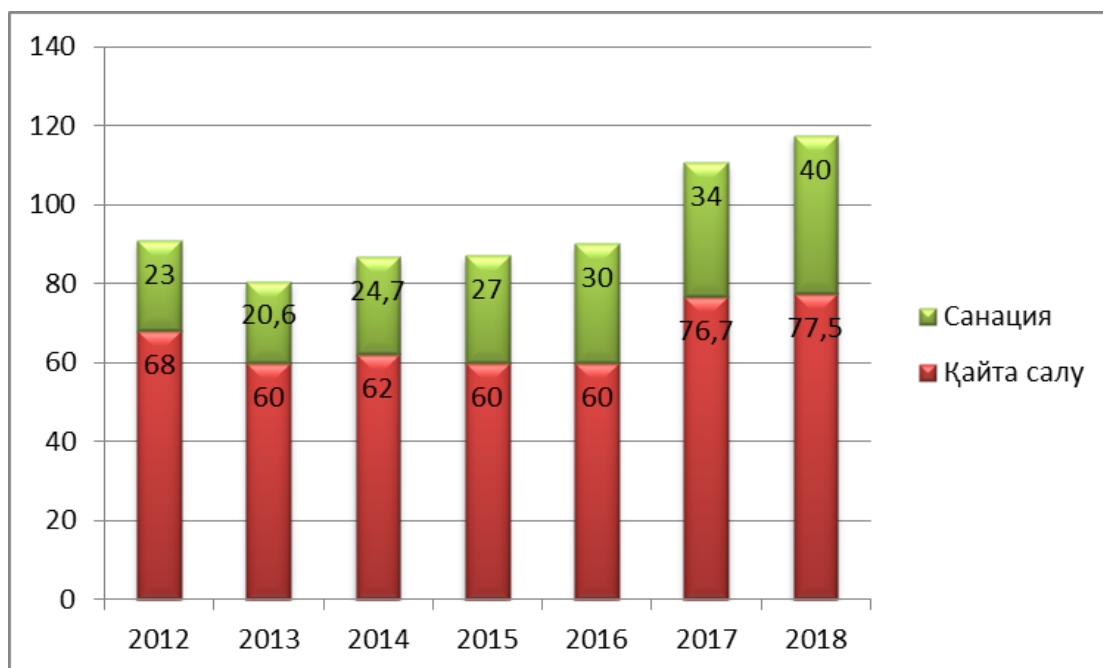
- 1 Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. – М.: Стройиздат, 1980, 89 бет.
- 2 Климиашвили Л.Д., Примин О.Г. Некоторые вопросы надежность-технологического расчета систем транспортирования воды // Сб. научн. труд. Груз. политехн. ин-та им. В.И. Ленина «Рациональное использование водных ресурсов, водоподготовка и обезвреживание сточных вод», №12 (294). – Тбилиси: ГПИ, 1985, 112 бет.
- 3 Мордясов М.А., Шведов В.Н., Шведов В.В., Горнев Ю.В., Желницкий О.В. Инспекционные телероботы и диагностика состояния подземных трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника. 1998. №17.
- 4 Примин О.Г. Проблема оценки надежности системы водоснабжения г. Москвы – М., 1989.
- 5 Примин О.Г. Информационные технологии для оценки и обеспечения надежности и экологической безопасности сетей водоснабжения города. // Техника для городского хозяйства. 2002. №3.
- 6 Постнова Е.В. Оценка надежности водопроводных сетей железнодорожного водоснабжения. – Л., 1989, 65 бет.
- 7 Примин О.Г. Разработка и применение информационных технологий для оценки и обеспечения экологической безопасности и надежности сетей водоснабжения и водоотведения города: Диссертация доктора технических наук. – М., 2001, 123 бет.
- 8 Ермолин Ю.А., Алексеев М.И. О методологии исследования надежности стареющих элементов и систем водопровода и канализации // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. №9, 53 бет.
- 9 Игнатчик С.Ю., Блинов А.В. и др. Методика сбора и анализа ПВМ данных об авариях и отказах при оценке надежности работы оборудования водоочистных станций системы водоотведения г. Санкт-Петербурга: Научно-технический отчет по 1-му НИР 127-к-35/91. – СПб.: СПбВВИСУ, 1992, 74 бет.
- 10 Ильин Ю.А. Расчет надежности подачи воды. – М.: Стройиздат, 1987.
- 11 Ильин Ю.А. Показатели надежности магистральных трубопроводов водопроводной сети / Тематический сб. АН СССР «Энергетика и транспорт». – М., 1979, 66 – 68 бет.
- 12 Кармазинов Ф.В., Тазедников Г.М., Гумен С.Г., Благонравов А.В. Новые методы канализационных сетей // Водоснабжение и санитарная техника. 1997. №1.
- 13 Ильин Ю.А. Надежность водопроводного оборудования и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985, 131 бет.
- 14 Benmansour A. Etude pathologique de 90 km du reseau d'assainissement nantien. Nouveaux constats et leur prise en comte // Tech. Sci. Meth. 1997. №6.
- 15 Bromell. R.Y Pipes and pipelines. Design criteria and experience in the uses of variorus materials / IWSA 11 th Congress, – Amsterdam, 1990, 57 бет.

