

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

ӘОЖ 658.512

Қолжазба құқығында

ЗИНАҒАБДЕНОВА ДАРИҒА РАХЫМЖАНҚЫЗЫ

**Магистральдық құбырлардағы газды есепке алу және баланс үрдістерін
басқарудың автоматтандырылған жүйесі**

6D070200 – Автоматтандыру және басқару

Философия докторы (PhD)
ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Ғылыми кеңесші
техника ғылымдарының докторы,
профессор Оразбаев Б.Б.

Шетелдік ғылыми кеңесші
техника ғылымдарының кандидаты,
доцент
Леонов С.В.
(Ресей)

Қазақстан Республикасы
Нұр-Сұлтан, 2022

МАЗМҰНЫ

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР.....	4
АНЫҚТАМАЛАР.....	5
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР.....	6
КІРІСПЕ.....	7
1 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ГАЗ ТАСЫМАЛДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ.....	11
1.1 Газды бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесі.....	11
1.2 Қазақстанның газ тасымалдау жүйесі.....	13
1.3 Қолданыстағы ақпараттарды жинау жүйесі.....	21
1.3.1 Ақпараттарды жинау жүйесінің құрылымы және жұмысы.....	21
1.3.2 Жүйе іске асыратын функциялардың құрамы мен міндеттері.....	23
1.3.3 Технологиялық объектілердегі АЖЖ-нің техникалық жабдықтар кешені.....	26
1.3.4 Газды есепке алуға қажетті деректерді тасымалдау.....	28
1.3.5 АЖЖ-нің бағдарламалық жасақтама құрамы.....	29
1.4 Мәселелерді талдау және оларды шешу жолдарын зерттеу.....	32
1-бөлім бойынша қорытындылар.....	35
2 ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУ ТӘСІЛДЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ.....	37
2.1 Жұмыс жағдайында газ шығыны мен көлемін өлшеу әдісі.....	37
2.2 УДШТ корпусының геометриялық параметрлерінің өзгеруіне байланысты газ шығыны мен көлемін өлшеудегі қосымша қатені есептеу тәртібі	42
2.3 Газ шығыны мен көлемін стандартты жағдайларға келтіру әдістері....	46
2.4 Газдың термофизикалық сипаттамаларын және физика-химиялық параметрлерін анықтау.....	48
2.5 МГҚ-дағы газ көлемін есепке алу жүйесі.....	50
2.5.1 Құбырдағы газды желілік теңдестіру әдісі (LB).....	51
2.5.2 Тұрақты режимдегі газ балансының көлемдік әдісі (VB).....	51
2.5.3 Динамикалық режимдегі араласқан газдардың балансының көлемдік әдісі.....	53
2.5.4 Динамикалық режимдегі газ балансының көлемдік әдісі.....	53
2-бөлім бойынша қорытындылар.....	55
3 ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУДЫҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ДИСБАЛАНСТЫ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	56
3.1 МГҚ арқылы тасымалданатын газдың балансының математикалық моделі.....	58
3.2 МГҚ-дағы газ қорының моделі.....	61
3.3 Өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындардың моделі.....	61
3.4 Дисбалансты анықтауға арналған әдістеме мен оның алгоритмі.....	73
3-бөлім бойынша қорытындылар.....	82
4 ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАУҒА, ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУҒА ЖӘНЕ ДИСБАЛАНСТЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН	

АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ЖАСАҚТАУ	83
4.1 Деректерді жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйенің сипаттамасы.....	83
4.2 «Бұқара Газды Ауданы-Ташкент-Бішкек-Алматы» учаскесінің жұмысының нәтижелері бойынша газдың дисбалансын анықтау және оның пайда болу себебі туралы шешім қабылдау мүмкіндігін тексеру нәтижелері.....	89
4-бөлім бойынша қорытындылар.....	91
ҚОРЫТЫНДЫ	92
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	94
ҚОСЫМША А – Шығыс деректері.....	100
ҚОСЫМША Б – Есептеулер нәтижелері	120
ҚОСЫМША С – Өндіріске енгізу туралы акт	122

НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Диссертациялық жұмыста келесідей мемлекеттік үлгіқалыптарға сілтемелер жасалды:

ҚР МЖМБС 5.04.034 – 2011. Қазақстан Республикасының Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарты. Жоғары оқу орнынан кейінгі білім. Докторантура». Негізгі ережелер ҚР білім және ғылым министрімен бекітілген. «17» маусым 2011 ж. №261 ж.

Диссертацияларды және авторефераттарды рәсімдеу бойынша нұсқаулық ҚРБҒМ, Жоғарғы аттестаттау комитеті.

МЕМСТ 7.32 2001. Ғылыми зерттеу жұмыстары туралы есеп. Рәсімдеудің ережесі мен құрылымы.

МЕСТ 7.1-2003. Библиографиялық жазба.

МЕМСТ 2939-63. Газдар. Көлемді анықтау шарттары.

Қазақстан Республикасы Энергетика министрінің Бұйрығы. Магистральдық газ құбырларын пайдалану қағидаларын бекіту туралы: 2015 жылдың 22 қаңтары, №33 бекітілген.

МЕМСТ 8.611 – 2013 Газдың шығыны мен мөлшері. Ультрадыбыстық шығынды түрлендіргіштермен өлшеу әдістемесі.

МЕМСТ 8.566 – 2011 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Заттар мен материалдардың физикалық константалары мен қасиеттері туралы мемлекетаралық деректер жүйесі. Негізгі ережелер.

МЕМСТ 15528 – 86 Ағып жатқан сұйықтар мен газдардың шығынын, көлемін немесе массасын өлшеуге арналған құралдар. Терминдер мен анықтамалар.

МЕМСТ 17310 – 2002 Газдар. Тығыздықты анықтаудың пикнометриялық әдісі.

МЕМСТ 30319.1 – 96 Табиғи газ. Физикалық қасиеттерді есептеу әдістері. Табиғи газдың, оның құрамдас бөліктерінің және оны өңдеу өнімдерінің физикалық қасиеттерін анықтау.

МЕМСТ 31369 – 2008 Табиға газ. Компоненттің құрамы бойынша жану жылуын, тығыздықты, салыстырмалы тығыздықты және ВОББЕ санын есептеу.

МЕМСТ 31370 – 2008 Табиғи газ. Үлгі алу нұсқаулығы.

МЕМСТ 31371 – 2008 Табиғи газ. Белгісіздікті бағалаумен газ хроматографиясы арқылы құрамын анықтау. Бөлім 7. Компоненттердің мольдік үлесін өлшеу әдістемесі.

МЕМСТ Р МЭК 62264 – 3 – 2012 Кәсіпорынды басқару жүйелерін интеграциялау. Бөлім 3. Технологиялық операцияларды басқарудың моделі.

АНЫҚТАМАЛАР

Диссертациялық жұмыста төмендегідей анықтамаларға сәйкес терминдер қолданылды:

Автоматтандырылған басқару жүйесі – бұл технологиялық үрдіс, өндіріс немесе кәсіпорын ішіндегі әр түрлі процестерді басқаруға арналған аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етудің, сондай -ақ персоналдың кешені.

Автоматтандырылған газды есептеу жүйесі – газ тасымалдау үрдістерінде өлшеулер мен басқа реттелетін процедуралар негізінде жүзеге асырылатын газдың көлемін мен физикалық -химиялық көрсеткіштерін есепке алуды басқаруға арналған аппараттық және бағдарламалық құралдар кешені.

Газды коммерциялық есепке алу – бұл жеткізуші, газ тасымалдау ұйымы, газ тарату ұйымы мен газ тұтынушы арасындағы есеп айырысуға негіз ретінде жүргізілетін газды есепке алу.

Газ құбыры – бекітпе арматурасы бар, бір-бірімен қосылған құбырлардан тұратын және газ тәріздес немесе екі фазалық күйдегі газды тасымалдауға арналған құрылыс.

Тауарлық газ – құрамында метаны басым көмірсутегілердің газ тәріздес күйде болатын, шикі газды өңдеу өнімі болып табылатын және құрамдастарының сапалық және сандық құрамы бойынша техникалық регламенттер мен ұлттық стандарттардың талаптарына сай келетін көпқұрамдас қоспасы.

Магистральдық газ құбыры – тасымалданатын газдың қысымын арттыруды және төмендетуді қамтамасыз ететін бір немесе бірнеше газ құбырынан (желілік бөліктен) және олармен ұштасып жатқан объектілерден, телебасқару, байланыс құралдарынан және өзге де коммуникациялардан тұратын, тауарлық газды тасымалдауға арналған инженерлік құрылыс.

Тасымалдау – газ құбырлары арқылы шикі немесе тауарлық газды айдаудың технологиялық процесі.

Есепке алу аспаптары – мынадай функцияларды: газды өлшеуді, жинауды, сақтауды, оның шығысы, көлемі, температурасы, қысымы және аспаптардың жұмыс уақыты туралы ақпарат көрсетуді орындайтын өлшеу құралдары мен басқа да техникалық құралдар;

Коммерциялық есепке алу үшін газ балансы (газ балансы) – бұл есептік қадамда газ беру немесе газ тарату жүйесіне жеткізілетін газдың жалпы көлемімен, осы жүйелерден газдың соңғы тұтынушыларына берілген газ көлемінің қосындысы, тасымалдау бойынша қызмет көрсететін ұйымдардың меншікті және технологиялық қажеттіліктері, сондай-ақ технологиялық шығындар мен газ шығыны көлемі арасындағы теңдігі.

Дисбаланс – бұл тәулігіне немесе есепті кезеңде құбырлы желіге кірген және одан коммерциялық есепке қатысушылар алған (есепке алынбаған газ) газ мөлшерінің арасындағы айырмашылық.

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

АБЖ	– автоматтандырылған басқару жүйесі
АЖ	– ақпараттық жүйе
АЖЖ	– ақпараттарды жинау жүйесі
АЖО	– автоматтандырылған жұмыс орындары
БДО	– біріңғай диспетчерлік орталық
БЖ	– бағдарламалық жасақтама
БӨАЖА	– бақылау өлшеу аспаптары және автоматика
БТК	– бағдарламалық техникалық кешен
ГАЖ	– географиялық ақпараттық жүйе
ГТЖ	– газ тасымалдау жүйесі
ГӨС	– газды өлшеу станциясы
ГТС	– газ тарату станциясы
ГФХП	– газдың физикалық-химиялық параметрлері
ДЖГЕАЖ	– деректерді жинап, газды есепке алудың автоматтандырылған жүйесі
ДСЖ	– деректерді сақтау жүйесі
ДТШ	– деректерді телеөңдеу кешені
ЖӨБ	– желілік өндірістік басқарма
КС	– компрессорлық станция
МББЖ	– мәліметтер базасын басқару жүйесі
МГҚ	– магистральдық газ құбырлары
МГҚБ	– магистральдық газ құбырларының басқармасы
НБТ	– негізгі басқару тақтасы
ӨЖ	– өлшеу жүйесі
ӨҚжТШ	– өзіндік қажеттіліктер және технологиялық шығындар
ӨҚ	– өлшеу құбыры
ТЖК	– техникалық жабдықтар кешені
ТЭМП	– түрлендіргіштің электрондық мәліметтер парағы
УДШТ	– ультрадыбыстық шығынды түрлендіргіш
ЭАТ	– электроакустикалық түрлендіргіш
ЭҚОЕ	– электр қондырғыларын орнату ережелері

КІРІСПЕ

Зерттеу тақырыбының өзектілігі. Қазақстанда жыл сайын энергетика саласындағы газдың үлесі «2030 жылға дейінгі газ секторын дамыту тұжырымдамасында» қарастырылған газ құбырларын салу және елді ауқымды газдандыру есебінен артып келеді.

Оңтүстік, орталық және солтүстік аймақтарды газдандыру барлық магистральдық газ құбырларын бірыңғай газ тасымалдау жүйесіне біріктірудің арқасында мүмкін болды. Нәтижесінде Қазақстан Республикасының газды тасымалдау және тарату жүйесінің барлық магистральдық газ құбырлары бірыңғай газ тасымалдау жүйесі ретінде жұмыс жасайды.

Қазіргі уақытта Қазақстанның ГТЖ-сі реверстік учаскелері бар көп желілі жиырмаға жуық магистральдық газ құбырларынан тұрады.

Еліміздің газ тасымалдау жүйесі өзінің географиялық орналасуына байланысты көрші елдер арасындағы газ тасымалдаудың негізгі транзиттік маршрут болып табылады. Соған байланысты Қазақстанның ГТЖ-нің құрамына осы жүйені көршілес елдердің ГТЖ және тарату желілерімен байланыстыратын бөлімдер кіреді.

Газды транзиттік және экспортқа тасымалдауда және ішкі нарыққа жеткізу кезінде Қазақстанның ГТЖ «ҚазТрансГаз» ұлттық компаниясы басқарады.

Бүгінгі күні газ тасымалдау мен газды тарату саласындағы өзекті мәселе олардың айналымын есепке алудың [1] қолданыстағы жүйесінің жетілмегендігі болып табылады. Соның салдарынан дисбаланс туындайды. Дисбаланс деп ГТЖ-не кірген және шыққан газдың көлемінің теңсіздігі түсініледі.

Газ тасымалдау жүйесіндегі теңсіздік жоғары техникалық-экономикалық шығындарға, газды құбырға жеткізушілер, газды тасымалдаушы және құбырдан газды тұтынушылар арасындағы келіспеушіліктер мен дауларға алып келеді. Егер баланс теріс болса, газ тасымалдаушы компания шығынға ұшырайды да, ал магистральдық газ құбырларына газ беруші немесе құбырдан газ тұтынушы негізсіз пайдаға ие болады. Керісінше, баланс оң болған жағдайда тасымалдаушы компания сол оң баланстың көлемінде негізсіз пайдаға кенеледі де, құбырға газ беруші немесе құбырдан газ тұтынушы оң мәннің көлемінде шығынға ұшырайды. Сондықтан тасымалданатын газды тиімді және қауіпсіз тасымалдау үшін, газды есепке алу және дисбалансты тауып, оның себептерін анықтау үшін зерттеу жүргізу теориялық және практикалық тұрғыдан өзекті болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты. Газ тасымалдау жүйесінің объектілерінен газдың технологиялық параметрлері мен газдың көлемдік көрсеткіштерін жинап, сол жинаған деректерді негізге ала отырып газды есепке алу мен баланс үрдістерін басқарудың автоматтандырылған жүйесін құру және тәжірибе жүзінде тиімділігін анықтау.

Зерттеу міндеттері. Тұжырымдалған мақсатқа жету үшін келесі ғылыми міндеттер қойылады және шешіледі:

- газдың технологиялық параметрлері мен газдың көлемдік көрсеткіштерін жинап, газды есепке алуға арналған автоматтандырылған жүйе құру;

- магистральдық құбырлар арқылы тасымалданатын газды есепке алу және баланс үрдістерін басқаруға мүмкіндік беретін газ балансының математикалық моделін құру;

- автоматтандырылған жүйенің газды есепке алу модуліндегі газ дисбалансын анықтау әдістемесін және оның алгоритмін қалыптастыру.

Зерттеу нысаны – диссертациялық жұмыста зерттеу нысаны болып Қазақстан республикасының газ тасымалдау жүйесінің магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газды есепке алу мен баланс үрдісі табылады.

Зерттеу пәні – зерттеу пәніне магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газды есепке алу мен баланстың технологиялық үрдісін басқару жүйесі, эксплуатациялық деректерді жинау, сонымен қатар дисбалансты анықтауға арналған әдістері жатады.

Зерттеу тәсілдері. Берілген міндеттер теориялық және практикалық ізденістер арқылы шешілді. Қойылған міндеттерді шешу барысында автоматты басқару теориясы, бақылаудың және үрдістерді басқарудың статистикалық әдістері, ықтималдылықтар теориясы, математикалық статистика тәсілдері және сараптамалық бағалау мен зерттеу нәтижелерін өндірістік-тәжірибелік тексеру әдістемелері қолданылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми тұжырымдамалар мен нәтижелер:

а) газдың технологиялық параметрлері мен газдың көлемдік көрсеткіштерін жинауға, газды есепке алу және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйе;

б) магистральдық құбырлар арқылы тасымалданатын газды есепке алу және баланс үрдістерін басқаруға мүмкіндік беретін газ балансының математикалық моделі;

в) автоматтандырылған жүйенің газды есепке алу модуліндегі газдың дисбалансын анықтайтын әдістеме мен оның алгоритмі.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы. Зерттеу барысында алынған нәтижелерінің ғылыми жаңалығы мыналарда:

1. Магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газды есепке алуды жақсарту үшін технологиялық параметрлер мен газдың көлемдік көрсеткіштерін өрістік деңгейден бірінғай диспетчерлік орталықтың серверіне жинап, газды есепке алу және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйе ұсынылды. Бұл жүйенің жаңалығы газдың балансын сағат сайын есептеу арқылы құбырдағы газдың динамикасының өзгеруін анықтауға мүмкіндік береді және дисбалансты уақытында анықтау арқылы газды есепке алуды жақсартады.

2. Магистральдық құбырлар арқылы тасымалданатын газды есепке алу және баланс үрдістерін басқаруға мүмкіндік беретін газ балансының математикалық моделі құрылды. Бұл модельдің жаңалығы құбырдағы газ

қорының өзгеруін есепке ала отырып, газдың балансын уақыт интервалында дұрыс шығарып, магистральдық құбырлар арқылы газды тасымалдаудың оңтайлы технологиялық режимін таңдауға және соңғы тұтынушыға дейін газды іркіліксіз, қауіпсіз, әрі тиімді жеткізуді басқаруға мүмкіндік береді.

3. Газдың дисбалансын анықтауға арналған әдістеме. Бұл әдістің басқа да көптеген әдістерден айырмашылығы, газ дисбалансының көрсеткіштерін анықтап, визуализация жасап қана қоймай, сонымен қатар осы дисбаланс себебін анықтауға мүмкіндік берді.

Диссертацияның басқа зерттеу жұмыстарымен байланысы. Ұсынылған диссертация Л.Н. Гумилев атын. Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының ғылыми-зерттеу бағытына сәйкестендіріліп дайындалған. Бұл диссертациялық жұмыс «ҚазТрансГаз» АҚ-ның «Ақпараттарды жинау және газды есепке алудың автоматтандырылған жүйесін диспетчерлендіру» жобасымен интеграцияланған.

Жұмыстың практикалық маңыздылығы:

Ұсынылған жүйе объектілерден деректерді жинап, дисбалансты уақытында анықтап, есепке алуды жақсартады, сонымен қатар газ тасымалдау жүйесінің жұмыс режимдеріндегі өзгерістерді 24/7 бақылап, газ тасымалдау үрдісін тиімді, жедел және қауіпсіз басқаруға мүмкіндік береді.

Газ балансын есептеудің математикалық моделі магистральдық газ құбырларына газ жеткізушелерден келген газ бен тұтынушыларға кеткен газ көлемін нақты есептеуді жақсартады.

Дисбалансты анықтауға арналған әдістеме ГТЖ-дегі газ дисбалансының жалпы көрсеткіші ретінде және газбен жабдықтау мен тұтыну жүйелерінің әрбір элементі үшін екі жақты F-тесті қолданып, магистральдық газ құбыры учаскесіндегі газ дисбалансын және осы дисбаланстың маңызды себебін анықтауға мүмкіндік береді.

Жұмыс нәтижелерін ендіру. Диссертациялық зерттеу нәтижелері практикада келесі нысандар мен процесстерге ендірілді:

1. Қазақстан республикасының ұлттық газ операторы «ҚазТрансГаз» АҚ-ның газ тасымалдау жүйесінің «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» (БГА-ТБА) магистральдық газ құбырында практика жүзінде дәлелденіп, еліміздің газ тасымалдау жүйесіне енгізілді (Қосымша С).

Ізденушінің жеке үлесі. Жұмысты орындауда ізденушінің жеке үлесі мыналарға негізделеді:

- зерттеу мақсаттарын тұжырымдау және оларды жүзеге асыру әдістері;
- газды есепке алу мен баланс үрдістеріндегі дисбалансты анықтауға арналған әдістеме жасақтау;
- магистральдық құбырлардағы газ балансын дәл есептеудің математикалық моделін құру;
- автоматтандырылған жүйені құруда бағдарламашыларға газды есепке алудың алгоритмін жасақтау;
- өндірістік жағдайларда зерттеу нәтижелерін тәжірибелік іске асыру.

Диссертациялық жұмыс нәтижелерінің апробациясы. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері мен ғылыми тұжырымдары Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының ғылыми семинарларында және келесі халықаралық-тәжірибелік конференцияларда баяндалып, апробациядан өтті:

«Наука и образование в современном мире: Вызовы XXI века» VI Международная научно-практическая конференция (Астана, 2020)

Ғылыми жарияланымдар. Диссертациялық зерттеудің негізгі нәтижелері 5 ғылыми еңбектерде жарияланды, оның ішінде Қазақстан Республикасы Білім және Ғылым министрлігінің Білім және Ғылым саласындағы бақылау комитетінің ұсынған басылымдарда – 3 мақала:

1. Проблемы учета и баланса газа и подходы к их решению // Вестник КазНИТУ №4 (140).

2. Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа» // Вестник ЕНУ им. Гумилева. – 2020. – №2(131).

3. Газды тарату және есепке алу үрдістерінің басқару жүйелерін талдау, оларды жетілдіру тәсілдері // Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2020. – №4(92).

Scopus мәліметтер қоры тізімінде – 1 мақала:

4. Development of a method for studying gas imbalance in the section of the main gas pipeline of Kazakhstan // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 6, №2(108).

5. Газды есепке алуда дисбалансты анықтау үшін корреляциялық талдауды қолдану. «Наука и образование в современном мире: Вызовы XXI века» VI Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияда (Астана) жарияланып талқыланды.

Диссертациялық жұмыстың құрылымы мен көлемі. Диссертациялық жұмыс құрылымы кіріспеден, негізгі тарау 4 бөлімнен және қорытындыдан, 82 атауды қамтитын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен және 3 қосымшалардан тұрады. Диссертацияның жалпы көлемі 122 беттен, соның ішінде, 23 суреттен, 3 кестеден тұрады.

1 ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ГАЗ ТАСЫМАЛДАУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЖҰМЫСЫН ТАЛДАУ

1.1 Газды бақылау мен есепке алудың автоматтандырылған жүйесі

Газды бақылау және есепке алудың автоматтандырылған жүйесінде шығынды өлшеу газ өлшеу станцияларында жүзеге асырылады.

Газ өлшеу станциялары магистральдық және кәсіпшілік газ құбырларынан елді мекендерге, кәсіпорындарға, басқа да ірі тұтынушыларға газ жеткізу және мемлекет аралық газ тасымалдау кезінде газ көлемін өлшеуге арналған. Сонымен қатар газды тазартуға, жылытуға, одоризация жасауға және газдың физико-химиялық құрамын анықтауға арналған [2].

Газ өлшеу станциясының негізгі технологиялық қондырғылары:

- ауыстыру қондырғысы;
- газды тазарту қондырғысы;
- гидраттың алдын алу қондырғысы;
- салқындатқышты дайындау қондырғысы;
- газды азайту қондырғысы;
- газ шығынын есепке алу қондырғысы;
- аспаптар блогы БӨАЖА;
- газды одорациялау қондырғысы.

Ауыстыру қондырғы жергілікті шығыс қысымды және температураны реттейтін құрылғылармен жабдықталған айналма желі арқылы жоғары қысымды газ ағынын автоматты реттеуден қолмен басқаруға ауыстыруға арналған және жөндеу жұмыстары кезінде және апатты жағдайларда газ тарату станциясын айналып өтіп, тұтынушыны қысқа мерзімді газбен қамтамасыз етуге арналған.

Ауыстыру түйінінің функциялары:

- ГТС кіріс және шығысындағы газ қысымы мен температурасын өлшеу;
- ауыстырып-қосқыш кранының орны туралы сигнал беру;
- ауыстыру қондырғысының крандарын қашықтықтан басқару.

Газды тазарту қондырғысы газды механикалық қоспалардан және тамшылы ылғалдан тазартуға арналған және мыналарды қамтиды: жабдықтың тұрақты жұмысын тұтынушылар үшін газды дайындауды қамтамасыз ететін шаң мен ылғалды ұстау құрылғылары; деңгейді өлшейтін құралдармен жабдықталған резервуарлардың жинақтарына сұйықтық пен шламды шығаруға арналған құрылғылар; сондай-ақ оларды көліктік контейнерлерге шығарудың механикаландырылған жүйесі.

Газ тазарту қондырғысының функциялары:

- сепаратордағы қысымның төмендеуін өлшеу;
- сепаратордағы сұйықтықтың ең төменгі және шекті рұқсат етілген деңгейі туралы сигнал беру;
- сұйықтық ағызу желісіндегі кран дабылы;
- сүзгі-сепаратордағы сұйықтық деңгейіне байланысты сұйықтықты шығару желісіндегі кранды қашықтықтан және автоматты басқару;

- қалдық цистерналарындағы сұйықтықтың максималды деңгейі туралы ескерту сигналы.

Гидраттың алдын алу қондырғысы арматураның қатып қалуын және кристалды гидраттардың пайда болуын болдырмауға мамандандырылған. Гидрат түзілудің алдын алу шаралары ретінде мыналар қолданылады: жалпы немесе ішінара газды жылыту; қысым реттегіштерінің корпустарын жергілікті жылыту; байланыс құбырына метанолды енгізу.

Гидрат түзілудің алдын алу қондырғысының функциялары:

- қыздыру қондырғысының шығысындағы газ қысымы мен температурасын өлшеу;

- қыздыру қондырғысының кірісі мен шығысындағы крандардың орналасуына сигнал беру, қыздырғышты айналып өтетін газ беру желісіндегі кранға сигнал беру;

- крандарды автоматты және қашықтықтан басқару;

- дайындаушының апаттық сигнал беру.

Редукция қондырғысы тұтынушыларға берілетін газ қысымын азайтуға және автоматты түрде ұстап тұруға арналған. Редукция түйіні кем дегенде екі редукция желілерінен тұрады (негізгі және резервтік).

Газды редукциялау қондырғысының функциялары:

- редукциялау желілеріндегі крандардың орналасуын бақылау;

- резервтік және қосалқы желілерді қоса алғанда, қысқарту желілерін автоматты және қашықтан қосу/өшіру;

- кезекпен орнатылған реттеу құрылғылары арасындағы реттегіш желілеріндегі қысым сигналы;

- тұтынушыларға берілетін газ қысымын автоматты реттеу.

Газды есепке алу қондырғысы газды коммерциялық есепке алуға және қысымды, температураны және газ шығынын өлшейтін жүйелерді қосуға арналған.

Газды есепке алу қондырғысының функциялары:

- барлық тұтынушыларға ортақ параметрлерді өлшеу және қажетті тұрақтыларды енгізу;

- газ қысымын өлшеу;

- газ температурасын өлшеу;

- газ шығынын өлшеу.

Газды одоризациялау қондырғы иіс арқылы ағып кетуді дер кезінде анықтау үшін тұтынушыларға жеткізілер алдында газды одоризациялауға арналған. Ол газды одоризациялауды автоматты түрде бақылауды жүзеге асыруы және газ ағынына одоризация қорын сақтауға арналған ыдыстарды және газдың ағынына байланысты одоризация беруді қамтамасыз ететін басқару құрылғысын қамтуы керек.

Газды одоризациялау қондырғысының функциялары:

- одорантты сақтау ыдысындағы ең төменгі деңгей туралы сигнал беру;

- газға одоранттың дозаланып берілуін басқару;

- одорант ағынның болуы туралы сигнал беру;

- енгізілген одорант мөлшерін есепке алу.

Өшіру крандарындағы бақылау-өлшеу аспаптары және автоматика қондырғысы газдың технологиялық параметрлерін өлшеуге және бақылауға және технологиялық процесті жедел басқаруға арналған.

Сатып алушыға газды белгілі бір мөлшерде және белгілі қысыммен, газды тазартудың, жылытудың және одоризацияның қажетті кезеңімен беру талап етіледі. Газ тасымалдаушы ұйымнан газды қабылдау кезінде, аймақтық кәсіпорын газды өткізуге сәйкес онымен газ тарату станциясында және тұтынушылардан газды есепке алу пункттерінен жиналған мәліметтер бойынша сатып алынған газдың көлеміне есеп айырысу жүргізеді.

1.2 Қазақстанның газ тасымалдау жүйесі

«ҚазТрансГаз» акционерлік қоғамы, еліміздің және дүниежүзінің газ нарығында мемлекеттің мүдесін білдіретін, Қазақстан Республикасының газбен жабдықтау саласындағы ірі компания болып табылады. «ҚазТрансГаз» АҚ табиғи газды магистральдық газ құбырлары бойынша тасымалдауды басқарады, ішкі және сыртқы нарыққа газ өндірумен, сатумен айналысады, құбыр жолдары мен газ сақтау қоймаларын әзірлейді, қаржыландырады, салады және пайдаланады.

ҚазТрансГаз – тұтынушыларға сенімді газ жеткізіп отырған Орталық Азия өңіріндегі ірі газ тасымалдау желісі және ішкі газ жабдықтау жүйесі бар іргелі компания.

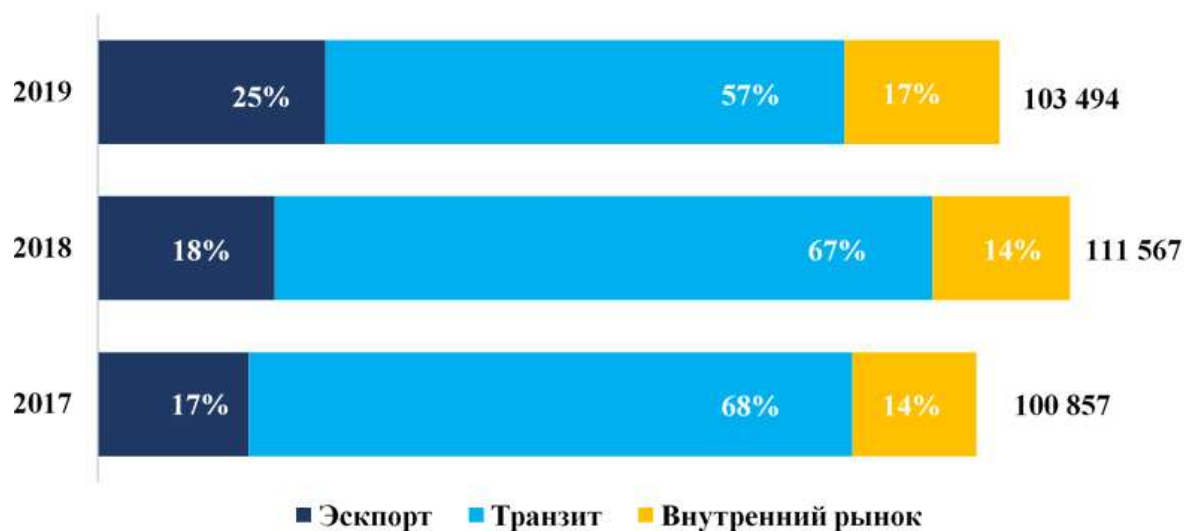
«ҚазТрансГаз» АҚ басқаруында 348 газ айдаушы агрегаттар, 3 жер асты газ сақтау қоймалары (Бозой, Ақыртөбе, Полторацкое) 56 мың шақырымнан астам ішкі газ тарату желілері, 20 мың шақырымнан астам магистральдық газ құбырларын қамтитын үлкен газ тасымалдау инфрақұрылымы бар. Компания ел ішінде 9 миллионнан астам тұтынушыларға тауарлық газды жеткізеді [3].

Қазіргі уақытта «ҚазТрансГаз» АҚ компаниялар тобының қызмет аясы Қазақстанның 10 өңірінде жүргізілуде: Алматы, Ақтөбе, Атырау, Шығыс Қазақстан, Жамбыл, Батыс Қазақстан, Қостанай, Қызылорда, Маңғыстау және Оңтүстік Қазақстан облыстары. ҚазТрансГаз үлесіне газ тасымалдаудың жалпы көлемі 1-суретте көрсетілген.

Магистральдық газ құбыры деп газ немесе мұнай кен орындарынан газ тұтынушыларына табиғи немесе ілеспе мұнай газын тасымалдауға мамандандырылған құрылымдар кешенін түсіну керек (қалалар, елді мекендер, өнеркәсіптік кәсіпорындар және электр станциялары).

Магистральдық газ құбырының ұзындығы ондаған бірнеше мың километрге дейін болуы мүмкін.

Газ газ құбыры арқылы не қабат қысымының қолдауымен, не газ құбырының бойында орналасқан компрессорлық станциялардың қолдауымен қозғалады. Компрессорлық станцияларды орналастыру керек арақашықтықтар гидравликалық есеппен анықталады [4].



Сурет 1 – ҚазТрансГаз үлесіне газ тасымалдаудың жалпы көлемі

Магистральдық газ құбыры күрделі инженерлік ғимарат болып табылады, оған мыналар кіреді:

- 1) негізгі станциялар;
- 2) тармақтары, клапандары және желілік құрылымдары бар болат құбыр;
- 3) компрессорлық станциялар (КС);
- 4) газ тарату станциялары (ГТС);
- 5) желілік жөндеушілер үйлері мен апаттық жөндеу пункттері;
- 6) желілік және станциялық байланыс құрылғылары;
- 7) катодтық, қорғаныстық және дренаждық қорғаныс құрылғылары;
- 8) жерасты газ қоймалары (ЖГК);
- 9) қосалқы ғимараттар.

Негізгі станциялар газ кен орындарының жанында орналасқан және өз құрамында газдарды тазалау, кептіру және иіс шығару қондырғылары бар.

Негізгі нысандардан кейін тазартылған табиғи газ газ құбырына түседі. Магистральдық газ құбырының диаметрі тұрақты және ауыспалы болуы мүмкін. Кейбір жағдайларда бұл бір бағытта параллель орнатылған екі немесе одан да көп құбырларды қамтиды.

Жұмыс қысымына байланысты магистральдық газ құбырларының 3 класы орнатылады: 1) жоғарғы қысымдағы - 25 кгс/см²-тан жоғары жұмыс қысымындағы; 2) орташа қысымдағы - 12-ден жоғары 25 кгс/см²-ге дейін жұмыс қысымындағы; 3) төмен қысымдағы -12 кгс/см² қоса алғандағы жұмыс қысымындағы [5, 6].

«Интергаз Орталық Азия» акционерлік қоғамы 1997 жылы шілде айында құрылған, Қазақстанның сенімгерлікпен басқаруға берілген газ тасымалдау жүйесін пайдалануды және техникалық қызмет көрсетуді жүзеге асырады.

«ҚазТрансГаз» компаниясы газ және газбен жабдықтау саласындағы ұлттық операторының құрамына кіреді және табиғи газды магистральдық тасымалдау саласында оның мүдделерін білдіреді. «ҚазТрансГаз» АҚ отандық, сондай-ақ шетелдік газ нарығында мемлекеттің мүдделерін білдіретін

Қазақстан Республикасының негізгі газ-энергетикалық және газ тасымалдайтын компаниясы болып табылады.

2018 жылғы шілдеде Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысымен «Интергаз Орталық Азия» АҚ магистральдық газ құбыры бойынша ұлттық оператор мәртебесін алды.

Жаңа ұлттық оператордың негізгі міндетіне тауарлық газды магистральдық газ құбырлары арқылы ішкі және сыртқы нарықтарға тасымалдауда мемлекеттің және басқа да қатысушылардың мүдделерін қамтамасыз ету кіреді. Сонымен қатар, компания магистральдық газ құбырлары жүйесін инновациялық дамытуды және тауарлық газ ағынын әртараптандыру арқылы мемлекеттің энергетикалық әлеуетін көтере отырып, оны әлемдік энергетикалық жүйеге ықпалдастыруды қамтамасыз ететін болады.

Бүгінгі күні «Интергаз Орталық Азия» АҚ Қазақстанның аумағы бойынша жалпы ұзындығы 19 146,51 шақырым болатын магистральдық газ құбырлары арқылы табиғи газды ішкі тасымалдау мен транзиттеуді жүзеге асырады. Оның ішінде 6 667,97 км МГҚ шет ұйымдарға тиесілі, оларға Компания техникалық қызмет көрсету бойынша қызмет көрсетеді, 2 242,25 км - газ құбыры-бұрымдары.

Газ тасымалын жалпы қуаттылығы 2 263,964 МВт алуан түрдегі және үлгідегі 308 газ айдайтын агрегат орнатылған 25 желілік және 4 сығымдау компрессорлық станциясы жүзеге асырады. Шарттық негізде «Интергаз Орталық Азия» АҚ-да жалпы қуаттылығы 68,5 МВт болатын 5 ГАА бар «Бозой» КС-1 қызмет көрсетіледі [7].

Компания 3 жер асты газ қоймасын пайдаланады. Олардың ең ірісі Ақтөбе облысында орналасқан Бозой ЖАГҚ (белсенді сақтау көлемі 4 000 000 мың м³), Түркістан облысында орналасқан Полторацк ЖАГҚ (белсенді сақтау көлемі 350 000 мың м³), сондай-ақ Жамбыл облысындағы Ақыртөбе ЖАГҚ (белсенді сақтау көлемі 300 000 мың м³).

Магистральдық газ құбырларының газ тасымалдау жүйесін 2-сурет «Интергаз Орталық Азия» АҚ өндірістік филиалдары – Магистральдық газ құбырлары басқармалары (МГҚБ) пайдаланады:

1. «Атырау» МГҚБ: «Мақат-Солтүстік Кавказ» МГҚ, «Орта Азия-Орталық» МГҚ.

2. «Ақтау» МГҚБ: «Орта Азия-Орталық» МГҚ, «Окарем-Бейнеу» МГҚ лупингтермен, «Бейнеу-Бозой-Шымкент» МГҚ, «Өзен-Жетібай-Ақтау» МГҚ.

3. «Орал» МГҚБ: «Орынбор-Новопсков» МГҚ, «Союз» МГҚ, «Орта Азия-Орталық» МГҚ лупингтермен, «Қарашығанақ-Орал» МГҚ.

4. «Ақтөбе» МГҚБ: «Бұқара-Орал» МГҚ, «Жаңажол-Октябрьск-Ақтөбе» газ құбыры лупингтермен, «Жаңажол-КС-13» МГҚ, «Бейнеу-Бозой-Шымкент» МГҚ, «Қожасай-КС-12» МГҚ.

5. «Қостанай» МГҚБ: «Бұқара-Орал» МГҚ, «Қарталы-Рудный-Қостанай» МГҚ, «Рудный қ.-Кашар к.-Федоровка а.» МГҚ.

6. «Шымкент» МГҚБ: «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» МГҚ, «Газли-Шымкент» МГҚ, «Қазақстан-Қытай» МГҚ, «Бейнеу-Бозой-Шымкент» МГҚ.

7. «Тараз» МГҚБ: «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» МГҚ, «Амангелді-КС-5», «Қазақстан-Қытай» МГҚ.

8. «Алматы» МГҚБ «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» МГҚ, «Алматы-Байсерке-Талғар» МГҚ, «Қазақстан-Қытай» МГҚ, «Байсерке-Қапшағай» МГҚ.

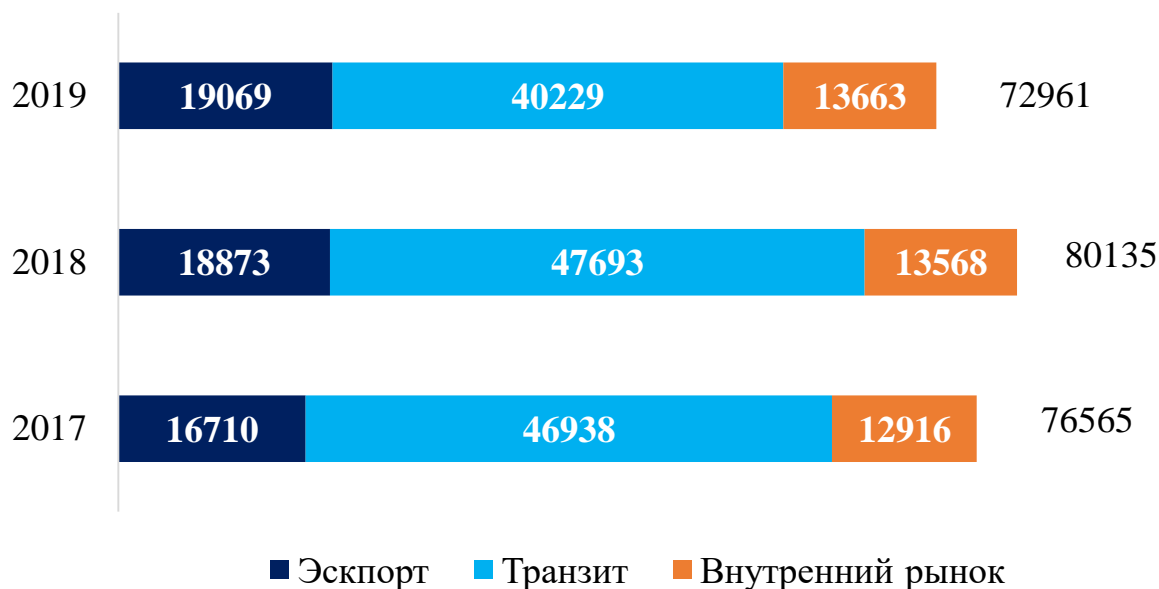
9. «Қызылорда» МГҚБ: «Ақшабұлақ-Қызылорда» газ құбыры, «Бейнеу-Бозой-Шымкент» МГҚ.

10. «Қарағанды» МГҚБ: «Сарыарқа» МГҚ.

ИОА газын ҚТТ үлесіне тасымалдау көлемі 3-суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Қазақстан Республикасының газ тасымалдау жүйесі



Сурет 3 – ИОА газын ҚТГ үлесіне тасымалдау көлемі, млн м³

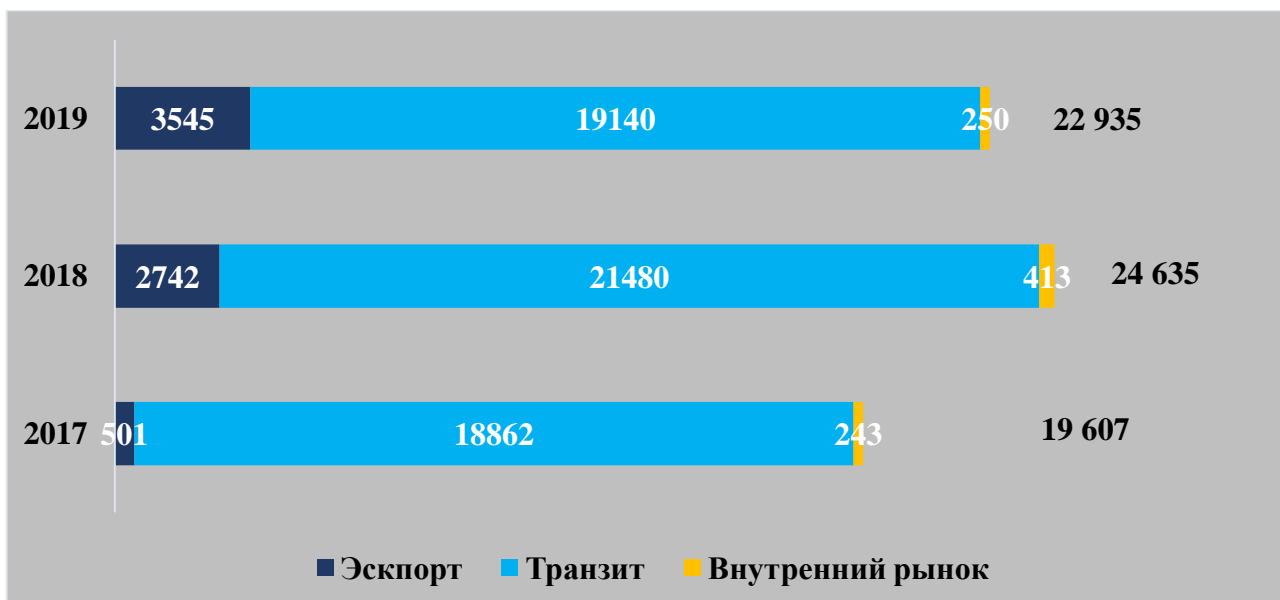
Азия газ құбыры (АГҚ) - бұл «ҚазТрансГаз» АҚ мен Trans-Asia Gas Pipeline Company Ltd. арасындағы паритетті бірлескен кәсіпорын. (акционер – компания CNODC, CNPC еншілес компаниясы). Бірлескен кәсіпорын табиғи газды Қазақстан мен Өзбекстан шекарасынан Қытай аумағындағы Хоргос газ өлшеу станциясына дейін тасымалдауға арналған Қазақстан-Қытай газ құбырын қаржыландыру, салу және пайдалану үшін құрылды.