- 16 Burgard M. Rehabilitation de conduites par gainage interne // Eau. Ind. Nuis. 1989. 126, 106 бет.
- 17 Chramenkow S.W., Primin O.G. Moskauer Trinkwassernetz – Ermittlung und Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Effektivität seines Betriebs. Zeitschrift Kommunalwirtschaft, Verlagsort Wuppertal, Germany, Heft 4/ 1999, 49 бет.
- 18 General Report 4. Recent techniques in leak detection. IWSA 17 th Congress. – Rio-de-Janeiro, 1988.
- 19 Goldyn R. Role of preliminary reservoirs in protection of the Maltanski reservoir // Abstracts of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. – Ceske Budejovice, 1992.
- 20 Gower M.R., Windsor D.M. Cathodic protection and condition monitoring: residential tower block, N. Lanarkshire // The Structural Engineer. 2000. Vol. 78, №8, 98 бет.
- 21 Hoehn E. The effect of the pre-reservoir on the trophic state of an oligomesotrophic drinking-water reservoir (Kleine Kinzig) in the northern Black Forest, Germany // Abstract of II Intern. Conf. on Reservoir Limnology and Water Quality. – Ceske Budejovice, 1992.
- 22 Holtschulte H. Water Supply, vol. 2. –Brussels 'B: Pergamon Press Ltd, 2001, 58 – 61 бет.
- 23 Mayr H. et al. Entscheidungshilfen für die Rehabilitation von Wasserrohrnetzen. DVWG Hinweis W 401. Bonn, 1997.
- 24 Merlo G. Recent advances in the rehabilitation and improvement of distribution systems and pipelines. IWSA 15<sup>th</sup> Congress, – Rome, 1996.
- 25 Putz K., Benndorf J. The importance of pre-reservoirs for the control of eutrophication of reservoirs // Reservoir Management and Water Supply – an Integrated System, vol.2. – Prague, 1997. P. 165-171, 97 бет.
- 26 Храменков С.В., Примин О.Г. Проблемы и критерии оценки надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы, 1998.
- 27 Храменков С.В., Примин О.Г. Надежность трубопроводных сетей водоснабжения и канализации как фактор экологической безопасности. 1999.
- 28 Храменков С.В., Примин О.Г. Пути обеспечения надежности функционирования городской водопроводной сети в условиях сокращения водопотребления в г. Москве. 2003, 99 бет.
- 29 Роман М. Установление действенных критериев надежности для систем водоснабжения.
- 30 Sugawara H. Some Economic Effects and Practices of Water Leakage Control in Japan // AQUA. 2002, №5.
- 31 Херц Р.К. Процесс старения и необходимость восстановления водопроводных сетей // «Аква». 1996. №9, 168 бет.
- 32 Беляев Ю.К., Богатырев В.А. Надежность технических систем. – М.: – Радио и связь, 1985.
- 33 Барлоу Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность: Пер. с англ. – М.: Наука, 1985.
- 34 Герцбах И.Б. Модели отказов. – М.: Стройиздат, 1986, 81 бет.