Жобаның мақсаты - Қытай Халық Республикасы бағыты бойынша түрікмен және өзбек газының транзитін, Қытай Халық Республикасына қазақстандық газдың экспортын, сондай-ақ Қазақстанның оңтүстік облыстарын үздіксіз газбен қамтамасыз ету.

Қазақстан Республикасының аумағындағы газ құбырының ұзындығы «А» және «В» желілері үшін 2612 км, «С» желісі үшін 1330 км құрайды. Газ құбырының жалпы өткізу қабілеті жылына 55 миллиард м³ құрайды (30 миллиард м³ - «А» және «В» желілері, 25 миллиард м³ - «С» желісі).

2018 жылы «Қазақстан-Қытай магистральды газ құбырының өткізу қабілетін арттыру» («С» желісі) жобасы аяқталды. Нәтижесінде «Қазақстан-Қытай» газ магистралінің өнімділігі жылына 55 миллиард текше метрге дейін ұлғайтылды. ҚТГ үлесіне АГҚ газ тасымалдау көлемі 4-суретте көрсетілген.

«А» және «В» желілерінің өнімділігін жылына 40 миллиард м³ дейін арттыру мәселесі зерттелуде, бұл газ құбырының жалпы өнімділігін жылына 65 миллиард м³ дейін арттыруға мүмкіндік береді [8].



Сурет 4 – ҚТГ үлесіне АГҚ газ тасымалдау көлемі, млн м³

«Бейнеу-Бозой-Шымкент» газ құбыры (БШГҚ) Тәуелсіз Қазақстан тарихындағы ең ірі құбыр жобасы болып табылады және мемлекеттің энергетикалық қауіпсіздігін арттыруда маңызды рөл атқаруы тиіс. Президент Н. Назарбаевтың 2008 жылғы 6 ақпандағы Қазақстан халқына Жолдауына сәйкес жоба еліміздің газ импортына тәуелді оңтүстік өңірлерін газдандыру мақсатында іске асырылуда. Газ құбыры көгілдір отынның импорттық жеткізілімдерінен толық бас тартуға мүмкіндік береді, елдің ішкі нарығына энергия ресурстарын жеткізудің тұрақтылығын және газ экспортының Қазақстан Республикасынан тыс әртараптандырылуын қамтамасыз етеді. Газ құбырын салу және пайдалану Қазақстанның бірқатар өңірлері үшін макроэкономикалық және әлеуметтік әсер етеді, әлеуметтік салаға және өндіріске қосымша инвестицияларға алып келеді.

Жоба бұрын жасалған мемлекетаралық келісімдерге, сондай-ақ «ҚазМұнайГаз» ҰК» АҚ мен Қытай ұлттық мұнай корпорациясы арасындағы уағдаластықтарға сәйкес Қазақстан мен Қытаймен бірлесіп жүзеге асырылады. Осы келісімдердің ережелерін орындау үшін 2010 жылдың желтоқсанында «Бейнеу-Шымкент Газ Құбыры» ЖШС құрылып, оған жобалау компаниясының функциялары берілді. ЖШС Қазақстан заңнамасына сәйкес екі мемлекеттің тең үлестік қатысуы негізінде құрылды. Қазақстан тарапынан құрылтайшы ретінде «ҚазТрансГаз» АҚ, Қытай тарапынан – Trans-Asia Gas Pipeline (акционер – CNODC компаниясы, CNPC еншілес кәсіпорны) әрекет етеді. Біздің компанияның жарғылық капиталы 1 млрд. долларды құрайды, ол Қазақстан мен Қытайдың бірдей мөлшердегі жарналарынан құрылған.

Диаметрі 1067 мм магистральды газ құбырының бағыты Маңғыстау, Ақтөбе, Қызылорда және Түркістан облыстарының аумағы арқылы өтеді. Жобаны іске асыру бірнеше кезеңде жүзеге асырылды.

9,8 МПа жобалық қысыммен өткізу қабілеті 6 млрд. текше метрге дейінгі бірінші кезең Ақтөбе облысының Шалқар ауданындағы «Бозой» ГӨС-тен

Түркістан облысының Сайрам ауданындағы «Ақбұлақ» ГӨС-ке дейінгі газ құбырының жалпы ұзындығы 1143,2 км желілік бөлігін және «Бозой» газ өлшеу станциясын (бұдан әрі-ГӨС) және газ құбыры инфрақұрылымы объектілерін (Ақтөбе облысы Шалқар ауданындағы КС-1 компрессорлық станциясы және «Бозой» вахталық кенті, Қызылорда облысындағы «Сексеуіл», «Ақсуат» және «Қараөзек» жөндеу – пайдалану учаскелері (бұдан әрі-ЖПУ) және Түркістан облысындағы «Шорнақ» ЖПУ), сондай-ақ Маңғыстау, Ақтөбе, Қызылорда және Түркістан облыстарының аумағы бойынша газ құбырының технологиялық процесін автоматтандырылған басқару жүйесін (бұдан әрі – ТБАЖ) және телекоммуникациясын (талшықты-оптикалық байланыс желісі) салуды қамтиды.

2013 жылғы желтоқсанда газ құбырының жалпы ұзындығы 1143,2 км желілік бөлігі мен «Бозой» ГӨС пайдалануға берілді. Оның шеңберінде Түркістан облысы Сайрам ауданындағы «Ақбұлақ» ГӨС, КС-1 компрессорлық станциясы және Ақтөбе облысы Шалқар ауданындағы «Бозой» вахталық кенті пайдалануға берілді.

Өткізу қабілеті 10 млрд.текше метрге дейін, жобалық қысымы 7,4 Мпа болатын екінші кезең Маңғыстау облысының Бейнеу кентінен Ақтөбе облысының Бозой кентіне дейін жалпы ұзындығы 306,3 км газ құбырының желілік бөлігін, Қызылорда облысындағы «Қараөзек» КС-4 компрессорлық станциясын, Маңғыстау облысындағы «Бейнеу» ГӨС, сондай-ақ Қызылорда қаласындағы орталық диспетчерлік басқарудың ТПАБЖ (бұдан әрі-ОДБ) және Маңғыстау, Ақтөбе, Қызылорда және Түркістан облыстарының аумағы бойынша газ құбырын салуды қамтыды [9].

2016 жылғы желтоқсанда газ құбырының Маңғыстау облысының Бейнеу кентінен Ақтөбе облысының Бозой кентіне дейінгі жалпы ұзындығы 306,3 км желілік бөлігі пайдалануға берілді. Оның аясында 2017 жылғы 29 қарашада Қызылорда облысындағы «Қараөзек» КС-4 компрессорлық станциясы пайдалануға тапсырылды.

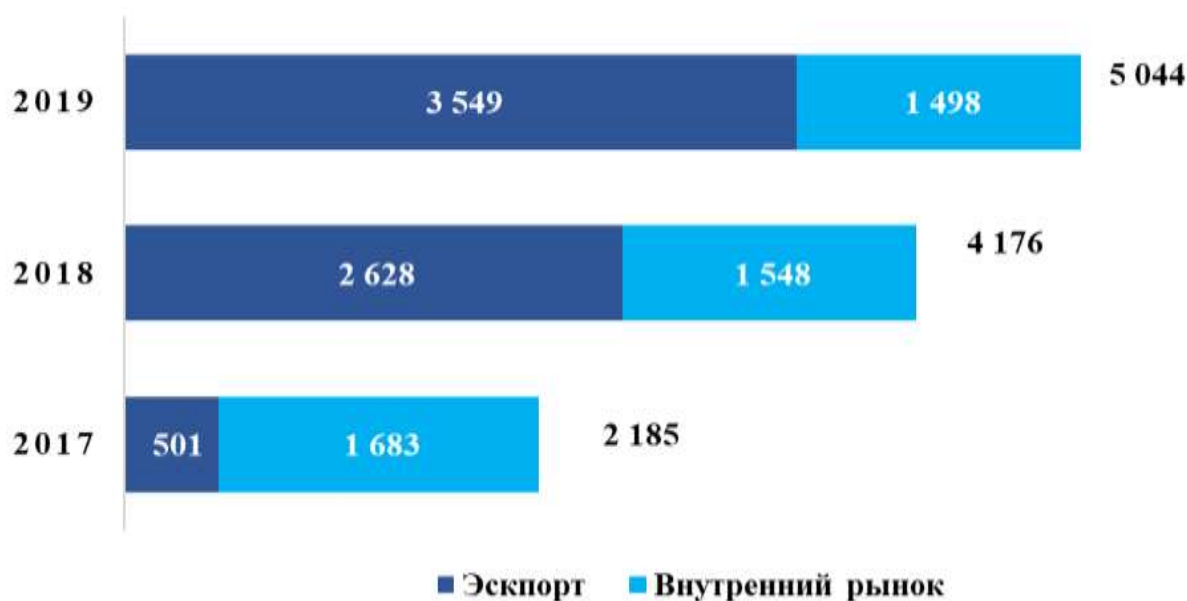
2018 жылдың қараша айында Қызылорда қаласында орталық диспетчерлік басқарма (ОДБ) пайдалануға берілді. 2019 жылы «Қорқыт Ата», «Арал» және «Түркістан» компрессорлық станциялары пайдалануға берілді. Бозой – Шымкент учаскесінде газ құбырының қуаттылығы жылына 13 млрд м³ дейін жеткізілді; жобалық-сметалық құжаттама (ЖСҚ) әзірленді және Бейнеу-Бозой учаскесінде «1А» төртінші компрессорлық станция құрылысы бойынша негізгі жабдықты сатып алу жүргізілуде, аяқталу мерзімі-2020 жыл; техникалық-экономикалық есеп әзірленді, қатысушылармен ЖСҚ келісілді, оған сәйкес қолданыстағы «Бозой» компрессорлық станциясын, «Ақбұлақ» және «Бейнеу» газ өлшеу станцияларын кеңейту көзделеді.

Бейнеу-Бозой-Шымкент магистральдық газ құбыры 5-суретте көрсетілген. Қазақстан-Қытай газ құбырының екінші учаскесі болып табылады. Газ құбыры батыстағы мұнай және табиғи газ кен орындарын елдің оңтүстік өңірлерімен, сондай-ақ Бұхара газды өңірі – Ташкент-Бішкек- Алматы және Газли-Шымкент магистральдық газ құбырларымен және Орталық Азия-Қытай

газ құбырының «С» желісімен байланыстырады. БШГҚ нақты ұзындығы – 1 449,503 км, ал өткізу қабілеті – жылына 13 млрд. м³ құрайды. Болашақта газ құбырының қуатын 15 млрд. текше метрге дейін арттыру жоспарлануда, оның ішінде табиғи газды қазақстандық Өріқтау және Жаңажол кен орындарынан Қытайға экспорттау мақсатында. ҚТГ үлесіне ББШ газ тасымалдау көлемі 6-суретте бейнеленген.



Сурет 5 – Бейнеу-Бозой-Шымкент магистральдық газ құбыры



Сурет 6 – ҚТГ үлесіне ББШ газ тасымалдау көлемі, млн м³

1.3 Қолданыстағы ақпараттарды жинау жүйесі

1.3.1 Ақпараттарды жинау жүйесінің құрылымы және жұмысы
АЖЖ - бұл аумақтық бөлінген үш деңгейлі иерархиялық жүйе:

1. Жоғарғы деңгей - есеп беру ақпаратын алу немесе ақпарат алмасу бөлігінде біріңғай диспетчерлік орталық және газ тасымалдау компаниясының басқа бөлімдерін қамтитын деңгей.

АЖЖ жоғары деңгейінің бағдарламалық-техникалық кешеніне (БТК) мыналар кіреді:

- ұжымдық дисплей жүйесі және автоматтандырылған жұмыс орындары (АЖО) бар басқару бөлмесі;

- газ тасымалдайтын компаниялардың серверлік бөлмеде орналасқан АЖЖ орталық бөлігінің серверлік жабдықтары;

- апаттық істен шығу болған жағдайда АЖЖ орталық бөлігінің жабдықтарын жөндеу және техникалық қызмет көрсету кезінде АЖЖ орталық бөлігінің серверлерінің жұмысын қайталайтын резервтік серверлік жабдық.

АЖЖ орталық бөлігінің серверлерінің жұмысын қайталайтын серверлер, қайталанатын серверлерде орнатылған бағдарламалық және техникалық құралдармен жабдықталған.

2. АЖЖ орташа деңгейі - бұл ГТЖ және КС, ЖӨБ, МГҚБ диспетчерлік орталықтарының технологиялық объектілерінің деңгейі, оған мыналар кіреді:

- диспетчерлік орталықтардың және технологиялық объектілердің қолданыстағы SCADA жүйелері;

- ақпараттарды жинауға, өңдеуге және АЖЖ жоғарғы деңгейіне жіберуге арналған жабдықты қоса алғанда, байланыс модульдері (шкафтар);

- деректерді АЖЖ-не қолмен енгізуді қамтамасыз ететін технологиялық объектілердегі МГҚБ, ЖӨБ диспетчерлік орталықтарында орналасқан автоматтандырылған жұмыс орындары.

3. АЖЖ-нің төменгі деңгейі - өлшеу түрлендіргіштері мен құрылғыларын қамтитын өріс деңгейі.

АЖЖ бағдарламалық-техникалық құралының құрылымы келесі талаптарды ескере отырып жасалған: бағдарламалық-техникалық және архитектураның негізгі ядросын өзгертпей ресурстарды қайта конфигурациялау және ұлғайту арқылы жаңа объектілерді қосу кезінде даму мүмкіндігі, газды құбырмен тасымалдау жүйесі объектілерінің жұмыс режимін реттеу мүмкіндігі үшін газ шығынын қашықтықтан есепке алу, көлденең, тік интеграцияны қамтамасыз ету, икемділік пен масштабтылықты қамтамасыз ету, икемді шектеу механизмімен біртектілікті қамтамасыз ету, деректерге, соның ішінде ЖӨБ мен МГҚБ сәйкес келетін жергілікті есептеу жүйесі арқылы қол жеткізуді бақылау, бүкіл жүйенің параметрлерін және конфигурациясын қамтамасыз ету, яғни автоматтандыру объектілеріндегі контроллерлерден серверлер мен оператордың жұмыс станциясына дейін [10].

АЖЖ компоненттері арасындағы ақпарат алмасу «ҚазТрансГаз» АҚ қолданыстағы телекоммуникациялық инфрақұрылымын пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Бағдарламалық жасақтама модульдері арасында диспетчерлік ақпаратпен алмасу қолданбалы деңгейде (сеанс деректері, диспетчерлік тапсырмалар, нормативті-анықтамалық ақпараттар және т.б.) қолданбалы файл алмасу хаттамаларын қолдана отырып арнайы форматтағы файлдармен жүзеге асырылады. Технологиялық процесті басқарудың автоматтандырылған жүйесінен мәліметтерді жіберу үшін сервер арасындағы байланыс хаттамалары қолданылады [11].

АЖЖ технологиялық объектілердің және SCADA жүйелерінің іргелес қолданыстағы АБЖ-мен және болашақта ГТЖ технологиялық қондырғыларында және диспетчерлік орталықтарда құрылатын жүйелермен біріктіру мүмкіндігін ұсынады [12].

КС, ЖӨБ, МГҚБ диспетчерлік орталықтарының қолданыстағы SCADA-жүйелерімен және осы жүйелерден автоматты режимде қажетті телеинформацияны жинауды қамтамасыз ету үшін ГТЖ технологиялық объектілеріндегі қолданыстағы АБЖ-мен; ЖӨБ, МГҚБ диспетчерлік орталықтарынан және технологиялық объектілерден екі сағаттық мәліметтерді қолмен енгізу мүмкіндігімен; АЖЖ-сін мамандандырылған бағдарламалық жасақтама модульдері мен газ тасымалдау жүйесінің жұмыс режимдерін оңтайландыру және модельдеу бойынша кешендермен және болжау модульдері қарастырылған.

АЖЖ-ін еншілес және тәуелді ұйымдардың (ЕТҰ) автоматтандыру құралдары мен жүйелеріне қосу:

- өлшеу жүйелерінің метрологиялық сипаттамаларын бұзбайды және өлшеу арналарын тексеруге және калибрлеуге кедергі келтірмейді;
- технологиялық объектілерді қосудың қолданыстағы технологиялық және электрлік схемаларын бұзбайды.

БДО-тың объектілерді автоматтандыру жүйелерімен өзара әрекеттесуі үйлесімді бағдарламалық өнімдерге және TCP / IP протоколы бойынша OPC технологиясына негізделген мәліметтер алмасудың арнайы құралдарына негізделген. АЖЖ функционалды түрде, бағынышты объектілердің SCADA-мен ынтымақтастықта параметрлердің сенімді бақылауын қамтамасыз етеді.

АЖЖ негізі (тұрақты), өнімділігі төмен, АЖЖ профилактикалық режимдерде жұмыс істейді.

АЖЖ-нің негізгі режимі барлық жарияланған функциялардың орындалуын қолдайды. Олар:

- 1) бағдарламалық-техникалық жабдықтар (PTS) 24*7*365 режимінде жұмыс істейді (тәулігіне 24 сағат, аптасына 7 күн, жылына 365 күн);
- 2) бүкіл техникалық жабдықтар кешені (ТЖК) дұрыс жұмыс істейді;
- 3) жүйелік, базалық және қолданбалы бағдарламалық жасақтаманың (БЖ) дұрыс жұмыс істеуі.

АЖЖ өнімділігі жоғалған жұмыс режимі апаттық режиміндегі жұмыс болып табылады.

Өнімділігі төмендеген жұмыс режиміндегі АЖЖ жедел диспетчерлік басқару және диспетчерлік есеп беру жүйелері үшін барлық функционалды көлемді қамтамасыз етеді (және тиісті сақтау функциялары, ақпаратты көрсету). Кейбір функциялар уақытша қол жетімді болмауы мүмкін.

АЖЖ-нің профилактикалық жұмыс режимінде АЖЖ-не қызмет көрсетіледі және конфигурацияланады, жүйемен интерактивті жұмыспен байланысты функцияларды ажыратуға болады. Байланыс модульдері деңгейінде жұмыстарды орындау кезінде жүйе негізгі жұмыс режиміне ауысқаннан кейін автоматты түрде АЖЖ-не беріле отырып, мәліметтер жинақталады.

АЖЖ барлық деңгейлерде нақты уақыт режимінде ақпарат алмасуды оңтайландырады.

БДО, МГҚБ, ЖӨБ, НБТ деңгейлеріндегі компрессорлық станциялар мен ГТС-ның өлшеу түйіндерінде АЖЖ қамтамасыз етеді:

- ресурстарды қайта конфигурациялау және ұлғайту жолымен, бірақ бағдарламалық-техникалық жабдықтың негізгі ядросын өзгертпей жаңа объектілерді қосу кезінде даму мүмкіндігі;

- ақпараттық ағындар мен ақпаратты көрсетудің қолданушы формаларын өзгерту мақсатында жұмыс кезінде жүйені параметризациясы;

- бағдарламалық-техникалық жабдықтарды технологиялық объектілердің қажетті жұмыс режиміне келтіру.

АЖЖ-нің бағдарламалық техникалық жабдықтары АЖЖ-нің ТЖК-нің істен шығуы мен ақауларын диагностикалауды, соның ішінде олардың жұмысын бастамас бұрын құрылғыларды сынауды; АЖЖ-дегі оқиғаларды, АЖЖ-нің ТЖК-де сыни жағдайлардың туындау себептерін кейіннен талдау мүмкіндігімен тіркеуді; операциялық жүйенің басқару және кірістірілген процедураларды қолдана отырып, АЖЖ-нің бағдарламалық жасақтамасының ақаулары мен істен шығуын диагностикалауға мүмкіндік береді.

1.3.2 Жүйе іске асыратын функциялардың құрамы мен міндеттері

АЖЖ жедел – диспетчерлік басқару, информациялық өзара әрекеттесу, деректерді сақтау, есеп беруді қалыптастыру, дисплейді көрсету, АЖЖ жүйесін администрациядау және басқару функцияларды қамтиды [13].

АЖЖ жүйесі ГТЖ жедел диспетчерлік басқару функциясы келесі негізгі функцияларды (міндеттерді) автоматтандыру арқылы қамтамасыз етеді: тасымалдау объектілерінің жұмыс режимін, табиғи газды жер асты қоймасында және таратуда жедел бақылау (нақты болған жағдайда); тасымалдау объектілерінің жұмыс режимін, табиғи газды жер асты қоймасында және таралуын сессия мәліметтері негізінде құрылған «диспетчерлік журнал» түрінде бақылау (МГҚБ-лары есептерді 2 сағатта 1 рет, тәулігіне 1 реттік аралықпен жібереді; тұтынушыларға жеткізілетін газдың сапа көрсеткіштері мен технологиялық жағдайларын бақылау; тәуелсіз газ өндірушілер мен

жеткізушілердің газбен қамтамасыз етуді және транзитін бақылау; газ құбыры учаскелерінің ажыратылуын және оларды пайдалануға енгізуді бақылау; жерасты қоймаларында және жалпы ГТЖ бойынша табиғи газды таратуын, газ ағындары мен тасымалдау объектілерінің газ қорларын жедел диспетчерлік бақылау; төтенше және төтенше жағдайлар қауіпі бар кезіндегі визуалды сигнал беру; диспетчерлік тапсырмаларды қалыптастыру және компанияның бөлімшелерінің диспетчерлік тапсырмаларды орындауын қадағалау.

АЖЖ жүйесінің ақпараттық өзара әрекеттесу функциясы газ тасымалдау компаниясының бірінші диспетчерлік орталығы мен серіктес компаниялардың магистральдық газ құбырлары басқармасы арасында деңгей аралық, технологиялық объектілердің АБЖ-мен АЖЖ арасында, АЖ және басқа компаниялардың SCADA мен АЖЖ арасында, газ тасымалдаушы компания қолданатын ГАЗ мен АЖЖ арасында ақпараттық өзара әрекеттесулерді қамтамасыз етеді [14].

Ақпараттық өзара әрекеттесуді қамтамасыз ету жағдайында деректерді қабылдау / беру, деректерді MySQL көмегімен басқа жүйелерге импорттау және экспорттау, деректерді қолмен енгізу экрандары арқылы импорттау, Microsoft Office форматтарының тест файлдарын қолдану арқылы деректерді импорттау және экспорттау, диспетчерлік есептік деректерінің алынғандығын растаумен қоса, сұраныс бойынша да, автоматты режимде де есептерді автоматты түрде құру, ЖӨБ деңгейінде автоматты түрде және қолмен жасалынатын сессия қорытындыларын МГҚБ диспетчерімен БДО-қа ақпарат жіберілмес бұрын тексеруге арналған интерфейсі сияқты негізгі функциялар орындалады.

Мәліметтерді жинау және беру келесі режимдерде жүзеге асырылады:

1) диспетчерлік тапсырмаларға қатысты төтенше жағдайларды анықтау және ГТС жұмыс режимдерінің өзгеруін бақылау мақсатында қолданылатын нақты уақыта (өлшенген технологиялық параметрлер);

2) сессия, оның ішінде:

2.1) ГТЖ жұмыс режимдерін бақылау үшін қолданылатын технологиялық деректерді жинаудың екі сағаттық циклі;

2.2) статистикалық және есептік деректерді жинаудың күнделікті, айлық, тоқсандық, жылдық циклдары;

3) эпизодтық сұраныстар (диспетчерлік тапсырмалар, жөндеу жұмыстарына сұраныстар және т.б.).

АЖЖ байланыс үзілген кезде деректерді жеткізуді қоса алғанда, сеанстық және эпизодтық режимдерде мәліметтерді жеткізуді кепілті түрде қамтамасыз етеді (жіберушінің деректері байланыс қалпына келген бойда алушыға жетеді).

АЖЖ деректердің жеткізілуін растау процедурасын жүзеге асырады - жіберуші деректерді алушыға толық жеткізгені туралы хабарлама алады.

АЖЖ-нің деректерді ЖӨБ серверлерінде өлшенген технологиялық параметрлерді кемінде 3 апта, МГҚБ серверлерінде кемінде 3 ай, газ тасымалдау компаниясының диспетчерлік есептік мәліметтерін, серіктес компаниялардың диспетчерлік орталықтарынан келген ақпараттарды, есептеу мәліметтерін, құрылымдалмаған ақпаратты сақтайды.

АЖЖ есеп беруге жоспарланған, сессиялық және болжамдық ақпараттың мұрағаты негізінде жиынтық және аналитикалық есептерді қалыптастыру, қол жетімділік құқықтарына (рөлдеріне) негізделіп, есептерге пайдаланушының қол жетімділігін саралау, есептерді Microsoft Office қосымшаларына экспорттау және импорттау, Microsoft Excel бағдарламалық жасақтамасын пайдаланып деректерді қолмен енгізу функциялары кіреді.

Белгіленген жиілікте немесе сұраныс бойынша есептерді қалыптастыруды автоматты түрде жүзеге асырылады.

АЖЖ пайдаланушыларының ұжымдық пайдалану жүйесінде және автоматтандырылған жұмыс станциясының мониторларында көрсету үшін дисплеймен бірге экрандық формалар құрылды. Ол экрандық формаларда Қазақстан Республикасының магистральдық газ құбырларының шолу сызбасы, аймақтар бойынша газ тарату құбырларының шолу сызбасы, МГҚБ-ларына бөлінген газ құбырларының шолу сызбасы, магистральдық газ құбырының технологиялық қондырғылары мен учаскелері, МГҚБ, ЖӨБ-ларына бөлінген ГТЖ технологиялық схемалары көрсетілген.

Журналдарды жүргізуді қоса алғанда, АЖЖ аппараттық және бағдарламалық жасақтамасының жұмысын бақылау; АЖЖ жүйесін пайдалану кезіндегі апаттар, ақаулар және төтенше жағдайлар туралы деректерді беру және мұрағаттау және АЖЖ әкімшілеріне хабарламалар жіберу, ақпараттық ресурстарға және АЖЖ модульдеріне қол жеткізу құқықтарын саралау, пайдаланушыларды олардың лауазымдық міндеттеріне байланысты оларға сәйкес профильдер тағайындай отырып, топтарға біріктіруді АЖЖ әкімшілігі мен басқару функциясы қамтамасыз етеді.

АЖЖ-нің біріңғай диспетчерлік орталығындағы бағдарламалық-аппараттық кешені келесі компоненттерден тұрады:

- 1) АЖЖ серверлік платформасы;
- 2) деректер сақтау жүйесі;
- 3) үздіксіз электр энергиясымен жабдықтау жүйесі;
- 4) ұжымдық көрсету жүйесі;
- 5) желілік жабдық.

Негізгі электрмен жабдықтауды жүзеге асыру үшін БДО жабдықтары автономды қуат көзі генератормен қамтитын кепілдендірілген электрмен жабдықтау желісіне қосылды. Сақтық қуат үздіксіз қуат көзімен жүзеге асырылады. Серверлік жабдықтау өзара тәуелсіз, тез ауыстырылатын, кіріктірілген қуат көздері бар. Электрмен жабдықтаудың негізгі блогы кепілдендірілген қуат көзінің жергілікті желісіне, ал резервтік қоректендіру блогы үздіксіз қуат көзіне қосылады, автономды жұмыс уақыты кемінде екі сағатқа есептелген [15].

Ұжымдық дисплей жүйесі АЖЖ клиенттік бағдарламалық жасақтамасын ұжымдық дисплей жүйесінің негізгі және резервтік серверіне орнату және қолданыстағы коммутациялық жабдықты қолдана отырып, ұжымдық дисплей жүйесінің жергілікті желісінен қауіпсіз байланыс арқылы АЖЖ жергілікті компьютерлік желісіне қол жеткізу арқылы жүзеге асырылады.

Фабриканы масштабтау технологиясы заманауи Intelligent Resilient Framework (IRF) технологиясына негізделген екі қосқышында жасалған ақаулыққа төзімді конфигурация жиек коммутаторы ретінде қолданылады. Негізгі IRF фабрикасының коммутаторы ретінде бірі бастапқы (негізгі) болып табылады және control plane функциялары үшін есеп беретін және фабрика коммутаторларын маршруттау кестелерін жаңарту үшін жауап беретін, желілік серверлер үшін Layer 2/3 функционалдығын қамтамасыз етеді. Егер негізгі коммутатор істен шықса, IRF автоматты түрде негізгі функцияны фабриканың басқа коммутаторларының біріне береді. IRF фабриканың барлық коммутаторларында негізгі конфигурациядан көшірілетін бірдей конфигурациялық файлды және бірдей жүйелік кескінін қолданады, сондықтан желі администраторы тек бір ғана коммутаторға қызмет көрсету керек [16].

АЖЖ аппараттық-диспетчерлік орталығының техникалық жабдықтар кешені БДО-дағы АЖЖ техникалық кешеніне ұқсас. Айырмашылық мынада, аппараттық басқару бөлмесінің жабдықтары серверлік платформаға тек ақаулыққа төзімділікті қамтамасыз ететін жеңілдетілген конфигурацияны қолданады.

1.3.3 Технологиялық объектілердегі АЖЖ-нің техникалық жабдықтар кешені

Технологиялық объектілердегі АЖЖ-нің ТЖК дала деңгейіндегі деректерді телеөңдеу шкафынан (ДТШ) тұрады.

ДТШ компрессорлық станциялардың негізгі басқару панельдерінің, операторлық өлшеу қондырғыларының үй-жайларында орналасқан. Газ тарату станциясы үшін магистралды газ құбырынан желілік крандар мен байланыстырушы құрылғылардан ақпарат жинау үшін арнайы инфрақұрылым құрылған.

ДТШ деректер жинау контроллері, аналогтық сигнал модульдері, дискретті сигнал модульдері, жергілікті-есептеу желісін (LAN) ұйымдастыруға арналған жабдық, деректерді жоғарғы деңгейге жіберуге арналған GPRS / GSM байланыс жабдықтары, кепілдендірілген электрмен жабдықтау жүйесі, оқшаулау және асқын кернеуден қорғау құралдары, шкаф есігінің жабықтығын бақылау, шкафтағы микроклиматты бақылау (термостат, калорифер), жергілікті шкафты жарықтандыру жабдықтарынан тұрады.

ДТШ жұмыс кеңістігінде шкафтың жалпы көлемінің кем дегенде 30% мөлшерінде автоматтандырылған басқару жүйесінің қосымша жабдықтарын орнатуға арналған резервті кеңістігі бар [17, 18].

Деректерді телеөңдеу шкафының ТЖК

Мәліметтер жинау контроллері ретінде Siemens компаниясының контроллері қолданылған.

Деректерді жинау контроллері стандартты телемеханика хаттамаларына сәйкес жоғарғы деңгеймен ақпарат алмасуды жүзеге асырады. Кіріс-шығыс модульдерімен үйлестіре отырып, ол әртүрлі датчиктер мен құрылғылардан (термопаралар, жылу кедергілер, универсалды ток шығысы бар құрылғылардан, сандық және т.б.) жауап ала алады.

- Деректер жинау контроллері келесі функцияларды қамтамасыз етеді [19]:
- дискретті сигналдарды енгізу (телесигнализация - ТС);
 - аналогтық сигналдарды енгізу (ағымдағы телеөлшеу - АТӨ);
 - дискретті сигнал шығару модульдерін қосу мүмкіндігі (телебасқару - ТБ);
 - сандық өлшеу түрлендіргіштерінен теледерек ақпаратын алу;
 - деректерді сақтау (жинақтау) және жергілікті өңдеу;
 - алмасу хаттамалары.

Блок-модульдік құрылым автоматтандыру объектісіне қойылатын талаптарға байланысты көптеген әр түрлі конфигурацияларды қолдануға мүмкіндік береді. Таратылған енгізу-шығару жүйесін ескере отырып, SICAM контроллерлерінің максималды конфигурациясы - 20000 сигнал.

Әр түрлі кезеңдегі қолданыстағы өлшеу құралдары мен ағынды өлшеу құрылғыларын қосу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін деректерді жинаудың басқа контроллерлері мен бағдарламалық жасақтамаларын пайдалануға болады.

Жергілікті желіні (LAN) ұйымдастыруға арналған жабдық ретінде басқарылатын қосқыш қолданылады. Бұл басқа интерфейстер мен протоколдар арқылы өңделген деректерді экспорттауға (импорттауға) басқа автоматика ішкі жүйелерін қосуға мүмкіндік береді, сонымен қатар, желінің кептелуін болдырмау үшін өткізу қабілеттілігін басқарады, online режимде ақауларды жою үшін порттарды бақылауға мүмкіндік береді, орнату қарапайым қашықтықтан басқару мүмкіндігі бар, Web кіру мүмкіндігі бар, кеңейтілген температура режимінде жұмыс істейді.

GPRS желілерінде тарату үшін GPRS/GSM модемі қолданылады. Бұл модем OpenVPN VPN технологиясын және IPsec шифрлауды қолдайды, бұл жіберілетін деректердің ақпараттық қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Байланыс арнасының сенімділігі мен тұрақтылығының бұзылмауын қамтамасыз ету үшін әр түрлі провайдерлердің екі SIM картасы қолданылады [20].

Өрістік деңгейдегі объектілердің ТЖК

Өріс деңгейі физикалық шамалардың бастапқы түрлендіргіш датчиктерінен және датчиктерден ДТШ-қа ақпарат беруге арналған кабельдік желілерден тұрады.

Қысым мен температура датчиктері тікелей компрессорлық станциялар мен өлшеу қондырғыларының кіріс және шығыс газ құбырларында орналасқан. Бұрын жаңартылған қондырғыларда қолданыстағы бастапқы түрлендіргіштер қолданылады. Заманауи цифрлық өлшеуіштермен жабдықталған өлшеу қондырғыларында қысым, температура және газды тұтыну көлемі туралы ақпарат жергілікті желі арқылы ДТШ-қа беріледі [21].

Бастапқы қысым мен температура түрлендіргіштері ретінде арнайы датчиктер қолданылады.

Датчиктер Қазақстан Республикасының өлшеу құралдарының бірыңғай тізіліміне енгізілген. Температура датчиктерінің бастапқы түрлендіргіштері технологиялық ортадан ГЗ-015 қорғаныш гильзалармен бөлінеді. Температура датчиктері, орнату орнына байланысты, бастапқы түрлендіргіштің әртүрлі

орындау нұсқаларына ие: бетіне орнатылған үстеме, бұрандалы бөлігімен ортаға батырылатын және бұрандалы бөлігі жоқ, монтаждау бөлігінің ұзындығымен ерекшеленеді.

Үстеме температуралық датчиктері магистральдық газ құбырының бетіне орнатылған. Үстеме температуралық датчигін катодты қорғаныс жүйесінен оқшаулауға температура сенсорының сезімтал элементін фторопластикалық қақпақпен оқшаулау арқылы қол жеткізіледі [22].

Жердің температурасын бақылау үшін қорғаныс гильзасы бар бұрандалы температура датчиктері қолданылады. Сыртқы температураны өлшеу үшін бұрандалы бөлігі жоқ температура датчиктері қолданылады.

Қуат беру және бастапқы түрлендіргіштерден ақпарат беру үшін КВББШвнг маркалы кабельдік желілері қолданылады. ДТШ-тан бастап бастапқы түрлендіргіштерге кабельдік желілерді тарту арнайы дайындалған траншеяда, қолданыстағы және жаңадан тұрғызылған кабельдік құрылымдарға сәйкес, ЭҚОЕ-ны ескере отырып жүзеге асырылады [23]. Кабельдерді ашық түрде төсеу үшін кабельдік желілердің сыртқы оқшаулауын күн сәулесінің әсерінен қорғайтын болат қораптар мен ПВХ оқшауланған металл шлангтар қолданылады.

Сандық шығын өлшегіштерден ақпарат беру үшін қолданыстағы кабельдік құрылымдар бойымен тартылған КИПвЭБнг(А)-НФ 2х2х0.78 маркалы кабельдік желілер қолданылған. Механикалық зақымдану ықтималдығы жоғары орындарында кабель желісі кабельдік каналдарға, қорғаныш металл қорапты шлангілерге және т.б. салынып жүргізілген.

1.3.4 Газды есепке алуға қажетті деректерді тасымалдау

Нысанның сипаттамаларына байланысты берілетін ақпараттың құрамы мен көлемі айтарлықтай өзгеруі мүмкін. МГҚБ орталық және жедел диспетчерлік пункттеріне берілетін негізгі параметрлер:

- желілік крандардың кірісі мен шығысындағы газ қысымы;
- желілік крандардың кірісі мен шығысындағы газ температурасы;
- магистральдық газ құбырындағы газ тарату станциясының (ГТС) кірістегі газ қысымы мен температурасы;
- ГТС кірісі мен шығысындағы газ қысымы мен температурасы;
- өлшеу түйіндеріннен өткен газ шығыны;
- газ тарату станциясынан өткен газ шығыны;
- компрессорлық станциялардың газ тұтынуы шығыны;
- ДТШ ТЖК объектісіне қол жетімділігін бақылау;
- компрессорлық станциялардың, есептеу түйіндерінің және газды өлшеу станцияларының (ГӨС) желілік крандарының (ашық / жабық) күйі;
- желілік крандардағы қысымның төмендеуі;
- объектінің сыртқы температурасы;
- объектінің жер температурасы;
- объектінің ДТШ ТЖК төтенше жағдайы.

Қажет болса, ТЖК-ді айтарлықтай ұлғайтпай, компанияның нысандарынан келесі ақпаратты қосымша беруге болады: табиғи газды хроматографиялық талдау, қосалқы жүйелердің физикалық параметрлері мен күйі.

АЖЖ-де ақпараттық ұйымдастыру құрылымы объектілерге бағытталған, бұл АЖЖ пәндік аймағының нақты объектілерінің қасиеттерін және олардың бір-бірімен байланыстарын бейнелейді.

Таратылған желіні сақтау технологиясы және деректерді сақтау желісінің бөлінген сегменті негізінде құрылған деректерді сақтау жүйесі (ДСЖ) АЖЖ үшін машиналық тасымалдаушылар ретінде БДО, орталық және резервтік диспетчерлік пункттер деңгейінде қолданылады. Бұл үшін ДСЖ ретінде HP MSA 2040 негізіндегі жабдық пайдаланылады.

Деректерді сақтау жүйесі ақауларға төзімді RAID-6 массивінде жалпы көлемі 10Тб теңшелген жоғары жылдамдықты SAS дискілерінен жинақталған диск сөресін тұрады. ДСЖ ақауларына төзімділік платформалық серверлердің әрқайсысын сақтау желісіне қосумен екі контроллермен қамтамасыз етіледі. АЖЖ администраторлары мен диспетчерлерінің автоматтандырылған жұмыс станциясының өзіндік дискілік кеңістігі бар.

Кіріс құжаттары - бұл МГҚБ-лығының диспетчерлік қызметтерінен түсетін ақпаратты қолмен енгізу формалары, шығыс құжаттары - SCADA жүйесінің мәліметтер базасы [24] негізінде құрылған есеп беру формалары.

Объектінің бастапқы түрлендіргіштерінен шығатын сигнал түріндегі ақпарат 4-20 мА (температура және қысым датчиктері үшін) немесе MODBUS протоколы (RS-485) өлшеу түйіндерінің шығын өлшегіштерінен және ГӨС-ларынан объектінің ДТШ жіберіледі. Әрі қарай, ДТШ мәліметтерді жинау және беру құрылғысы (IPS 60870-5-104) хаттамасымен кіріс ақпаратын шығыс сигналына түрлендіреді және қолданыстағы және жаңадан ұйымдастырылған байланыс каналдары арқылы БДО және апаттық диспетчердің орындарыда орнатылған серверлеріне кіреді.

1.3.5 АЖЖ-нің бағдарламалық жасақтама құрамы

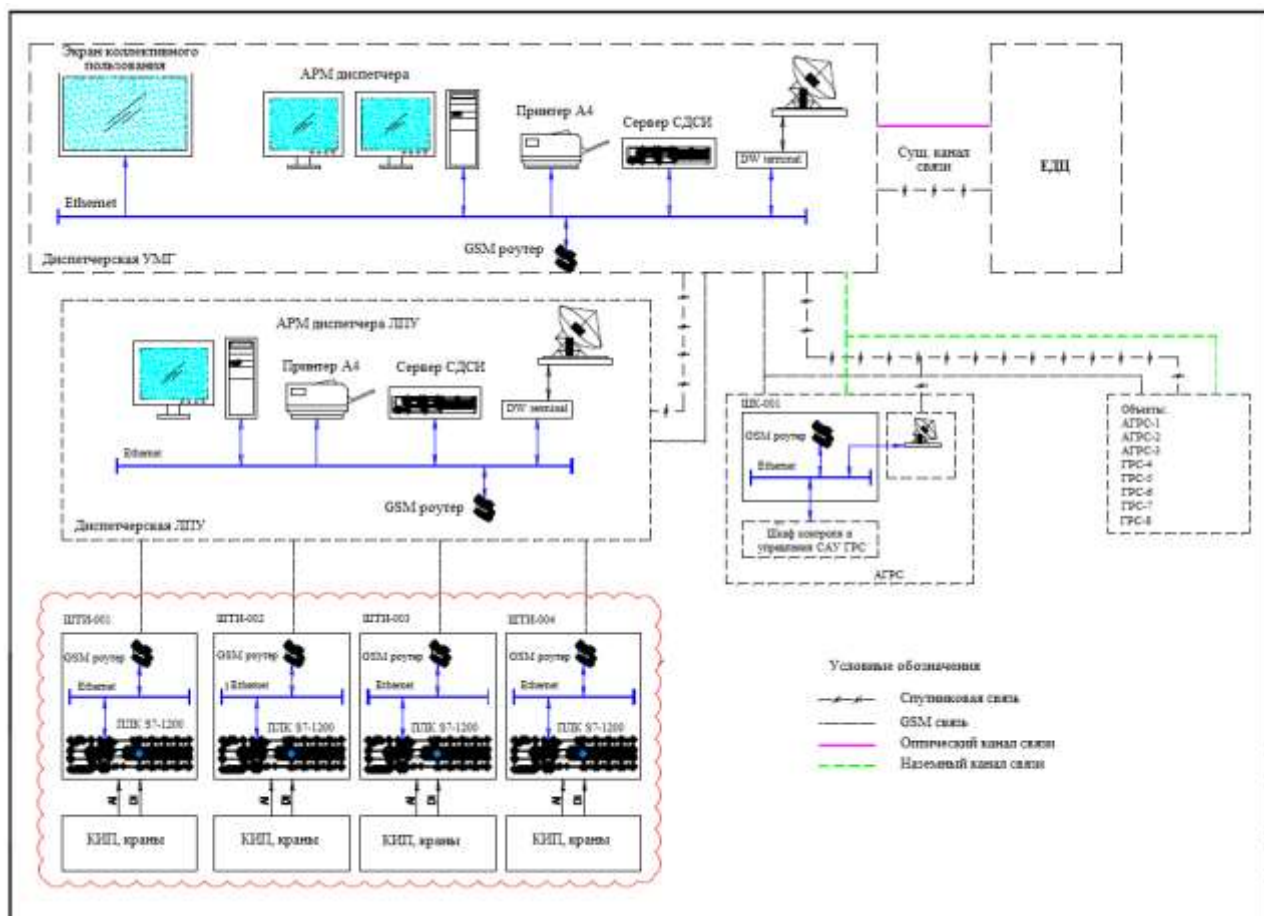
АЖЖ 1-кестеде көрсетілген бағдарламалық жасақтамадан тұрады.