## А Қосымша

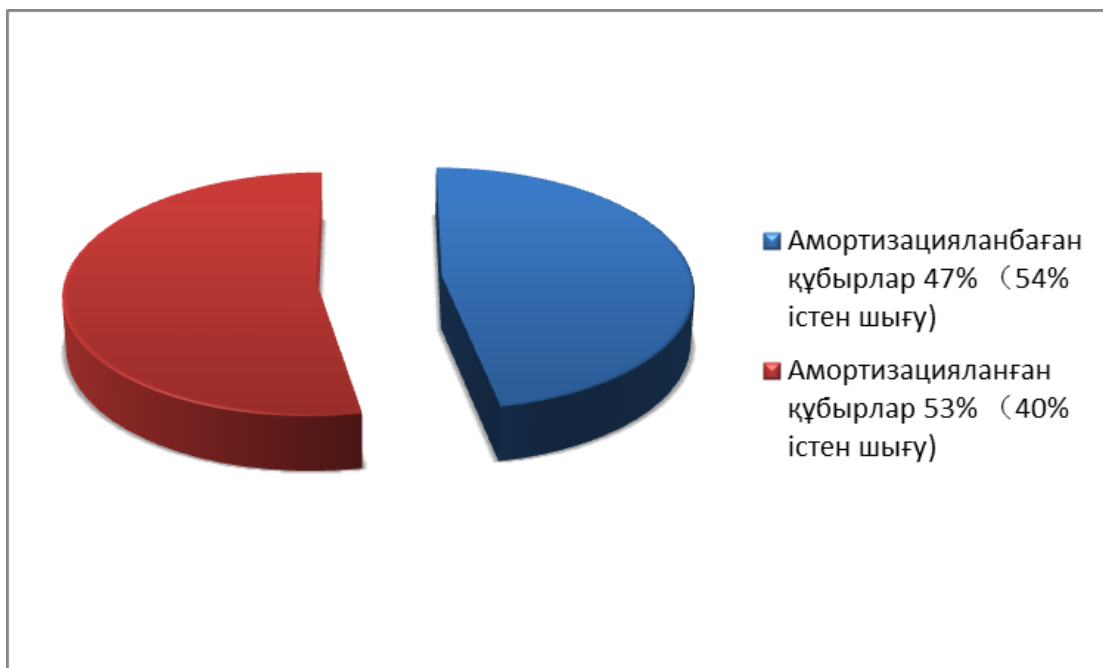


А.1 Сурет – Ақтөбе су құбыры құбырларының пайдаланылуы бойынша ұзындығы



А. 2 Сурет – Ақтөбе су құбырының құбырларын жылдар бойынша қайта салу және санациялау көлемдері