Кесте 1 – Бағдарламалық жасақтама құрамы

БЖ атауы	Ескерту
Windows Server 2012 r2 standard	Серверлік бөліктің операциялық жүйе
MS Office 2016	Microsoft кеңсе жиынтығы
Fineprint Software: Fineprint Server	Құжаттарды басып шығару мүмкіндіктерін кеңейтетін үшін виртуалды принтер драйвері
Active Directory	домен контроллері scada
SCADA	Scada жүйесі
MS SQL Server Standard	реляциялық мәліметтер қорын басқару жүйесі

1-кестеде келтірілген бағдарламалық жасақтаманың мақсаты АЖЖ виртуалды инфрақұрылымын құруға арналған.

SCADA IDS HIGH-LEIT - бұл бақылау немесе басқару объектісі туралы ақпаратты жинау, өңдеу, бейнелеу және мұрағаттау жүйелерін дамытуға немесе нақты уақыт режимінде қамтамасыз етуге арналған бағдарламалық өнім, оның архитектурасы 7-суретте көрсетілген.



Сурет 7 – SCADA-ның архитектурасы

SCADA бағдарламалық жасақтамасы келесі функцияналдық мүмкіндіктерге ие [25]:

1. Негізгі функциясы:

- онлайн диалогтарды параметрлеу және технологиялық процесті басқару (ауыстыру, баптау, бақылау);
- интернет пен желі арқылы қашықтықтан диагностикалау интерфейстері (DSL/VPN және қашықтықтан диагностикалық бағдарламалық қамтамасыз ету қажет);
- сегіз доменге дейін бөлу;
- ақпараттық элементтерді иерархиялық құрылымда алты мәтіндік және иерархиялық мәтінге дейін белгілеу жүйесін орнату;

- ақпараттық элементтер мен иерархиялық топтарды (хабарлама блогы, командалық блок, жад, уақыт шегі) автоматты түрде іске қосу функциясымен қолмен және оқиғаға негізделген таңбалау;

- жүйеге кіру үшін авторизациялауды басқару;

- connectivity функциясы (келесі IDS HIGH-LEIT модульдеріне контекстке сезімтал тармақталу: үрдістер, технологиялық кескіндер, ақпараттық элементтер редакторы, оқиғалар журналы, ақпараттық жағдайлар тізімі);

- командалардың, командалық топтардың, берілген мәндердің, түсініктемелердің циклдік немесе арнайы шығуына арналған жоспарлау функциясы;

- ASCII немесе ODBC интерфейстерін қолдану арқылы сипаттамалар мен сандық архивтерді импорттау/экспорттау;

- арнайы Excel формаларын қолдана отырып, ақпараттық объектілерді жаппай редакциялау.

2. Өлшенген мәндерді өңдеу.

3. Есептегіштің міндерін өңдеу.

4. Енгізілген мәндерді өңдеу, яғни RTU және автоматика жабдықтары үшін енгізілген мәндерді шығару, автоматты жүйелер үшін реттелетін импорттық импульс, кез-келген хабарламалармен немесе ерікті логикалық өрнектермен блоктау.

5. Командаларды өңдеу: командаларды үздіксіз немесе импульсивті командалар ретінде шығару, 1.5 немесе 2 байланыс командалар (сәйкес шығыс тақталарымен), ашу-тоқтату-жабу командалары, қайта тексеру сигналдарының көмегімен тапсырмалардың орындалуын бақылау, кез-келген хабарламалармен немесе ерікті логикалық өрнектермен блоктау, макс. 32 жеке командаларды топтастыруға арналған топтық командалар, қызметтік циклдарды және активациялау шарттарын ескеретін, макс. 32 командаларының ретімен өңдеуге арналған ауыстыру командалары.

6. Өткен сағаттарды санау/коммутация циклдары;

7. Мәндерді қолмен енгізу;

8. Процестің мнемосызбалары/көрсету: процесстің толық графикалық векторлық мнемоникалық сызбаларына арналған ыңғайлы орнатылған дисплей және символдық редактор, фондық кескіндерді интеграциялау (Bitmap, wmf, dwt), экстенсивтік және кеңейтілетін символдар мен объектілер кітапханасы, бұрынғы егжей-тегжейлі мнемоникалық сызбалар мен шаблондарды қолдана отырып, процесстерді онлайн режимінде бақылау және визуалдау, қашықтан үлкейту (бір объект және бірнеше), айналдыру және кедергі сигналдарын жою (16 қабатты), еске салғыш функциясы бар суреттерге ескертулер мен іздеу функциялары, процесстің мнемоникалық сызбаларынан қосымшаларды шақыру (оның ішінде үшінші жақты қоса).

9. Мұрағатталған графиктер: графикте 4-х және 6 у осьтері бар 16-ға дейін диаграммаларды тағайындау, қисықтар, гистограммалар, торлы және орналасу функциялары, белгішелер көмегімен тор және аралық сынамалар алу,

кезеңнің соңына дейін циклдік жаңаруы және ашылуы бар диаграммалар кестелері, тұтас сызықпен көрсетілген таралу қисығы.

10. Іс-шаралар журналы: жүйелік оқиғаларды хронологиялық тәртіпте үздіксіз көрсету, реттелетін фильтрлер және деректерді көрсету (экспресс-фильтр), белгішелермен жұмыс істеу (айналдыру, фильтрлеу, ауыстыру - статикалық / динамикалық), пікірлер және қабылдауды растау функциясы.

11. Авариялық сигналдар кестесі мен тізімі: ескерту, бұзушылықтар мен төтенше жағдайларды онлайн режимінде көрсету, алдын ала анықталған аймақтар мен маңызды фильтрлер, қабылдауды растау функциясы.

12. Есеп беру формалары.

13. Деректерді мұрағаттау және резервтік көшіру.

АЖЖ жүйесінің енгізілген SCADA бағдарламалық жасақтаманың келесі модульдерін қолданған:

1. Газ тарату және газ тарату жүйелеріндегі стационарлық және стационарлық емес процестерді модельдеу үшін.

2. «Онлайн» режимдерін модельдеу үшін.

3. Берілген газды коммерциялық есепке алу және тұтынушылармен кейінгі есеп айырысу мақсатында газ қасиеттерінің таралуын есептеу үшін.

4. Газ тасымалдаудың өлшенбейтін параметрлерін (ең алдымен барлық объектілер үшін газ шығыны) анықтаудан және олардың нақты күйін сипаттайтын ГТЖ объектілері модельдерінің параметрлерін анықтаудан тұратын ГТЖ-нің нақты режимдерін талдау үшін.

5. Талдау тапсырмасының жүйелі жұмысының нәтижесі болып табылатын ретроспективті параметрлік мәліметтер базасымен жұмыс істеу үшін.

6. Әр түрлі оңтайландыру критерийлері бойынша ГТЖ жұмыс режимдерін жоспарлау үшін:

- максималды өнімділік;
- өз қажеттіліктері үшін минималды газ шығыны;
- өз қажеттіліктері үшін электр энергиясының минималды шығыны;
- минималды шығындар;
- максималды пайда;
- ГТС кірістеріндегі минималды қысым.

1.4 Мәселелерді талдау және оларды шешу жолдарын зерттеу

Қазіргі кезде газ дисбалансының құбылысы жеткізілген және тұтынылған газ көлемдерінің айырмашылығы ретінде келесідей (1) формула түрінде ұсынылған [26]:

$$V_p = V_{номр} - V_{ност} \quad (1)$$

мұнда $V_{ност}$ – жеткізілген газ көлемі;

$V_{номр}$ – тұтынылған газ көлемі.

Алайда (1) формула дисбаланстың пайда болу себептерін емес, тек ресми түрде газдың дисбалансының болуын сипаттауға көмектеседі. Сондықтан көптеген заманауи зерттеулер жеке себептердің салдары ретінде газ дисбалансын анықтайтын модельдер мен әдістерді әзірлеуге және жетілдіруге бағытталған. Мұндай зерттеулер статистикалық модельдер мен әдістерге бағытталған. Осылайша, [27] жұмыста дисбаланстың жалпы мәніне газды тұтынушыларда да және газды жеткізушілерде, ең үлкен қателікке ие есептегіштер де үлкен үлес қосылатыны көрсетілген. Сондықтан газ өлшеу қондырғыларының абсолютті және салыстырмалы қателіктерінің мәндерін талдау арқылы газ дисбалансының математикалық сипаттамасына көп көңіл бөлінді. Сонымен қатар, жұмыста газдың дисбалансын газбен жабдықтаушы мен тұтынушылардың абсолютті қателіктерінің дисперсияларын салыстырмалы талдау арқылы анықтау ұсынылды. Алайда, сынақтар жеткізілген және тұтынылатын газдың біркелкі таралуы гипотезасына негізделді. Бұл жағдайда бұл гипотезаның дұрыстығына жеткілікті дәлелдер келтірілген.

[28] жұмыста жеткізілетін және тұтынылатын газ көлемінің дисбалансының дәрежесін бағалаудың екі әдісі ұсынылды. Бірінші әдісте газды есепке алудың барлық қателіктері жеткізушіге де, тұтынушыға да белгілі болған жағдайда қолдану ұсынылды. Екінші әдісте барлық газды есепке алу құралдары туралы толық ақпарат жинау мүмкін болмаған жағдайда қолдану ұсынылды. Бұл әдіс газдың орташа дисбалансын және оның стандартты ауытқуын бағалауды, содан кейін газдың дисбалансының орташа қателігін есептеуді қамтиды. Бұл әдісте дисбаланстың дәрежесі кездейсоқ болып саналады, егер дисбаланстың орташа мәнін бағалау мәні орташа мәнің қателік мәнінен аспаса. Алайда, бұл әдіс оның пайда болу себептерін анықтамай, кездейсоқ газ дисбалансының гипотезасын ғана тексеруге мүмкіндік береді. ГТЖ-ін тиімді пайдалану тұрғысынан анықталған газ дисбалансының жол берілуін бағалау мәселесі шешілмеген күйінде қалып отыр.

[29] жұмыста ГТЖ-де есепке алынбаған газды басқару процестерін статистикалық бақылау әдістерін қолдану қарастырылған. Өлшеу жабдығының, атап айтқанда газ есептегіштерінің жұмысындағы ақауларды анықтау үшін осындай әдістерді қолданудың тиімділігі дәлелденді. Алайда, бұл зерттеулерде мұндай әдістерді ГТЖ-дегі үлкен сегменттерінде қолдануға жүйенің көлемі мен күрделілігі елеулі кедергі келтіретіндігі атап өтілген. Сонымен қатар, әдістердің дәлдігіне осындай сегменттердің мониторинг деректерінде артықтық болмауы және әрбір нақты ГТЖ-нің сегментіне тән қателіктердің болуы кері әсер етеді. Сондықтан магистральдық газ құбырларын да, жеке тұтынушыларды да қамтитын, газ тасымалдауды есепке алу мен бақылаудың көп деңгейлі жүйесі жасалынған жағдайда ғана, ГТЖ-нің үлкен сегменттерін басқарудың статистикалық бақылау әдістерін қолдану ұсынылды.

[30] жұмыста газ дисбалансының себептеріне талдау жасалды. Белгілі себептерден басқа - өлшеу қателіктері мен тасымалданатын газ көлемінің маусымдық өзгеруі - қоршаған ортаның температурасының әсерінен дисбаланс орын алуы мүмкін екендігі көрсетілген. Газ дисбалансын тудыратын зерттелген

факторлардың маңыздылығы сәйкес гипотезаларды тексеру арқылы анықталды. Бұл жұмыста газ дисбалансының дәрежесін бағалау үшін нақты өлшеу қателіктерін күтілген қателіктермен салыстыруға негізделген қарапайым статистикалық бағалауды қолдану ұсынылды.

ГТЖ-де газ дисбалансына байланысты мәселелерді шешу жолдарын зерттеудің тағы бір бағыты аналитикалық (детерминирленген) модельдерді әзірлеуге және жетілдіруге бағытталған. Мұндай модельдер көпжылдық ғылыми-техникалық жұмыстың нәтижесі болып табылады және статистикалық өңдеуді қажет ететін мәліметтер жиынтығының болуына немесе болмауына байланысты емес. Сонымен [31] жұмыста табиғи газдың газ құбырлары арқылы тасымалдау кезіндегі технологиялық шығындарын зерттеуге арналған. Магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалдау кезінде, сыртқы газ құбырлары мен жабдықтарында және ішкі газ құбырларында газдың технологиялық шығынын есептеудің модельдері мен әдістері қарастырылған. Алайда осы жұмыста газдың рұқсат етілмеген өндірісі, төтенше жағдайлар, газ айдау режимдерінің өзгеруі және басқа да осыған ұқсас себептерден туындаған газ дисбалансын анықтау мәселелері шешілмеген.

[32] жұмыста таратылған газ желілеріндегі газ дисбалансының мониторингі және бақылау мәселелері қарастырылған. Газ дисбалансын анықтау үшін деректерді салыстыру әдістеріне негізделген модель ұсынылды. Алайда, осы модельді пайдалану барлық желілік түйіндерде бірдей газ есептегіштерін орнатқаннан және газды тұтыну туралы мәліметтерді жинағаннан кейін ғана мүмкін болады.

Газ дисбалансын анықтау және оның пайда болу себептерін анықтау мәселелерін шешуді автоматтандыруға мүмкіндік беретін ақпараттық жүйелер мен технологияларды құру мен дамыту бойынша ғылыми-қолданбалы жұмыстар зерттеудің қарастырылған бағыттарымен тығыз байланысты. Осылайша, [33] жұмыста газды есепке алудағы дисбалансты нөлге дейін төмендету іс жүзінде мүмкін емес, бірақ оны белгілі бір сенімділік шегінде азайту өте маңызды екендігі айтылды. Осы мақсатта бұл жұмыста газды тасымалдау мен таратудың тармақталған және күрделі кешенінде - кен орнынан тұтынушыға дейін бірыңғай көп деңгейлі есепке алу жүйесін енгізу ұсынылды. Мұндай жүйе газ дисбалансының себептері газ көлемін өлшеудегі қателіктер, сенімді газды есепке алудың болмауы және газдың әр түрлі шығындары деген болжамға негізделген. Бұл жұмыста осындай есепке алу жүйесін құрудың негізгі принциптері мен жүйені жүзеге асырудың негізгі кезеңдері ұсынылды. Бірақ бұл жұмыста ұсынылған есеп жүйесі көбінесе тұйықталған аймақтық ГТЖ-нің жұмысына бағытталды, оның басқа ГТЖ-мен өзара әрекеттесуі өте төмен. Сондықтан бұл жұмыста магистральдық газ құбырларындағы газ дисбалансының көрінуіне байланысты мәселелер қарастырылмаған.

[34] жұмыста автоматтандырылған диспетчерлік басқаруға арналған ақпараттық технологияларды құрудың ғылыми және қолданбалы аспектілері ГТЖ-нің басқару жүйесінің маңызды элементтері ретінде қарастырылады. Осындай технологияларды математикалық қолдау ретінде деректерді

интеллектуальды талдау мен синергетикалық талдаудың модельдері мен әдістерін, сонымен қатар әр түрлі модельдеу технологияларын қолдану ұсынылды. Алайда, осы жұмыста бақылау нүктелеріндегі газ дисбалансын анықтау және талдаумен байланысты мәселелерді шешу үшін осы модельдер мен әдістерді қолдану мәселесі жеке қарастырылмаған. Сонымен қатар, деректерді интеллектуальды талдау әдістерін пайдалану жедел басқару үшін қолданыстағы есептеу жүйелерінен басқа, өнімділігі жоғары және есте сақтау қабілеті жоғары қосымша есептеу жүйелерін құруға және қызмет көрсетуге айтарлықтай шығындарды талап етеді.

Газ тасымалдау тапсырмаларын шешу үшін үлкен деректер әдістерін қолдану мүмкіндігі мен орындылығы туралы [35] жұмыста жазылған. Алайда, газды тасымалдау мәселелерін шешуді автоматтандыруға деген мұндай тәсіл ГТЖ басқару жүйесін осал етеді. Атап айтқанда, SCADA жүйелері түрінде енгізілген ГТЖ басқару жүйесінің төменгі буындары осал болып қалады. Сондықтан бұл жұмыста дәстүрлі архитектурасы бар SCADA жүйелері грид жүйелерде және Интернеттегі заттарға негізделген архитектурасы бар жүйелерде әсіресе осал болатыны атап өтілді. SCADA жүйелерінің газды есепке алудағы кез-келген осалдығы қауіпті және ауыр қаржылық салдарға әкелуі мүмкін болғандықтан, қауіпсіздіктің тиімді стратегияларын жасау қажет. Бұл мәселелер әлі шешілген жоқ, өйткені SCADA жүйелеріндегі осалдықтарды жою үшін қосымша зерттеулер қажет.

ГТЖ-де газ дисбалансын анықтау және талдау мәселелерін шешуге арналған әдеби шолу нәтижелері келесі қорытындылар жасауға мүмкіндік береді:

а) қолданыстағы статистикалық модельдер мен әдістер газды тасымалдау процесінің негізгі параметрлерін бағалауға бағытталған және іс жүзінде газ дисбалансының себептері туралы гипотезаларды тексеруге мүмкіндік бермейді;

б) қолданыстағы аналитикалық модельдер тек ГТЖ-нің жеке түйіндерін сипаттауға мүмкіндік береді;

в) статистикалық модельдерді қолданудың тиімділігі мен дәлдігі көп жағдайда ГТЖ-де ақпарат жинау мен өңдеудің автоматтандырылған жүйелерінің ерекшеліктеріне байланысты;

г) деректерді жинау және өңдеу үшін заманауи ақпараттық технологияларды пайдалану және үлкен деректерді қолдану көбіне оларды енгізу мен ұстауға кететін шығындардың жоғары деңгейімен, сонымен қатар төменгі буыннан мәліметтерді жинауда SCADA жүйелерінің осалдығының жоғарылауына байланысты.

1-бөлім бойынша қорытындылар

Қазақстан Республикасында жұмыс істейтін газ тасымалдау мен тарату жүйесінің негізгі ерекшеліктерінің бірі - барлық магистральдық газ құбырларының бірыңғай газ тасымалдау жүйесіне бірігуі. Бірінші бөлімде еліміздің газ тасымалдау жүйесінің жұмысына, атап айтқанда тасымалдаумен айналысатын ҚазТранГаз компаниясы және магистральдық газ тасымалдау

құбырлары сипатталған. Сонымен қатар еліміздің ГТЖ-де қолданыстағы газдың технологиялық деректерін жинауға және есепке алуға арналған автоматтандырылған жүйенің негізгі техникалық шешімдері мен әдебиеттерге шолу келтірілген.

Газды қауіпсіз және сенімді тасымалдауды қамтамасыз ету үшін газ тасымалдаушы компания автоматтандырылған жүйелерді біртіндеп енгізуде. Қазырғы таңда өрістік деңгейден газды есепке алуға қажет технологиялық параметрлерді жинауға арналған автоматтандырылған жүйе ГТЖ-нің аз бөлігін қамтиды. Өйткені магистральдық газ тасымалдау құбырлар желісінің негізгі бөлігі өткен ғасырдың алпысыншы жылдары салынған. Ол кезде диспетчерлік орталықтарда газды есепке алудың автоматтандырылған жүйесі қарастырылмаған. Сондықтан газ тасымалдау жүйесінің жұмысы кезінде газды есепке алу үрдісінде пайда болуы мүмкін дисбаланс салдарын дер кезінде анықтап, жою қиындықтар тудырады. Ал дисбаланс негізсіз жоғары техникалық-экономикалық шығындарға, сондай-ақ газ тасымалдау жүйесіндегі газды тұтынушылар мен жеткізушілер арасындағы келіспеушіліктер мен дауларға әкеледі.

Бұл тұжырымдар газ дисбалансын бағалаудың және оның ГТЖ-де пайда болу себептерін талдаудың арнайы әдістерін әзірлеу бойынша зерттеулер жүргізу қажеттілігін анықтайды. Сонымен бірге, жоғарыда көрсетілгендей, көп бөлігі едәуір ескірген және ұзақ қайта құрудан өтіп жатқан Қазақстанның ГТЖ ерекшеліктерін ескере отырып, газ тасымалдау жүйесінің барлық деңгейлерінен газдың технологиялық параметрлерін жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйені құрудың қажеттілігін тұжырымдайды.

2 ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУ ТӘСІЛДЕРІ МЕН ҚҰРАЛДАРЫ

Коммерциялық есептеу үшін қандай өлшемдер қолданылады, сұйықтыққа немесе әртүрлі нормативтік талаптарға байланысты; кейбір өнімдер, мысалы, этилен үшін массаны өлшейді, ал сұйықтықтардың көпшілігі көлемді өлшейді. Табиғи газға арналған коммерциялық есепке алу негізінен көлемге негізделген, бірақ кейбір елдерде газды өлшеу операциялары газдың энергия құрамына негізделген.

Бұл шамалар әртүрлі әдістермен әртүрлі құрылғылармен өлшенеді. Газ шығынын немесе көлемді өлшеу коммерциялық есептеу үшін өте маңызды болғандықтан, осы бөлімде басқа шамаларға қарағанда шығынды немесе көлемді өлшеуге көбірек көңіл бөледі [36].

Мониторинг немесе бақылау және коммерциялық есеп үшін әдетте өлшенетін шамалар:

1. Көлем немесе шығын.
2. Қысым.
3. Температура.
4. Газдың тығыздығы мен құрамы.
5. Сапа.

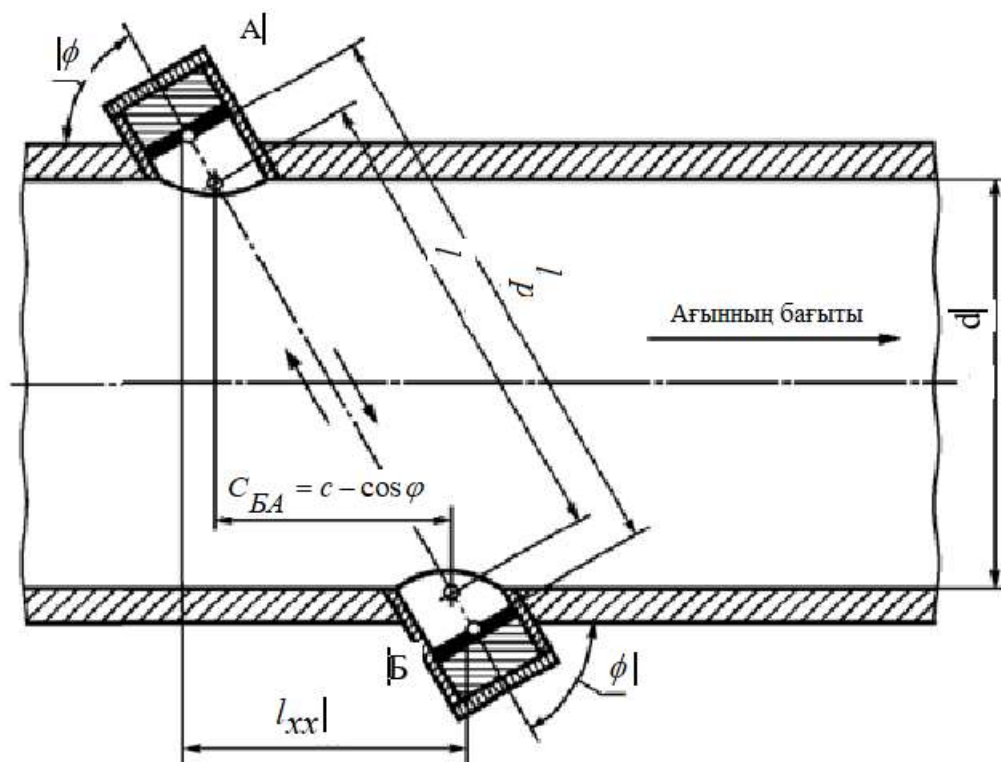
Көлемдік шығынды және стандартты жағдайларға келтірілген газ көлемін өлшеу жұмыс жағдайында көлемдік шығынды және газ көлемін ультрадыбыстық түрлендіргішпен өлшеуге негізделген динамикалық өлшеулердің жанама әдісімен жүзеге асырылады және оларды өлшеу нәтижелерін өңдеу құралының көмегімен стандартты жағдайларға келтіру.

Жұмыс жағдайында газдың көлемдік шығыны мен көлемін стандартты жағдайларға келтіру үшін газдың термофизикалық сипаттамалары мен физика-химиялық параметрлері пайдаланылады, олардың тізімі таңдалған қалпына келтіру әдісіне байланысты стандартта белгіленеді [37].

2.1 Жұмыс жағдайында газ шығыны мен көлемін өлшеу әдісі

Жұмыс жағдайында газдың көлемдік шығыны мен көлемін өлшеу ультрадыбыстық шығынды түрлендіргіш (УДШТ) арқылы жүзеге асырылады, оның жұмыс принципі ультрадыбыстық импульстің газ ағынының бойымен және акустикалық жол бойындағы орташа газ жылдамдығынан электроакустикалық түрлендіргіш (ЭАТ) арасындағы оған қарсы өту уақытының айырмашылығының тәуелділігіне негізделген [38, 14 б.].

Электроакустикалық түрлендіргіші бар бір каналды ультрадыбыстық шығынды түрлендіргіштің сұлбасы төменде 8 – суретте келтірілген.



Сурет 8 - Корпустың қабырғасында орналасқан ЭАТ бар бір каналды УДШТ-тің сұлбасы

А және В позицияларында УДШТ-тің корпусының екі жағында ультрадыбыстық импульстарды жіберетін және қабылдайтын ЭАТ орналастырылған. Егер газ шығынының жылдамдығы нөлге тең болса, онда А нүктесінен В нүктесіне бағытталған ультрадыбыстық импульстің өту уақыты В нүктесінен А нүктесіне бағытталған ультрадыбыстық импульстің өту уақытына тең болады. Егер газ шығынының жылдамдығы нөлге тең болмаса, онда А нүктесінен В нүктесіне бағытталған ультрадыбыстық импульстің (τ_{AB}) өту уақыты азаяды, ал В нүктесінен А нүктесіне бағытталған ультрадыбыстық импульстің (τ_{BA}) өту уақыты артады. Бірінші жуықтауда ультрадыбыстық импульстің өту уақытын формулалар арқылы есептеуге болады [39]:

$$\tau_{AB} = \frac{l_p}{\left(c^2 - \frac{\bar{w}^2 l_x^2}{l_{xx}^2} + \frac{\bar{w}^2 l_x^2}{l_p^2} \right)^{0,5}} + \frac{\bar{w} l_x}{l_p}; \quad (2)$$

$$\tau_{BA} = \frac{l_p}{\left(c^2 - \frac{\bar{w}^2 l_x^2}{l_{xx}^2} + \frac{\bar{w}^2 l_x^2}{l_p^2} \right)^{0,5}} - \frac{\bar{w} l_x}{l_p}; \quad (3)$$

мұнда ϕ, l_p, l_x, l_{xx} - 1 суретті қараңыз.

Егер l_p арақашықтығы l -ға тең болса (1-суретті қараңыз), онда (2) және (3) формулалар былай өзгереді:

$$\tau_{AB} = \frac{l_p}{\left(c^2 - \bar{w}^2 \sin^2 \phi \right)^{0,5}} + \bar{w} \cos \phi; \quad (4)$$

$$\tau_{BA} = \frac{l_p}{\left(c^2 - \bar{w}^2 \sin^2 \phi \right)^{0,5}} - \bar{w} \cos \phi; \quad (5)$$

w және c -қа қатысты (2) және (3) немесе (4) және (5) формулалардан тұратын теңдеулер жүйесін шешіп, акустикалық жол бойындағы газдың орташа жылдамдығын және газдағы дыбыс жылдамдығын есептеу үшін келесі формулаларды аламыз:

$$\bar{w} = \frac{l_p}{2 \cos \phi} \left(\frac{1}{\tau_{AB}} - \frac{1}{\tau_{BA}} \right); \quad (6)$$

$$c = \frac{l_p}{2} \left(\frac{1}{\tau_{AB}} + \frac{1}{\tau_{BA}} \right); \quad (7)$$

ЭАТ өлшеу құбырының (ӨҚ) сыртқы бетіне орналастырылған ультрадыбыстық ағынды түрлендіргішті пайдаланған жағдайда, ультрадыбыстық импульс ЭАТ және ӨҚ қабырғасы арқылы өткеннен кейін өлшеу құбырының ішкі қуысына енеді. Бұл жағдайда 2-суретте көрсетілгендей ЭАТ және ӨҚ арасында, ӨҚ және газ арасындағы шекараларды кесіп өткенде ультрадыбыстық сәуле сынады.

Осы жағдайға байланысты ЭАТ ӨҚ-ның сыртқы бетіне орналастырылған УДШТ пайдалану келесі ерекшеліктерге ие:

- ультрадыбыстық импульстің τ_{AB} және τ_{BA} өту уақыттарын есептеу
ЭАТ және ӨҚ қабырғасында ультрадыбыстық импульстің кешігу уақытын ескере отырып жүргізілуі керек;

- p қашықтығы ЭАТ фазалық жылдамдығына, ӨҚ-ның қалыңдығына және материалдарына байланысты.

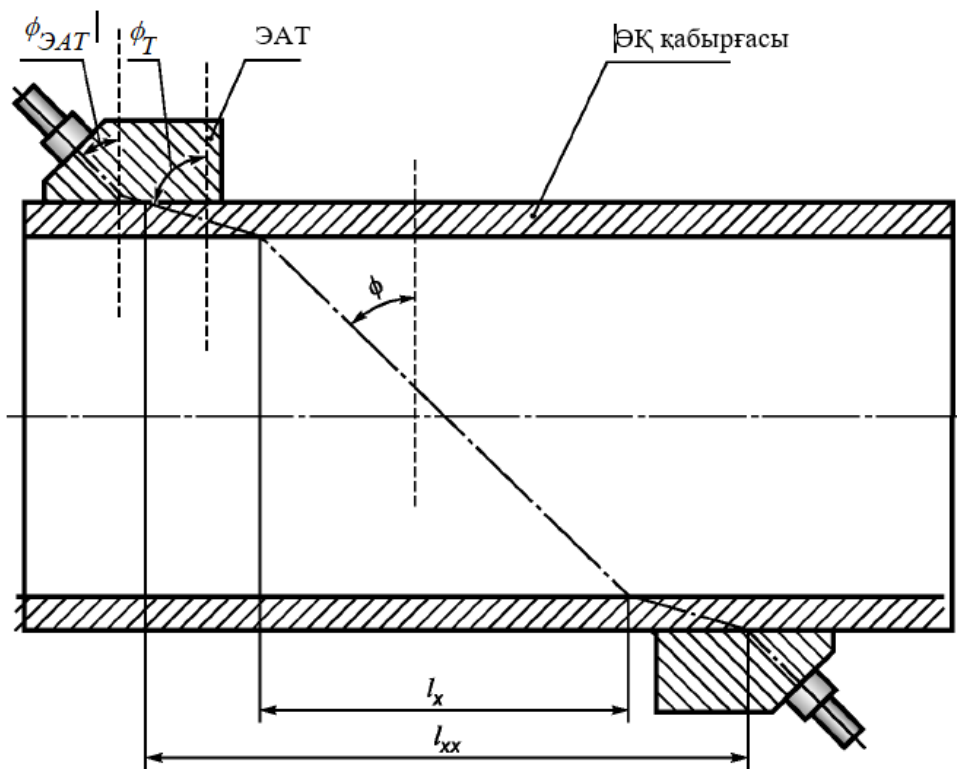
Кешігу уақыты мен l_p қашықтығыу есептеу үшін ЭАТ-тің өлшенген фазалық жылдамдығы, ӨҚ-ның қабырғасының қалыңдығы, ЭАТ-тегі, ӨҚ-ның қабырғасындағы және газдағы дыбыстың таралу жылдамдығы, сондай-ақ ортаның шекарасындағы ультрадыбыстық толқынның сыну заңы қолданылады [38, 16 б.].

$$\frac{\sin\phi_{\text{ЭАТ}}}{c_{\text{ЭАТ}}} = \frac{\sin\phi_{\text{К}}}{c_{\text{К}}} = \frac{\sin\phi}{c}, \quad (8)$$

мұнда $\phi_{\text{ЭАТ}}$, $\phi_{\text{К}}$, ϕ - 2 -суретті қараңыз;

$c_{\text{ЭАТ}}$, $c_{\text{К}}$, c - сәйкесінше ЭАТ, ӨҚ-дың қабырғасындағы және газдағы дыбыстың таралу жылдамдығы.

Акустикалық жолдар бойынша өлшенген орташа газ ағынының жылдамдықтары, жарамдылығы тексерілген және уақыт бойынша орташаланған, УДШТ өлшеу бөліміндегі газдың орташа жылдамдығын анықтау үшін пайдаланылады. Өлшеу құбырының сұлбасы 9 -суретте келтірілген.



Сурет 9 – ӨҚ-ның сыртқы бетінде орналасқан ЭАТ бар бір каналды
УДШТ-тің сұлбасы.

УДШТ-тің өлшеу бөліміндегі газдың орташа жылдамдығын есептеу үшін қолданылатын функция түрі, акустикалық каналдардың санына, оларды орналастыру конфигурациясына, сондай-ақ ағын және орта параметрлерін есепке алу үшін УДШТ өндірушісінің қолданылатын тәсіліне байланысты.

Егер барлық акустикалық каналдар өлшеу учаскесінің осіне қатысты бірдей орналасса (УДШТ корпусы), онда УДШТ өлшеу қимасындағы газдың орташа жылдамдығы формула бойынша есептеледі [38, 16 б.].

$$w_a = K_h \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \overline{w}_i, \quad (9)$$

мұнда m – акустикалық каналдар саны;

\overline{w}_i - акустикалық канал бойынша газдың орташа жылдамдығы;

K_h - өлшеу учаскесінің осіне қатысты акустикалық каналдардың орнын (УДШТ корпусы), Re санының әсерін және ӨҚ-ның ішкі қабырғаларының кедір-бұдырлығын ескеретін коэффициент.

Егер акустикалық каналдардың өлшеу учаскесінің осіне (УДШТ корпусы) қатысты орналасуы басқаша болса, онда УДШТ өлшеу қимасындағы газдың орташа жылдамдығы мына формулалар бойынша есептеледі:

$$w_a = \sum_{i=1}^m \overline{w}_i \overline{f}_i, \quad (10)$$

мұнда \overline{f}_i - i -ші акустикалық каналдағы газдың орташа жылдамдығының УДШТ-тің өлшеу учаскесіндегі орташа газ жылдамдығындағы үлесін ескеретін тұрақты салмақ коэффициенті;

- айнымалы салмақпен жинақтау кезінде

$$w_a = \sum_{i=1}^m \overline{w}_i \overline{f}_i, \quad (11)$$

мұнда \overline{f}_i - берілген немесе өлшенетін айнымалылар негізінде анықталатын

i -ші акустикалық каналдағы орташа газ жылдамдығының УДШТ-тің өлшеу учаскесіндегі орташа газ жылдамдығындағы үлесін ескеретін айнымалы салмақ коэффициенті.

Ағын жылдамдығының профилі Re санына және ӨҚ-ның ішкі беттерінің кедір-бұдырлығына және УДШТ-тің корпусының функциясы болып табылады.

Re сандары УДШТ корпусының белгілі ішкі диаметрінен, өлшенген газ жылдамдығынан және газдың тығыздығы мен динамикалық тұтқырлығының мәндерінен келесі формула бойынша есептеледі

$$Re = \frac{\bar{w}d\rho}{\eta} \quad (12)$$

УДШТ көрсеткіштеріне Re санының әсерін өтеу әдістері мен тәсілдері оларды өндірушімен анықталады.

Өлшеулердің мәлімделген дәлдігін қамтамасыз ету үшін ӨҚ-ның ішкі беттерінің және УДШТ корпусының кедір-бұдырлығы УДШТ-тің өндірушісі белгілеген шектерде болуы керек.

УДШТ-тің қателерінің орнын толтыру үшін, оның геометриялық параметрлерінің олардың номиналды мәндерінен ауытқуына байланысты, УДШТ-тің өлшеу учаскесінде газдың орташа жылдамдығын есептеу үшін қабылданған үлгідегі өндірістік рұқсаттар мен болжамдарға байланысты өндіруші түзету немесе калибрлеу коэффициентін қолдана алады. Жалпы алғанда, түзету немесе калибрлеу коэффициентін ескере отырып, жұмыс жағдайында газдың көлемдік шығынын формула бойынша есептеуге болады

$$q_v = aK_f \sum_{i=1}^m f_i \frac{l p_i}{2 \cos \phi_i} \left(\frac{1}{\tau_{AB_i}} - \frac{1}{\tau_{BA_i}} \right), \quad (13)$$

мұнда K_f - УДШТ-тің түзету немесе калибрлеу коэффициенті.

Егер жұмыс жағдайында газдың температурасы мен қысымы УДШТ-тің метрологиялық сипаттамалары белгіленген жағдайлардан өзгеше болса, УДШТ корпусының геометриялық параметрлерінің өзгеруіне байланысты оның көрсеткіштерінде қосымша қате пайда болады. Бұл қосымша қате маңызды болса, яғни УДШТ-тің негізгі қателігінің 1/6-нен асып кетсе, онда температура мен газ қысымының өзгеруіне байланысты оның корпусының геометриялық параметрлерінің өзгеруін ескере отырып, УДШТ көрсеткіштері ағынның мәнін түзету коэффициентіне көбейту арқылы түзетіледі. Түзету коэффициентін өлшенген мәндерден немесе температура мен газ қысымының шартты тұрақты мәндерімен есептеуге болады [38, 17 б.].

Егер түзету коэффициенті қолданылмаса, онда бұл қосымша қате газ шығыны мен мөлшерінің белгісіздіктерін есептеу кезінде ескерілуі керек.

УДШТ көрсеткіштерін түзету қажеттілігін бағалау мақсатында төменде келтірілген газ температурасы мен қысымының өзгеруіне байланысты қосымша қатені есептеудің жеңілдетілген үлгісін пайдалануға болады.

2.2 УДШТ корпусының геометриялық параметрлерінің өзгеруіне байланысты газ шығыны мен көлемін өлшеудегі қосымша қатені есептеу тәртібі

УДШТ корпусының геометриялық параметрлерінің өзгеруіне байланысты газ шығыны мен көлемін өлшеудегі қосымша қателігін есептеу келесі ретпен [40] сәйкес орындалады:

а) формула бойынша оның метрологиялық сипаттамалары анықтаудағын газ температурасынан жұмыс жағдайындағы газ температурасының ауытқуынан пайда болған УДШТ-тің қосымша қателігін есептеңіз

$$\theta_{b,T} = 300a_t \Delta T, \quad (14)$$

мұнда $\Delta T = T - T_n$ - жұмыс жағдайында және УДШТ-тің метрологиялық сипаттамаларын анықтау кезінде газ температурасының айырмашылығы;

a_t - УДШТ корпусының материалының сызықтық кеңеюінің температуралық коэффициенті;

б) Жұмыс жағдайларындағы газ қысымының оның метрологиялық сипаттамалары формулалар бойынша анықталған газ қысымынан ауытқуынан туындаған УДШТ-тің қосымша максималды және ең аз мүмкін қателіктерін есептеңіз:

$$\theta_{b,p_{\max}} = 400K_{s1} \left(\frac{R^2 + r^2}{R^2 - r^2} + \mu \right) \frac{\Delta p}{E}, \quad (15)$$

$$\theta_{b,p_{\min}} = 400K_{s2} \left(\frac{R^2(1+\mu) + r^2(1-2\mu)}{R^2 - r^2} \right) \frac{\Delta p}{E}, \quad (16)$$

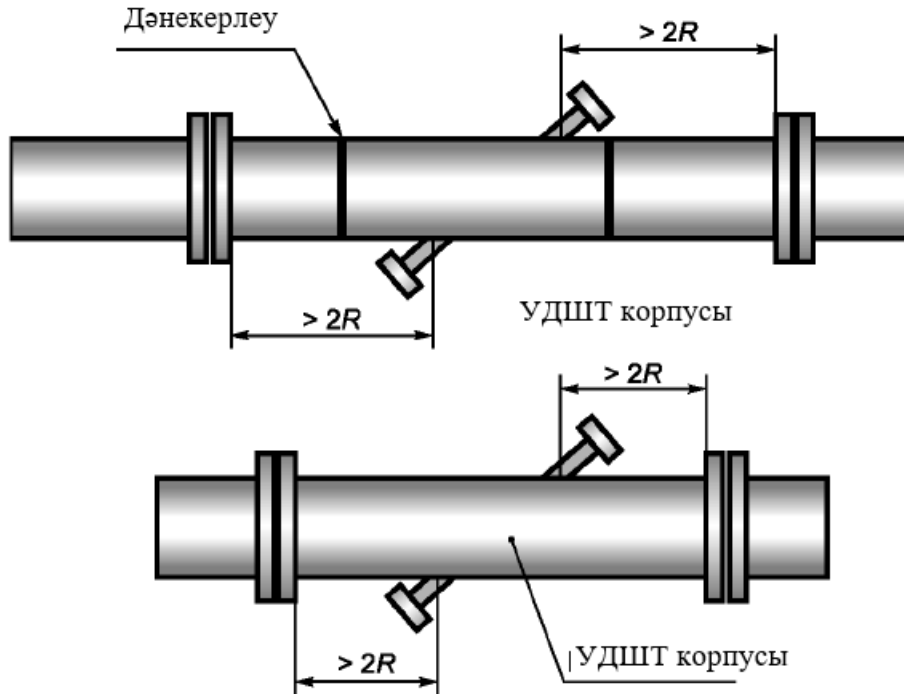
мұнда K_{s1} және K_{s2} - УДШТ корпусының пішінін және оның ӨҚ-мен байланысын ескеретін коэффициенттер;

r - УДШТ корпусының ішкі радиусы немесе бекітілген ЭАТ орнату орнындағы ӨҚ-ның учаскесі, м;

$\Delta p = p - p_n$ - УДШТ-тің жұмыс жағдайында және метрологиялық сипаттамаларын анықтаудағы абсолютті газ қысымының айырмашылығы.

Егер УДШТ корпусының пішіні цилиндрлік емес болса, онда (15) және (16) формулалардағы R мәнін оның қабырғасының ең аз қалыңдығы нүктесіндегі УДШТ корпусының сыртқы көлденең өлшемінің жартысына тең деп қабылдайды [38, 55 б.].