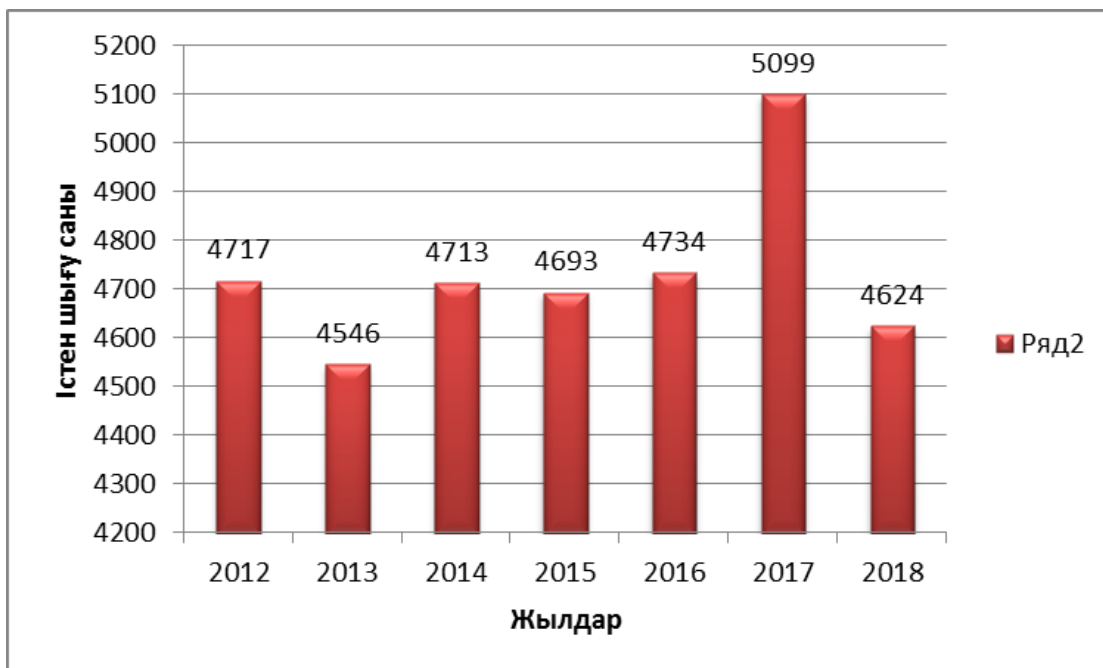
## А Қосымшаның жалғасы



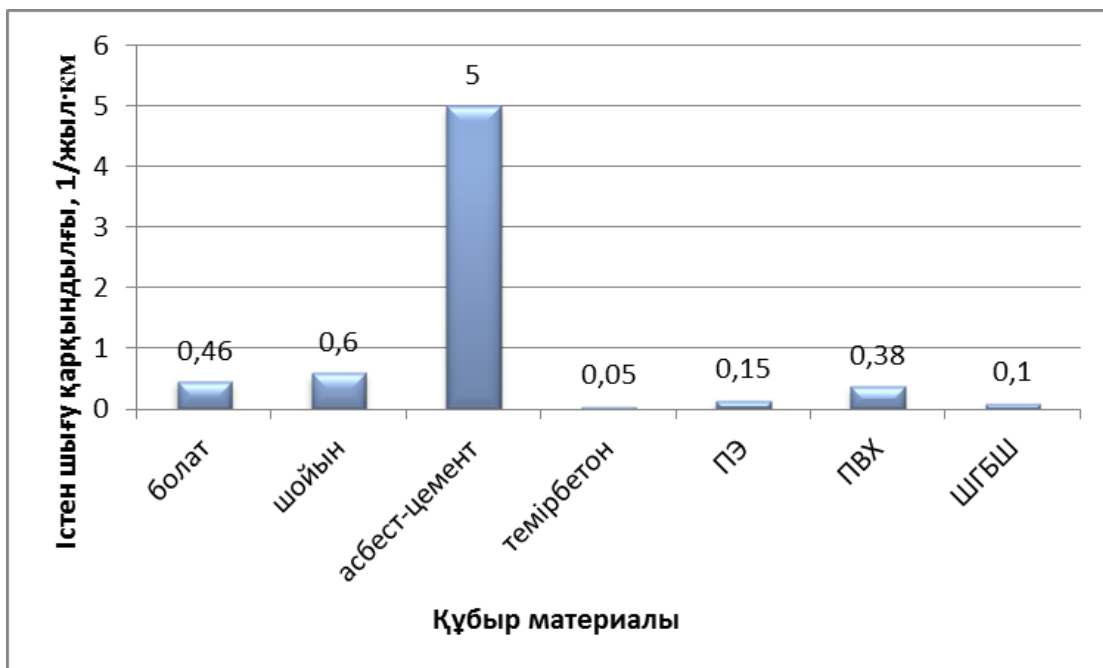
А. 3 Сурет – Ақтөбе су құбыры құбырларының ұзақтығы мен апаттылығы