K_{s1} және K_{s2} коэффициенттің мәнін 1-ге тең қабылданады, егер УДШТ корпусының фланецтері немесе ӨҚ-ның секциялары суретте көрсетілгендей ЭАТ орналасқан жерден $2R$ астам қашықтықта орналасса, 10-суретте көрсетілгендей.



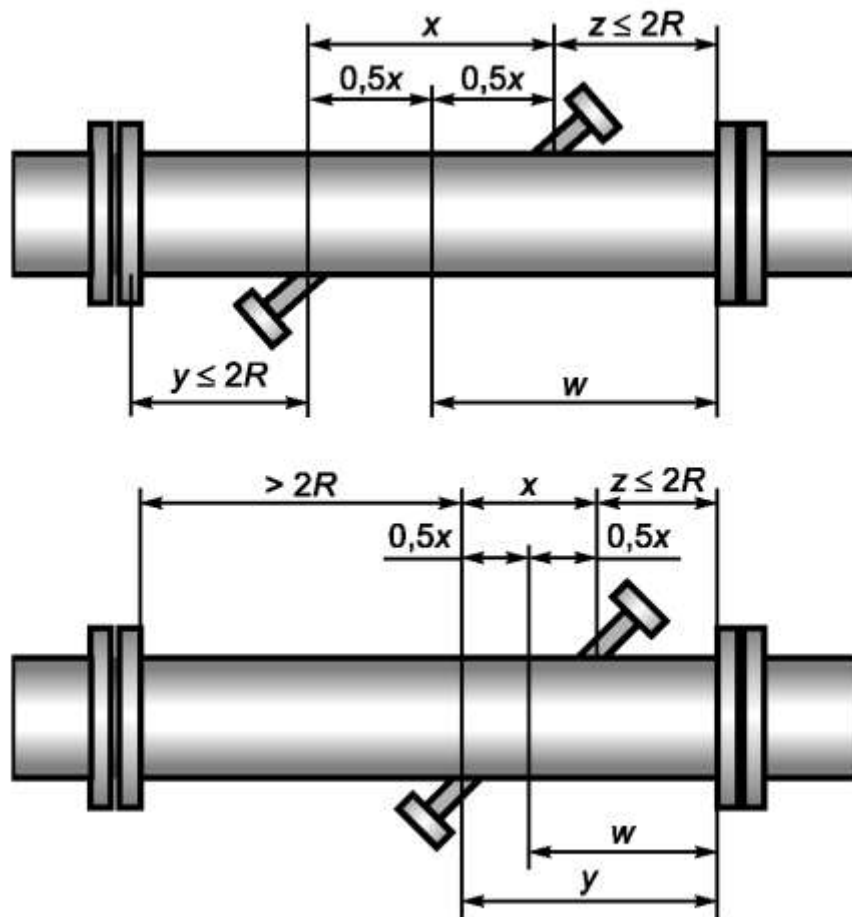
Сурет 10 – K_s мәндері 1-ге тең қабылданатын фланецтерге қатысты ЭАТ-тің орналасуының нұсқалары

Егер УДШТ корпусының немесе ӨҚ-ның секцияларының фланецтері ЭАТ орналасқан жерінен $2R$ -ден кем немесе оған тең қашықтықта орналасса, онда K_s коэффициенттерді есептеу формула бойынша орындалады [38, 56 б.]

$$K_{s1} = K_{s2} = \frac{w + y + z}{6R}, \quad (17)$$

мұнда w, y, z – 11 суретте көрсетілгендей қашықтықтар.

Егер w, y, z мәндерінің кез келгені $2R$ -ден үлкен болса, онда есептеуде осы параметр үшін пайдаланылатын мәнді 1-ге тең деп алу керек.



Сурет 11- K_s мәндері (17) формула арқылы есептелетін фланецтерге қатысты ЭАТ-тің орналастыру варианттары.

Егер УДШТ-тің корпусының пішіні цилиндрлік емес болса, онда K_{s1} және K_{s2} коэффициенттерін есептеу формулалар бойынша орындалады [38, 56 б.]:

$$K_{s1} = 0,5 \left(1 + \frac{\left(\frac{H^2 + r^2}{H^2 + r^2} + \mu \right)}{\left(\frac{h^2 + r^2}{h^2 + r^2} + \mu \right)} \right), \quad (18)$$

$$K_{s2} = 0,5 \left(1 + \frac{\left(\frac{H^2(1 + \mu) + r^2(1 - 2\mu)}{H^2 - r^2} \right)}{\left(\frac{h^2(1 + \mu) + r^2(1 - 2\mu)}{h^2 - r^2} \right)} \right), \quad (19)$$

мұнда H – УДШТ-тің корпусының сыртқы көлденең өлшемінің жартысы оның қабырғасының максималды қалыңдығы нүктесінде;

h – УДШТ-тің корпусының сыртқы көлденең өлшемінің жартысы оның қабырғасының минималды қалыңдығы нүктесінде;

в) формула бойынша газдың температурасы мен қысымының өзгеруіне байланысты қосымша қатенің мәнін есептеңіз [38, 56 б.]

$$\theta_{b,Tr} = \theta_{b,T} + 0,5 \left(\theta_{b,p_{\max}} + \theta_{b,p_{\min}} \right). \quad (20)$$

2.3 Газ шығыны мен көлемін стандартты жағдайларға келтіру әдістері

Шығынды және орта параметрлерін өлшеу үшін қолданылатын құралдарға байланысты жұмыс жағдайында газдың көлемдік шығынының немесе көлемінің мәнін стандартты жағдайларға келтіру 2 - кестеде келтірілген әдістерді қолдану арқылы орындалады [38, 17 б.].

2-кесте

Әдіс атауы	
pTZ – қайта есептеу	Сығылу коэффициенттері бар газдар үшін (6.4 қараңыз)
ρ – қайта есептеу	Сығылу коэффициенттері (6.4-ті қараңыз) жоқ немесе қолданыстағы есептеу әдістерінің дәлдігі осы стандарттың талаптарына сәйкес келмейтін газдар

« pTZ – қайта есептеу» әдісін қолданған жағдайда стандартты жағдайларға келтірілген көлемдік шығын формула арқылы есептеледі.

$$q_c = K_{(B)} q_v \frac{z_c p}{z T} = K_{(B)} q_v \frac{1}{K T}, \quad (21)$$

мұнда
$$K_{(B)} = \frac{T_c}{P_c} \quad (22)$$

Стандартты жағдайға келтірілген газ көлемі мына формулалармен есептеледі:

- біркелкі емес дискретизациялау $\square \tau$; интервалдарымен τ уақыт бойынша шығынның функцияларын дискретті интегралдаумен

$$V_c = \sum_{i=1}^n K_{(B)} q_{V_i} \frac{z_{C_i}}{z_i} \frac{p_i}{T_i} \Delta \tau_i = \sum_{i=1}^n K_{(B)} q_{V_i} \frac{p_i}{T_i K_i} \Delta \tau_i; \quad (23)$$

- біркелкі дискретизациялау $\Delta \tau$ интервалдарымен τ уақыт бойынша шығынның функцияларын дискретті интегралдаумен

$$V_c = \Delta \tau \sum_{i=1}^n K_{(B)} q_{V_i} \frac{z_{C_i}}{z_i} \frac{p_i}{T_i} \Delta \tau_i = \Delta \tau \sum_{i=1}^n K_{(B)} q_{V_i} \frac{p_i}{T_i K_i}; \quad (24)$$

- газ көлемін дискретизациялау

$$V_c = \sum_{i=1}^n K_{(B)} \Delta V_i \frac{z_{C_i}}{z_i} \frac{p_i}{T_i} \Delta \tau_i = \sum_{i=1}^n K_{(B)} \Delta V_i \frac{p_i}{T_i K_i}. \quad (25)$$

« ρ – қайта есептеу» әдісін қолданған жағдайда стандартты жағдайға келтірілген көлемдік шығын формула арқылы есептеледі.

$$q_c = q_v \frac{p}{p_c} \quad (26)$$

Стандартты жағдайға келтірілген газ көлемі мына формулалармен есептеледі [38, 18 б.]:

- біркелкі емес дискретизациялау $\Delta \tau_i$ интервалдарымен τ уақыт бойынша шығынның функцияларын дискретті интегралдаумен

$$V_c = \sum_{i=1}^n q_{V_i} \frac{p_i}{p_{C_i}} \Delta \tau_i; \quad (27)$$

- біркелкі дискретизациялау $\Delta \tau$ интервалдарымен τ уақыт бойынша шығынның функцияларын дискретті интегралдаумен

$$V_c = \Delta \tau \sum_{i=1}^n q_{V_i} \frac{p_i}{p_{C_i}}; \quad (28)$$

- газ көлемін дискретизациялау

$$V_c = \sum_{i=1}^n \square V_i \frac{P_i}{P_{c_i}}. \quad (29)$$

$\square V_i$ - мәнін формула бойынша анықтайды

$$V_i = \frac{N_i}{K_{np}}, \quad (30)$$

мұнда N_i - i -ші өлшеу уақыт аралығы үшін УДШТ жасаған импульстердің жалпы саны.

Егер УДШТ-тің шығыс сигналының импульсінің мәні орнатылса, онда түрлендіру коэффициенті формула бойынша есептеледі

$$K_{np} = \frac{1}{C_{umnp}}, \quad (31)$$

мұнда C_{umnp} - УДШТ ӨҚ-ның шығыс сигналының импульсінің мәні, м³/имп.

2.4 Газдың термофизикалық сипаттамаларын және физика-химиялық параметрлерін анықтау

« pTZ – қайта есептеу» әдісін қолданған жағдайда жұмыс және стандартты жағдайларда газдың сығылу факторлары немесе газдың сығылғыштық коэффициенті анықталады [38, 19 б.].

Ескерту - Газдың сығылғыштық коэффициентін жұмыс жағдайында және стандартты жағдайларда газдың сығылғыштық факторларының мәндерін пайдалана отырып, формула арқылы есептеуге болады

$$K = \frac{Z}{Z_c}. \quad (32)$$

« ρ – қайта есептеу» әдісін қолданған жағдайда газдың тығыздығы жұмыс және стандартты жағдайларда анықталады.

Газдың физикалық қасиеттерін тікелей өлшеулер арқылы немесе СД (стандартты деректер) немесе АД (анықтамалық деректер) санаттарының стандартты анықтамалық деректері ретінде куәландырылған деректер негізінде жанама әдіспен анықтауға болады [41].

Ескерту - Газдың физикалық қасиеттерін анықтау үшін өлшеу шарттары үшін ең аз қатесі бар әдісті қолдану ұсынылады. Бұл ретте оны пайдаланудың экономикалық орындылығын ескеру қажет.

Стандартты жағдайларда бір компонентті газдардың сығылғыштық факторын сертификатталған стандартты анықтамалық деректер ретінде анықтайды [42, 43 б. және 43, 7 б.]

Стандартты жағдайларда көп компонентті газдың сығылу коэффициенті стандартталған немесе сертификатталған әдістерді пайдалана отырып өлшенген компонентті құрамнан есептеледі.

Ескерту - Стандартты жағдайларда табиғи газдың сығылу факторын МЕМСТ 31369 талаптарына сәйкес есептеу ұсынылады.

Стандартты жағдайларда көп компонентті және бір компонентті газдың сығылу факторын $T = T_c$ және $p = p_c$ кезінде берілген газдың күй теңдеуінен есептеуге болады.

Жұмыс жағдайында бір компонентті газдар үшін сығылу факторы газдың қысымы мен температурасының өлшенген мәндерінен, ал көп компонентті газ үшін - қысымның, температураның және газдың компонентті құрамының өлшенген мәндерінен, берілген газ үшін күй теңдеуін қолдана отырып есептейді.

Стандартты жағдайларда газдың тығыздығын анықтау үшін келесі әдістердің бірін қолданады:

- а) жанама әдіс;
- б) МЕМСТ 17310 бойынша пикнометриялық әдіс [44];
- в) ағынның тығыздығын өлшегіш көмегімен өлшеу әдісі.

Жанама әдісті пайдаланған кезде стандартты жағдайларда газдың тығыздығын формула арқылы есептеу ұсынылады

$$\rho_c = 10^3 \frac{Mp_c}{RT_c Z_c}. \quad (33)$$

Көп компонентті газдың молярлық массасы формула бойынша есептеледі

$$M = \sum_{i=1}^N (x_i M_i), \quad (34)$$

мұнда M_i - i -ші компоненттің молярлық массасы;

N - газ компоненттерінің саны.

Газдың компоненттік құрамы ағындық хроматограф немесе химиялық – аналитикалық зертханалардағы зертханалық хроматограф көмегімен өлшенеді.

УДШТ-тің жұмысын диагностикалау үшін газдағы дыбыстың таралу жылдамдығының УДШТ-пен өлшенетін газдағы дыбыстың таралу жылдамдығының мәнімен салыстырылатын теориялық жылдамдығының мәні пайдаланылады.

Бір компонентті газдардағы дыбыстың таралу жылдамдығы газдың қысымы мен температурасының өлшенген мәндерінен, ал көп компонентті

газдарда қысымның, температураның және газдың компонентті құрамының өлшенген мәндерінен есептеледі.

Егер жұмыс ортасы метанның мольдік үлесі 90%-дан аз болатын табиғи газ болса, онда метанның мольдік үлесін тікелей анықтау ұсынылады [45].

Газда дыбыстың таралу жылдамдығын келесі теңдеулерге негізделген алгоритмдер бойынша есептеу керек:

$$c = \left\{ 10^3 \frac{RT}{M} \cdot \frac{c_p}{c_v} \cdot \left[Z + \rho \left(\frac{\partial Z}{\partial \rho} \right)_T \right] \right\}^{0,5} \quad (35)$$

немесе

$$c = \left\{ 10^3 \frac{RT}{M} \cdot Z \cdot k \right\}^{0,5}, \quad (36)$$

мұнда c_p және c_v - газдың изобарлық және изохоралық меншікті жылу сыйымдылықтары, Дж/(моль · К) немесе Дж/(кг · К);

k - газдың адиабаталық көрсеткіші.

2.5 МГҚ-дағы газ көлемін есепке алу жүйесі

Көлемді есепке алу жүйесінің негізгі мақсаты - өлшенген деректерді есеп айырысу/коммерциялық есеп талаптарына сәйкес келетін есепке алу ақпараттарына айналдыру. Бұл қажет, өйткені құбырмен тасымалдаушы компаниялар жүк жөнелтушілерден газды тасымалдау қызметі үшін көлемдік негізде ақы алады.

Құбырға қолданылатын массаның тепе-теңдік принципі белгілі бір уақыт ішінде құбырға кіретін және одан шығатын сұйықтық мөлшері арасындағы айырмашылық сол уақыт ішінде құбыр ішіндегі сұйықтықтың өзгеруімен бірдей болуы керек дегенді білдіреді.

Математикалық тұрғыдан бұл принцип келесідей (37), (38) формуламен көрінеді [46, p. 266]:

$$V_{in} - V_{out} = \Delta LP \quad (37)$$

немесе

$$I_{mb} = V_{in} - V_{out} - \Delta LP \quad (38)$$

мұнда V_{in} - белгіленген уақыт аралығында құбырға түсетін масса немесе түзетілген көлем, м³;

V_{out} - құбырдан бір уақытта шығатын жаппай немесе түзетілген көлем, м³;

ΔLP - сызықтық пакеттің сол уақыт аралығында өзгеруі;

I_{mb} – дисбаланс.

Теориялық тұрғыдан тепе-теңдіктің бұзылуы массаның тепе-теңдігі негізінде әрқашан нөлге тең болуы керек, егер құбыр бөлігінде ағып кету немесе есептелмеген ағын болмаса. Іс жүзінде теңгерімсіздік нөлге тең емес. Нөлдік емес тепе-теңдікті өлшеу қателіктерін және құбырды есептеудің қателіктерін қоса, бірқатар факторларға жатқызуға болады. Бұл теңгерімсіздік белгіленген шектен асып кетсе, ағып кету (утечка), ал егер ол теріс болса, өлшенген ағындар дәл болған жағдайда есепке алынбаған шығын, яғни дисбаланс деп түсіндіріледі.

Құбырға кіретін және одан шығатын ағындар өлшенген мәндер болып табылады, ал құбырда қалған газдың өзгерістері есептелген мәндер болып табылады. Құбырда қалған газдың өзгеру тәсілдеріне байланысты массаның тепе-теңдік әдісі бірнеше формада болады.

2.5.1. Құбырдағы газды желілік теңдестіру әдісі (LB)

Бұл әдіс кіріс және шығыс көлемдер арасындағы өлшеу теңгерімсіздігін есептеуіш негізінде анықтайды. Дисбаланс таңдалған уақыт аралығы үшін алдын-ала белгіленген дабыл шегімен салыстырылады. Қысымға, температураға немесе құрамға байланысты құбырлардағы газдың мөлшеріндегі өзгерістер үшін өтемақы қарастырылмаған. Теңгерімсіздік есептеулері, әдетте, кіріс және жеткізу есептегіштерін қолдану арқылы жасалады, құбырдың геометриялық өлшемдері арқылы газдың көлемдерін өлшеуге болады бірақ ол дәлірек емес.

Құбырдағы газдың теңгерімін оның қарапайымдылығына байланысты қолмен жасалуы мүмкін. Бұл әдістеме құбырдағы газдың өзгерістерін ескермей, құбыр жүйесіне кіретін және шығатын өлшенген ағындарды ғана қолданады. Егер белгілі бір уақыт аралығында құбырдан шыққан газдың көлемінен кірген газдың көлемі көп болса, онда дисбаланс пайда болады [46, p. 267].

Бұл әдіс, ең аз дегенде, барлық газды айдау және беру орындарында есептеу датчиктерін қажет етеді. Есептегіштердің дәлдігі неғұрлым жоғары болса, дисбаланстың себебі ретінде құбырдан газдың ағып кету жағдайы мүмкін деген болжам жасаймыз.

Желілік теңдестіру кеңінен қолданылды, өйткені ол қарапайым және аз есептеуді қажет етеді. Бұл кішігірім құбыр бөлігін және ұзындығы қысқа құбыр жүйелері үшін қолайлы әдіс, және де оның шығыс және кіріс жақтарында сенімді өлшегіштері болуы керек.

2.5.2 Тұрақты режимдегі газ балансының көлемдік әдісі (VB)

Бұл әдіс температура және қысымға байланысты құбырлар қорының өзгеруін ескере отырып желіні теңдестірудің озық әдістемесі болып табылады.

Құбырлардағы газдың көлемін түзету жүйенің орташа қысымы немесе температурасының өзгеруіне байланысты құбырлардағы газдың көлемінің ұлғаюын немесе төмендеуін ескеру үшін жасалады. Теңгерімсіздікті есептеу қиын болғандықтан, құбырлардағы газдың көлеміндегі өзгерістерді қолмен

өтеу қиын. Әдетте газдың көлемінің тығыздығының өзгеруіне түзетулер енгізілмейді (түгендеу, қор, айналым).

Баланстық теңдеу VB әдісінде [46, р. 269] баланс жасау кезеңіндегі ағындар айырмашылығын ескере отырып газ қорының өзгеру көлемін алдыңғы бөлімде сипатталған желілік балансына қосады. Дисбаланс ол құбырдан газдың ағып кетуі немесе өлшеу құрылғыларының қателігі деп түсіндіреді.

Теңгерімсіздікті анықтау осы әдіснаманы қолдану арқылы құбырды теңдестіру әдістемесіне қарағанда жылдамырақ болады.

Газ қорының өзгеруі газдың сығылу, қысым мен температура сияқты қасиеттеріне, сондай-ақ құбырдың өлшемі мен ұзындығы сияқты деректеріне байланысты. Газ қорының өзгеруі динамикалық шама болғандықтан, газдың сығылу қабілеті, қысым мен температура қордың өзгеруін есептеу кезінде ең маңызды параметрлер болып табылады. Бұл әдіс қордың динамикалық өзгеруін дәл есептемейді. Әдетте, газдың қоры және оның өзгеруі газдың орташа тығыздығымен бірге өлшенген қысыммен немесе температура көмегімен есептеледі. Құбырды тұрақты күйде деп болжап, орташа қысым мен температураны есептейді. Бұл есептеу әр түрлі газ сапасына ие әр түрлі жеткізушілердің газы осы құбыр арқылы тасымалданған жағдайда да орындалады. Құбырдағы газ қорының көлемін алу үшін газдың орташа тығыздықты құбырдың көлеміне көбейтеді. Газ қорының өзгеруі - бұл газ құбырының қазіргі сәттегі және алдыңғы кезеңдегіден айырмашылығы. Бұл әдіс құбырдағы орташа қысым мен температураны бағалау үшін тұрақты жағдайды қабылдайтындықтан, егер өткінші жағдайлар ауыр болса, құбыр өлшемі үлкен болса, құбыр ұзындығы үлкен болса немесе немесе газ көбірек сығылатын болса, құбырдағы газ қорын есептеудегі қателік үлкен болуы мүмкін. Құбырдағы газ қорын есептеу кезінде өнімнің қасиеттері өте маңызды. Оларды газдың тығыздығы сияқты белгілі параметрлер негізінде өлшеуге немесе салыстыруға болады. Қасиеттерге өнімнің тығыздығы, сығылу мүмкіндігі, сондай-ақ оның жылу кеңею коэффициенті жатады. Олар күй теңдеуімен тығыздық, қысым және температура арқылы өрнектеледі.

Кем дегенде, бұл әдіс барлық айдау және жеткізу орындарында ағын мен қысым датчиктерін қажет етеді. Өлшенген ағындар немесе көлемдер шығын өлшегіштермен шектелген құбырлар бойынша ағындар айырымын есептеу үшін тікелей қолданылады. Шығын өлшегіштердің дәлдігі неғұрлым жоғары болса, теңгерімсіздікке ұзақ мерзімді сезімталдық соғұрлым жоғары болады. Желілік теңдестіру әдісінен айырмашылығы, қысым мен температураның өлшенген мәндері, әсіресе айдау нүктелерінде, құбырдағы газ қорын есептеу үшін, сондай-ақ өлшенген көлемді немесе ағындарды стандартты жағдайларға түзету үшін қолданылады.