## Б Қосымша

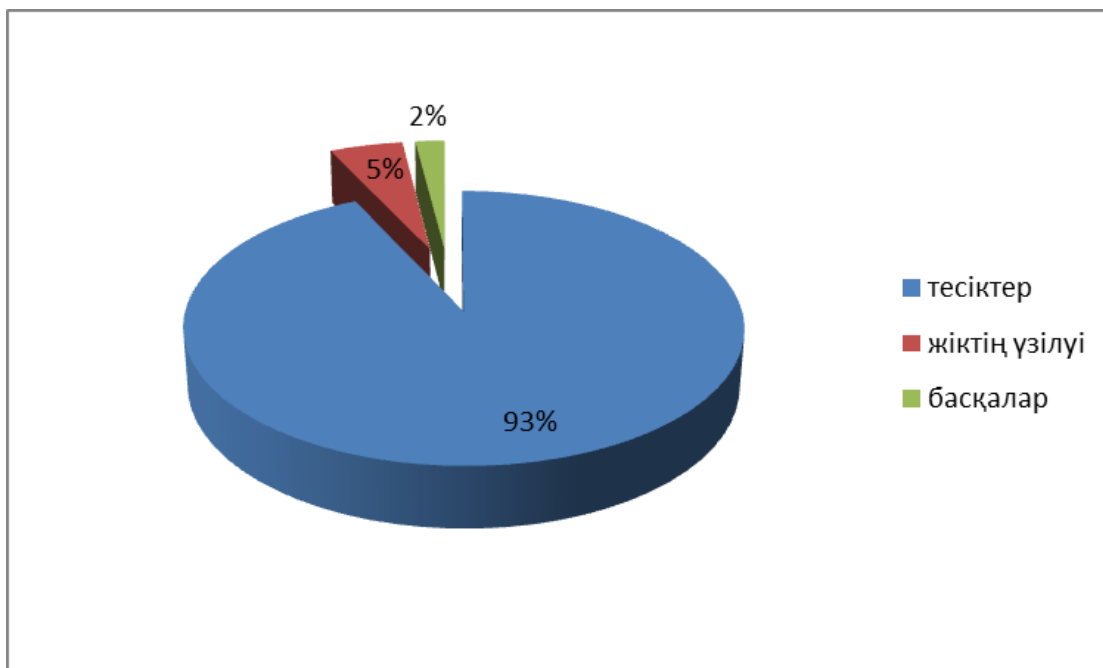


Б.1 Сурет – Жыл бойынша құбырлардың істен шығу санының өзгеруі (қазумен болған авариялар)

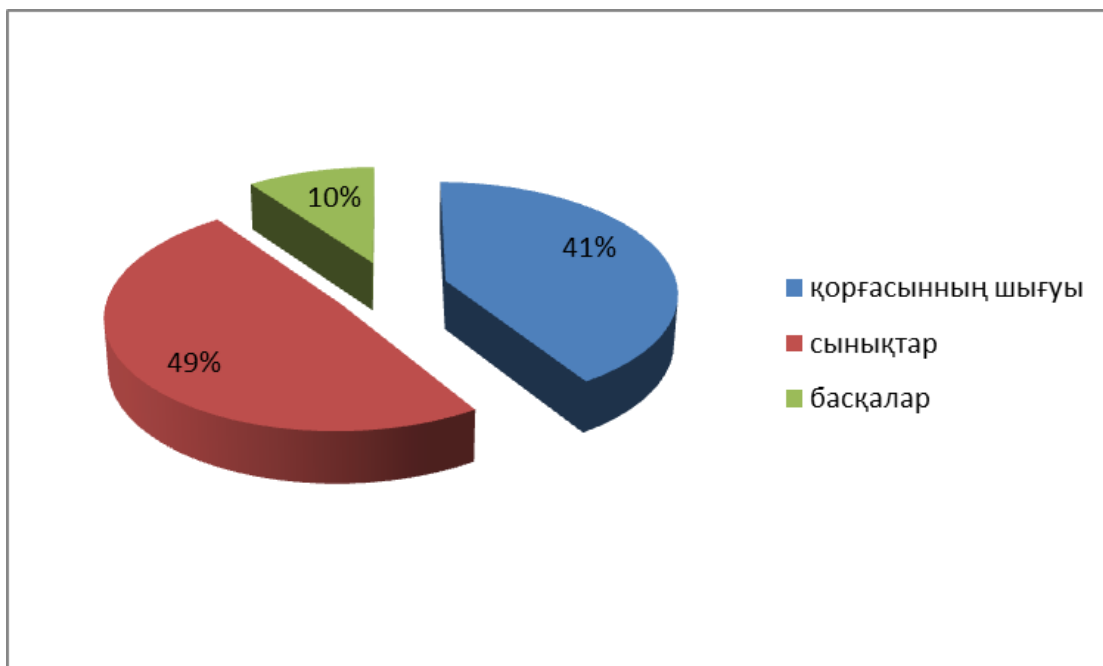


Б. 2 Сурет – Ақтөбе су құбыры құбырларының материалы бойынша істен шығу қарқындылығы

## Б Қосымшаның жалғасы

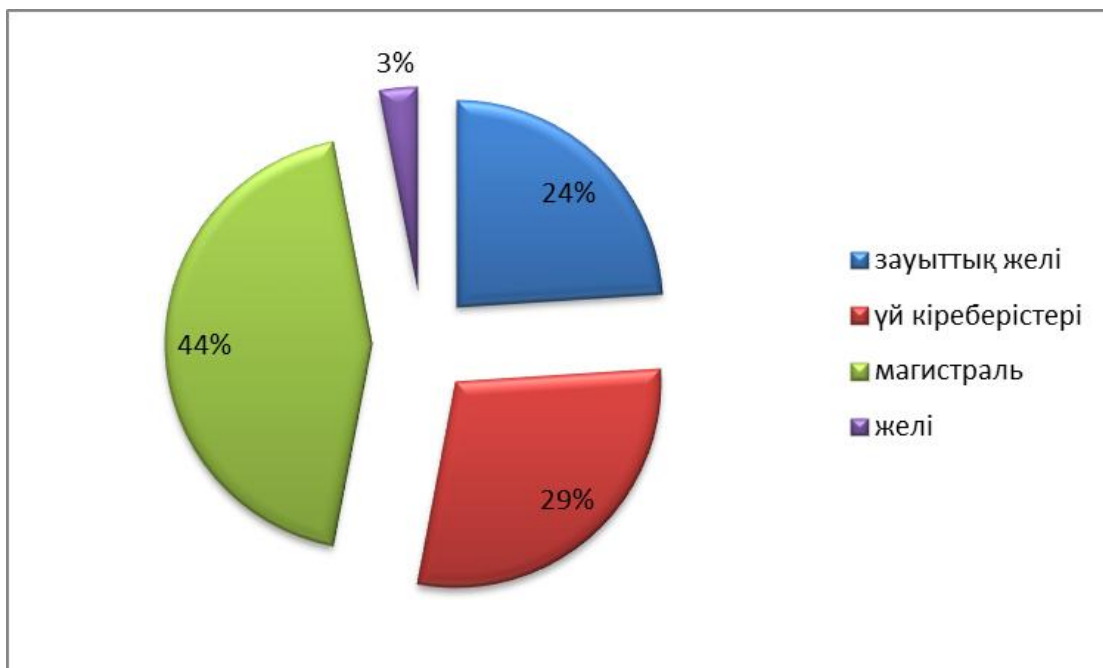


Б. 3 Сурет – Ақтөбе су құбырының болат құбырларындағы зақымдануларды жіктеу



Б. 4 Сурет – Ақтөбе су құбырының шойын құбырларындағы зақымдануларды жіктеу

## Б Қосымшаның жалғасы

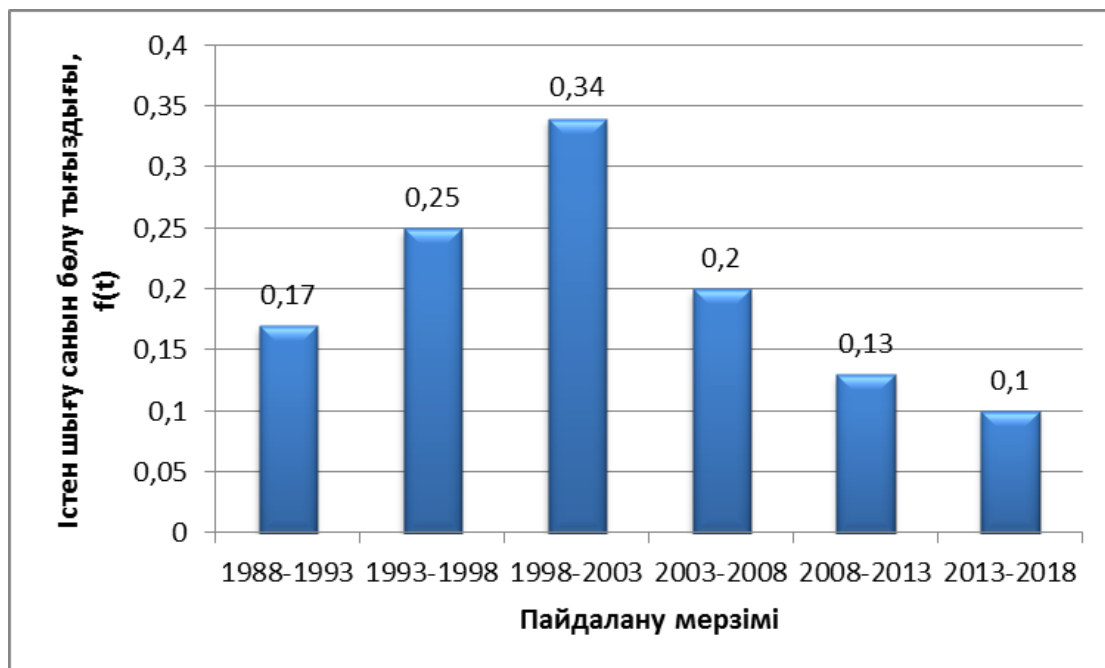


Б. 5 Сурет – Құбыржолдардың мақсаты бойынша судың ағып кетуімен сипатталатын зақымданулар

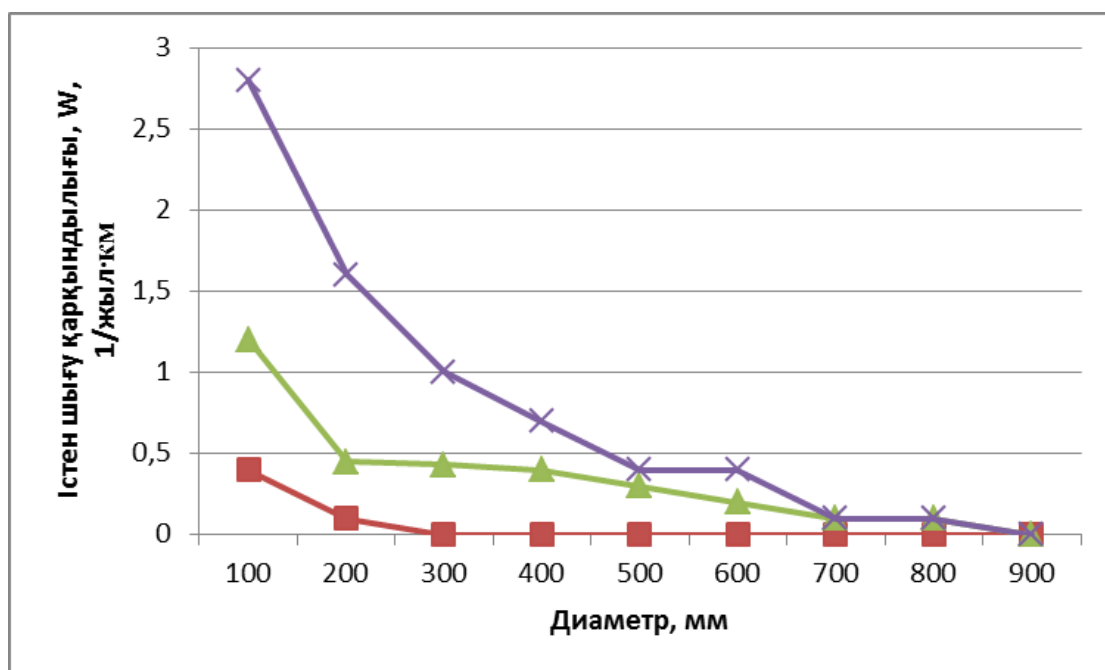


Б. 6 Сурет – Құбыр материалына байланысты су ағып кетуімен сипатталатын зақымданулар, %

## Б Қосымшаның жалғасы

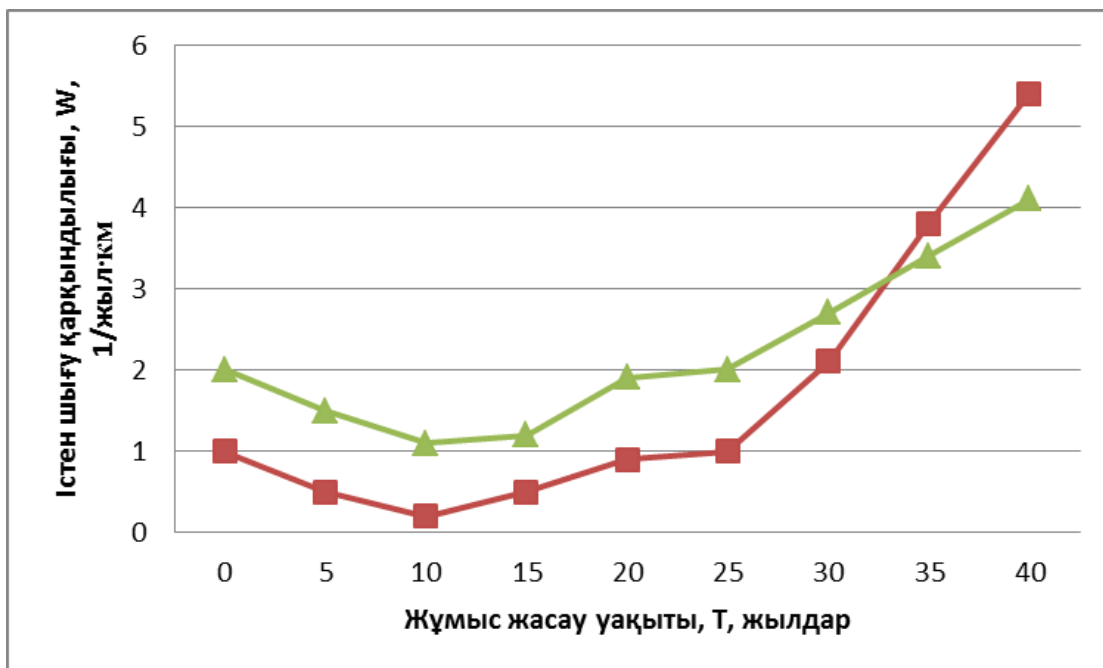


Б.7 Сурет – Ақтөбе су құбырының шойын құбырлары учаскелерінің істен шығуларын Құбырларды төсеу мерзімдерінің аралығы бойынша бөлу тығыздығы ( $D = 250$  мм)

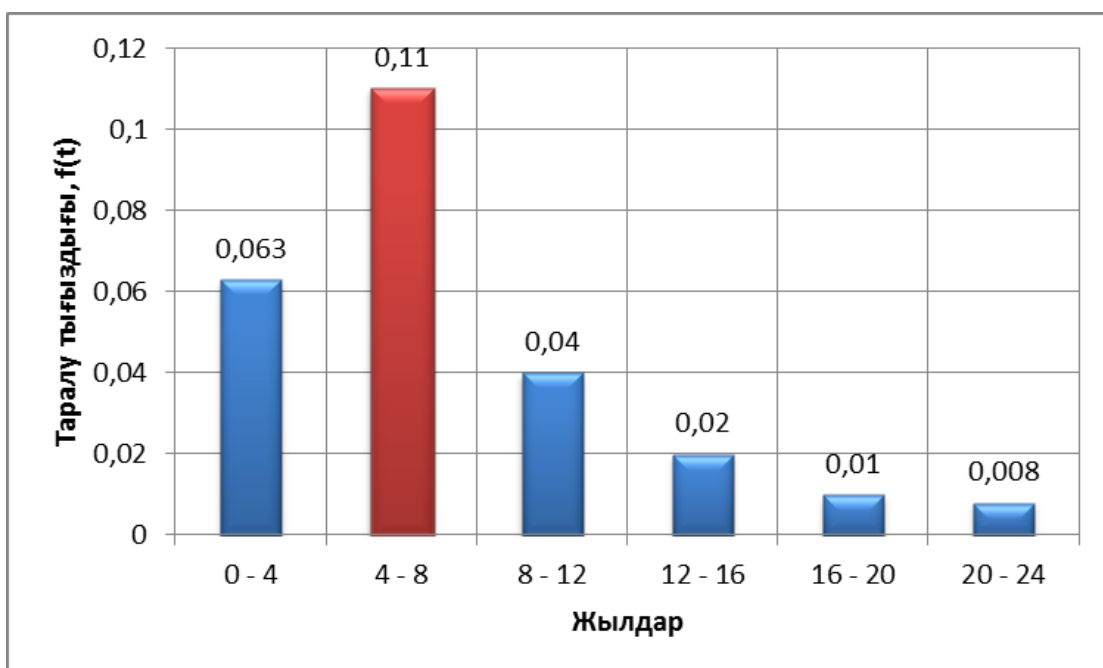


Б. 8 Сурет – Ақтөбе су құбырының болат және шойын құбырларының істен шығу қарқындылығының құбыр диаметрінің шамасынан (жалпы жүйе бойынша) тәуелділігінің эмпирикалық функциялары: 1 – болат; 2 – шойын; 3 – ШГБШ

## Б Қосымшаның жалғасы



Б. 9 Сурет – Ақтөбе қаласының су құбыры желісі құбырларының істен шығу қарқындылығын пайдалану мерзімдері бойынша өзгерту: 1 – шойын (жасыл); 2 – болат (қызыл)



Б. 10 Сурет – Ақтөбе су құбыры желісін пайдалану аудандарының бірінің болат құбыржолдарының істен шығуына істелген жұмыстарды бөлу тығыздығы ( $D = 300$  мм)