Көлемдік балансының теңдеуіне газ қорының өзгеруін қосқанда теңгерімсіздік қателігін азайтуға болады. Алайда, барлық жұмыс жағдайларында тұрақты күйді қабылдау және құбырдағы газ қорының өзгеруін жеңілдетілген күйде есептеулер құбырдағы газ қорын есептеу кезінде үлкен қателіктерге әкелуі мүмкін.

2.5.3 Динамикалық режимдегі араласқан газдардың балансының көлемдік әдісі

«Бұл көлем өлшегіштерге негізделген әдіс - бұл көлемді теңгерудің озық әдісі. Үлкен көлемдегі газды түзету динамикалық көлем модулін қолдана отырып, газ құбырының көлемінің өзгеруін есепке алу арқылы жүзеге асырылады. Бұл модуль олардың арнаны толтыру көлеміне пайызына байланысты әр түрлі сападағы газдың көлемдік массасының модульдерінен есептеледі [46, р. 271].

Өзгертілген баланстың көлемдік әдісі – баланстың көлемдік әдісінің өзгертілген нұсқасы ол өнімнің қасиеттерін дәлірек есепке алуды қолданумен ерекшеленеді. Алдыңғы бөлімде айтылғандай, дозалау және араластыру сияқты өнімнің қозғалыстарымен айналысқанда баланстың көлемдік әдісі дәл емес. Баланстың көлемдік әдісі сияқты жалғыз репрезентативті көлемді модульді немесе өнімнің сығылу қабілетін пайдаланудың орнына, өзгертілген баланстың көлемдік әдісі құбыр бойымен партияларды қадағалайды және әр құбыр сегменті үшін серпімділіктің орташа көлемді модулін динамикалық түрде есептейді. Құбыр сегменттерінің газ қорын және оның өзгеруін, сонымен қатар газдың жалпы қорын және оның өзгеруін есептеу үшін сегменттің көлемді модулі қолданылады, содан кейін барлық өзгерістер қорытындыланады.

2.5.4 Динамикалық режимдегі газ балансының көлемдік әдісі

«Өзгертілген баланстың көлемдік әдісін одан әрі жетілдіру үшін бұл көлемді теңдестіру әдісі қысым мен температура профильдерін газдың құбырдағы қорын есептеу үшін кіріс ретінде дәлірек айқындау үшін өлшеу нүктелері арасындағы құбыр жағдайларын имитациялайды. Құбыр қол жетімді жабдыққа, биіктік сипаттамаларына және қажетті сезімталдық деңгейіне байланысты алдын-ала белгіленген сегменттер санына бөлінеді. Сонымен қатар, құбырдағы газ қоры партиялық, гидравликалық аномалияны қадағалау көмегімен анықталады. Көлем теңгерімсіздігі әдетте бірнеше уақыт аралығында бақыланады (мысалы, 15 минуттан 24 сағатқа дейін, және апталық және айлық) газ теңгерімсіздігін немесе әртүрлі көлемдегі газдың құбырдың ағып кетуді анықтау үшін қолданылады.

Жоғарыда анықталғандай, компенсацияланған баланс әдісі өзгертілген баланстың көлемдік әдісінің кеңейтілген нұсқасы болып табылады [46, р. 272]. Компенсацияланған баланс әдісі шекара шарты ретінде кіріс температурасы бар энергетикалық теңдеуді шешу арқылы құбыр бойындағы температуралық профильдерді есептейді.

Температуралық модельге жерге жылу беру, газдың құбыр бойынмен қозғалысынан энергия беру, үйкелісті қыздыру және мүмкін Джоуль-Томсон эффектісі жатады.

Компенсацияланған баланс әдісі флюидтардың қозғалысын, соның ішінде топтаманы, флюидты араластыруды және өнімнің сипаттамаларын, шөгінділер мен судың мөлшері сияқты ауытқуларды ескереді. Ол әр партияның көлемі мен өнімнің қасиеттерін бақылайды. Топтаманың көлемдері құбыр бойындағы

өлшеу пункттерінен алынған айдау және жеткізу көлемдері негізінде жаңартылады. Топтаманың басталуы тығыздықтың өзгеруімен, клапан күйінің өзгеруімен туындауы мүмкін немесе жоспарланған болуы мүмкін. Магистральды газ құбырларындағы газ айдалатын түйіспелерде өнімдерді араластыру, араластыру процесінде масса мен энергияның сақталуымен имитацияланады.

Компенсацияланған баланс әдісі құбыр бойындағы қысым профильдерін есептеу үшін өлшенген қысым мәндерін, биіктік профильдерін, газ тығыздығын және құбырдағы газ партияларының орналасуын қолданады. Ол импульс теңдеуін тікелей шеше алмайды, өйткені импульс теңдеуін шешу үшін тұтқырлық және басқа газдың кейде алу қиын дәлірек сипаттамалары сияқты мәліметтер қажет. Құбыр учаскесіндегі газ қоры мен оның өзгеруін есептеу үшін қысым мен температураның есептелген профильдері қолданылады. Қысым мен температура профильдері құбырдың тұрақты күйінде деген болжам негізінде есептелетіндіктен, шамамен бір қалыпты күйдегі газдың болжамды көлемі дәл болып табылады.

Алайда, құбырдағы болжамды газ қоры және олардың уақытша жағдайлар кезіндегі өзгерістері тұрақты күйге байланысты өте дәл бола алмайды. Өтпелі кезеңдегі газ қорын есептеу қателігін азайту үшін газ қорының өзгеруіне фильтрлеу техникасын қолдануға болады. Фильтрлеу параметрін сканерлеу уақытында қысым толқыны тарала алатын арақашықтықтың екі қысым өлшеу арасындағы арақашықтыққа қатынасы арқылы анықтауға болады. Бұл фильтрлеу әдісі өтпелі кезеңдегі әр түрлі факторлардың әсерінен болатын газ қорының өзгеру қателіктерінің өсуін қамтуы мүмкін. Бұл әдіс әсіресе көптеген құбыр учаскелерінен тұратын құбырларға арналған газ қорын ауыстыру кезінде қателіктерді азайту үшін өте пайдалы.

Кем дегенде, бұл сығымдау станциялары мен газбен жабдықтаудың барлық нүктелерінде ағын мен қысым датчиктерін қажет етеді. Егер температураны модельдеу қажет болса, ең болмағанда өлшенген температурасын моделі болуы керек. Егер құбыр желісі әртүрлі сападағы газды партия түрінде тасымалдайтын болса, онда денситометр немесе іртүрлі сапылы газдың идентификаторы бар сериялардың басталуын анықтау сигналы қажет.

Ағындық процестер мен операциялар үшін осы әдістегі дисбаланс, алдыңғы екі әдіс сияқты дисбаланстармен салыстырғанда өтпелі процестер кезінде тіпті азаяды. Өйткені ауыр өтпелі кезеңдегі дисбаланс салыстырмалы түрде аз болғандықтан, уақытша өнімділікте аз ғана деградация байқалады.

Бұл әдіс дисбаланстың себебін құбырдың ағып кету кезеңінде тұрақты болатындығын ескере отырып, қысым градиенттерін пайдаланып ағып кету орны ретінде анықтайды. Қысым градиентін өлшенген ағын жылдамдығынан немесе биіктікке түзетілген қысымның өлшенген екі мәнінен есептеуге болады. Ағып кетудің кіріс жағындағы қысым градиенті шығыс жағындағы қысым градиентінен жоғары. Газ құбыры тұрақты күйде болғанда және қысым профилі температураға түзетілген кезде газ қысымының градиенті сызықтық деп болжауға болады [47]. Ағып кету екі градиенттің қиылысында орналасқан.

Бірақ бұл әдіс ағып кетуді өте аз ағып кету үшін таба алмауы мүмкін, өйткені қиылысу нүктесін табу үшін қысым градиенттерінің айырмашылығы өте аз.

2-бөлім бойынша қорытындылар

Құбырларды басқару және пайдалану үшін өлшемдер өте маңызды. Өлшеу жүйесінің мақсаты - өлшенетін айнымалыға сәйкес келетін сандық мәнді анықтау. Құбыр желісі арқылы тасымалдайтын компаниялар газ жөнелтушілерден тасымалдау ақысын олардың тасымалданған тауарларының мөлшеріне қарай алады, егер олар өнімнің сапасы сияқты басқа да тасымалдау талаптарын қанағаттандырса.

Екінші бөлімде газды коммерциялық есепке алуға қажетті магистральдық газ құбырларындағы газ көлемі және газдың технологиялық параметрлерін өлшеу жүйелерін орталықтандырылған автоматтандыру жағдайында қарастырылған. Өлшеу жүйелерінің жалпы сипаттамалары, өлшеу құрылғылары және газ көлемін есепке алу жүйесінің үрдістері мен көлемді есепке алу жүйесінің әдістері қарастырылған. Газды есепке алу мен баланс үрдістерін тиімді басқару үшін орталықтандырылған автоматтандырылған газды есепке алу жүйесі қажеттілігі туындайды.

3 ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУДЫҢ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ДИСБАЛАНСТЫ АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Газ тасымалдаушы компанияның негізгі міндеттері газ тасымалдау жоспарын орындау, тұтынушыларға газдың шарттық көлемдерін кепілдендірілген жеткізу және тасымалданатын газ көлемінің есебін дұрыс жүргізу болып табылады. Қойылған міндеттерді технологиялық шектеулер, сонымен қатар компанияда жүргізілетін техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстары жағдайында шешу қажет. Сонымен бірге энергияның минималды шығындарының критерийі бойынша газ тасымалдаушы компанияның жұмысының жоғары тиімділігін қамтамасыз ету қажет [48].

Газ тасымалдау жүйесін компанияның өндірістік-диспетчерлік қызметі басқарады. Жедел диспетчерлік басқарудың типтік процесі (төтенше жағдайларды қоспағанда) келесідей кезеңдерден тұрады:

- газды тасымалдау және тарату жоспарын, жүйенің ағымдағы жай-күйін, газ құбырының учаскелері мен технологиялық жабдықтарға жоспарлы техникалық қызмет көрсету және жөндеуді ескере отырып, жұмыс режимін жоспарлау;

- ГТЖ-нің жоспарланған жұмыс режимін белгілеу;

- технологиялық процестің параметрлерін бақылау, жоспарлы көрсеткіштерден ауытқуды анықтау;

- жоспарланған режимге оралу үшін түзету шараларын жүргізу (қажет болған жағдайда).

Жедел диспетчерлік басқару жоғарыда сипатталған кезеңдер циклді түрде қайталанатын бірнеше күнге дейінгі уақытты қамтиды.

Газ тасымалдау жүйесі бірқатар ерекшеліктері бар күрделі басқару объектісі болып табылады:

- жүйенің географиялық ауқымы мен инерциясы. Бір нүктеде басқару әрекеттерін қолданудан жүйенің қажетті реакциясына дейінгі уақыт (әдетте, басқа нүктеде) бірнеше сағатты құрайды. Жүйенің басқару әрекетіне реакциясы газ тасымалдау жүйесінің ағымдағы күйіне ғана емес, сонымен қатар оның тарихына да байланысты (стационарлық емес режим);

- айтарлықтай әртүрлі инерцияға ие жүйенің өзара байланысты элементтерінің болуы (мысалы, компрессорлық станциясы бар үлкен диаметрлі ұзын магистральдық газ құбыры және ірі тұтынушыға қысқа газ құбыры тармағы);

- газды тұтынудың тәуліктік және апталық айтарлықтай ауытқуы;

- газды тасымалдау және жеткізу жоспарларын өзгерту;

- қолда бар ресурстарға шектеулер: ГТЖ-не газдың берілуі, құбырлардағы газ қоры, газ айдау агрегаттарының қуат қоры және т.б.;

- технологиялық шектеулер (максималды және ең аз қысым, қысымның өзгеру жылдамдығы, учаскенің өткізу қабілеті және т.б.);

- техникалық қызмет көрсету немесе жөндеу кезінде учаскелердің бір бөлігінің тоқтап қалуына байланысты газ тасымалдау жүйесінің сипаттамаларының өзгеруі;

- максималды тиімділікке жетудің айқын емес әдістері. Қазіргі уақытта максималды тиімділікті қамтамасыз ететін шешім болашақта энергия ресурстарын тұтынудың артуына және кезең ішінде газ тасымалдау жүйесінің жұмысының жалпы тиімділігінің төмендеуіне әкелуі мүмкін.

Диспетчерлік басқару тұрғысынан газ тарату жүйелері, әсіресе ірі өнеркәсіптік аудандарда күрделірек объектілер болып табылады. Олар үшін болжамды модельді қолданатын басқару ең тиімді болып табылады.

Қазіргі уақытта газ тасымалдау жүйелерін басқару үшін болжамды модельді бар басқару әдісі кеңінен қолданылады [49]. Дегенмен, әдісті газ тасымалдау жүйесін басқару үшін қолдану бірқатар мүмкіндіктерге ие.

Болжамдық модельмен басқару, егер болжам жоғары дәлдікте болса ғана оң нәтиже береді, оған онлайн режимінде ГТЖ стационарлық емес математикалық модельдерін пайдалану арқылы қол жеткізіледі [50]. Бұл режимде модель SCADA-ға қосылады және одан нақты параметрлерді үнемі оқиды. Болжамды болашақты есептеу кезінде газ тасымалдау жүйесінің ағымдағы және бұрынғы күйлері қолданылады. Болжамның жоғары дәлдігін қамтамасыз ету үшін газ тасымалдау жүйесінің адекватты математикалық моделін қолданып қана қоймай, сонымен қатар қолданылатын нақты параметрлердің (олардың саны бірнеше мыңға жуық) кепілдік берілген сенімділігін қамтамасыз ету қажет. Нақты жүйеде датчиктердің істен шығуы, байланыстың болмауы және т.б. нақты параметрлердің бір бөлігі үнемі сенімсіз. Модельдеудің жоғары дәлдігін алу үшін сенімсіз параметрлерді қабылдамай, нақты деректерді алдын ала өңдеу қажет [51].

Газ тасымалдау жүйесінің болжамын есептеу кезінде модельдеу әдетте қысым, температура немесе газ ағыны болжанған уақытта тұрақты деп есептейді. Газ тарату жүйелері үшін бұл болжамның дәлдігін айтарлықтай төмендетеді. Дәлдікті арттыру үшін күнделікті газды тұтынудың біркелкі еместігін ескеру қажет, ол үшін сәйкес алгоритмдер мен бағдарламалық жүйелер әзірленген [52].

Дегенмен, болжау барысында технологиялық шектеулерге жеткен кездегі газ тасымалдау жүйесінің математикалық моделінің әрекеті, сондай-ақ болжам нәтижелерін диспетчерге ұсыну мәселесі әлі пысықталған жоқ. Газ тасымалдау жүйесі - бұл әртүрлі уақытта (болжау кезінде) қолданылуы мүмкін көптеген мақсатты параметрлерге ие және үздіксіз және дискретті түрдегі ықтимал басқару әрекеттері бар басқару объектісі. Мұндай жүйелерді соңғы пайдаланушы үшін қолайлы уақытқа оңтайландырудың әмбебап математикалық әдістері мен алгоритмдері қазіргі уақытта өндірістік тәжірибеде жоқ [53]. Оңтайлы басқару стратегиясын диспетчер өз білімі мен тәжірибесіне сүйене отырып таңдайды. Сондықтан газ тасымалдау жүйесінің режимін болжау нәтижелерін диспетчерге ұсыну формасы ең маңызды болып табылады.

Модель диспетчерге барлық автоматты түрде енгізілген қысым, температура және газ шығыны мен жабдықтың жұмыс режимдеріндегі өзгерістер туралы хабарлауы керек. Болжаудың мұндай нұсқасы ықтимал проблеманың масштабын ауқымы мен уақыты бойынша бағалауға, оны жою бойынша қажетті шараларды қабылдауға (соның ішінде соңғы шара ретінде тұтынушыларға газ жеткізуді шектеу) мүмкіндік береді.

3.1 МГҚ арқылы тасымалданатын газдың балансының математикалық моделі

Газды дұрыс есепке алу – ол құбырдағы газ балансының теңдігін қамтамасыз ету. Баланс дегеніміз магистральдық газ құбырынан тұтынушыға (потребление) кететін газ көлемінен, газ құбырына жеткізушіден (поставщик) келетін газ көлемінің айырмасы. Газ балансын есептеу кезінде балансты құру кезеңіндегі технологиялық қордың өзгерісін ескеру қажет. Егер қордың өзгерісі теріс болса, онда технологиялық қордан алынған түсім (поставщик) ретінде есепке алынады. Егер қордағы өзгеріс оң мәнге ие болса, онда технологиялық қорға салынған (потребление) газдың шығыны ретінде қабылданады.

Жүргізілген зерттеулер бойынша газ балансын есептеу келесі (1), (38) формулалармен есептеледі:

$$V_p = V_{номр} - V_{пост} \quad (1)$$

(1) формула бойынша газ балансын есептегенде магистральдық газ құбырындағы газ қорының өзгеруі есепке алынбаған. Бұл формула бойынша газ балансының нақты көрсеткішін анықтау мүмкін емес. Себебі, бұл әдіспен дисбалансты уақытында анықтай алмайды және тек айлық коммерциялық есеп айырысу кезінде, өлшеу құрылғыларының көрсеткіштерімен жүзеге асырылады. Осы ай кезінде дисбаланс болған жағдайда шығындардың барлығы газ тасымалдайтын компанияның есебінен жүргізіледі.

$$I_{mb} = V_{in} - V_{out} - \Delta LP \quad (38)$$

(38) формула бойынша газ балансын есептегенде магистральдық газ құбырларындағы газ қорының өзгеруі есепке алынған. Бірақ бұл әдіспен есептегенде құбырдағы газ қорының тек өзгеруінің мәні ғана алынған. Алайда газ қорының өзгеру мәні, құбырдан немесе құбырда қалған газ қорының өзгеру трендін көре алмаймыз.

Сонымен қатар бұл модельдегі баланстың мәні оң немесе теріс мағынасы практикалық тұрғыдан газдың есебін жүргізетін газ тасымалдаушы компанияға қолайсыз. Себебі мәні оң болған жағдайда ол газ тасымалдайтын компанияның шығыны, ал мәні теріс болғанда жеткізуші немесе тұтынушы компанияның шығыны болып табылады. Бұл модель практикалық жағынан қолайсыз.

Осы диссертациялық зерттеу жұмысында жоғарыда аталған кемшіліктерді жойып, магистральдық құбырлар арқылы тасымалданатын газды есепке алу және баланс үрдістерін басқаруға мүмкіндік беретін газ балансының келесі математикалық моделі ұсынылып, төменде келтірілген:

$$Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номр}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{ност}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) \quad (39)$$

мұнда $Q_{i_{номр}}(t)$ - балансты құру кезеңіндегі уақыт интервалындағы і-ші тұтынушының газ көлемі, м³/сағ;

$Q_{z_1}(t)$ - балансты құру кезеңінде уақыт интервалындағы құбырда қалған қалдық газ қорының өзгеруі (құбырға), м³;

$Q_{z_2}(t)$ - балансты құру кезеңіндегі уақыт интервалындағы құбырдағы газ қорының өзгеруі (құбырдан), м³;

$Q_{i_{ност}}(t)$ - балансты құру кезеңіндегі уақыт интервалындағы і-ші жеткізушінің газ көлемі, м³/сағ;

$Q_{i_k}(t)$ - балансты құру кезеңіндегі уақыт интервалындағы ӨҚЖТШ газының көлемі (өзіндік қажеттіліктер және технологиялық шығындар), м³/сағ.

Бұл математикалық модель арқылы газ балансын және газ қорының өзгеруін уақыт интервалында есептейді, ол бізге газдың технологиялық параметрлерін, баланспен газ қорының өзгеруін салыстыру арқылы жүйедегі ауытқуларды дер кезінде анықтауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газды есепке алуды жақсартады, газды тасымалдаудың режимін болжауға және дер кезінде анықталған ауытқуларға түзету әрекеттерін жасай отырып, соңғы тұтынушыға дейін газды іркіліксіз, қауіпсіз және тиімді жеткізуді басқаруға мүмкіндік береді.

«Бұқара Газды ауданы – Ташкент – Бішкек - Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесінің 8 күндік шығыс деректері 3-кестеде келтірілген.

Кесте 3 - «Бұқара Газды ауданы – Ташкент – Бішкек - Алматы» магистральдық газ құбырының 8 күндік шығыс деректері

Күндер	1 күн	2 күн	3 күн	4 күн	5 күн	6 күн	7 күн	8 күн
Газ ресурстары	22926,13	21943,15	20427,79	20338,28	20574,07	19765,23	19978,71	19116,61
Газды тарату	22112,88	21687,27	21594,91	21027,80	22399,67	20222,94	18318,78	17833,06
Газ қоры (құбырдан)	0,00	145,34	1418,25	616,35	2183,21	665,69	0,00	0,00
Газ қоры (құбырға)	304,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1108,08	1019,41
ӨҚМТШ	90,98	91,00	79,54	74,18	60,66	57,40	64,06	70,67

Ұсынылып отырған модель бойынша 2-кестедегі шығыс деректерімен 8 күндік газ балансының сандық мысалдары:

$$1) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (22021,90 + 90,98 + 304,81) - (22926,13 + 0) = -508,44;$$

$$2) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (21596,27 + 91 + 0) - (21943,15 + 145,34) = -401,22;$$

$$3) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (21515,37 + 79,54 + 0) - (20427,79 + 1418,25) = -251,13;$$

$$4) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (20953,62 + 74,18 + 0) - (20338,28 + 616,35) = 73,17;$$

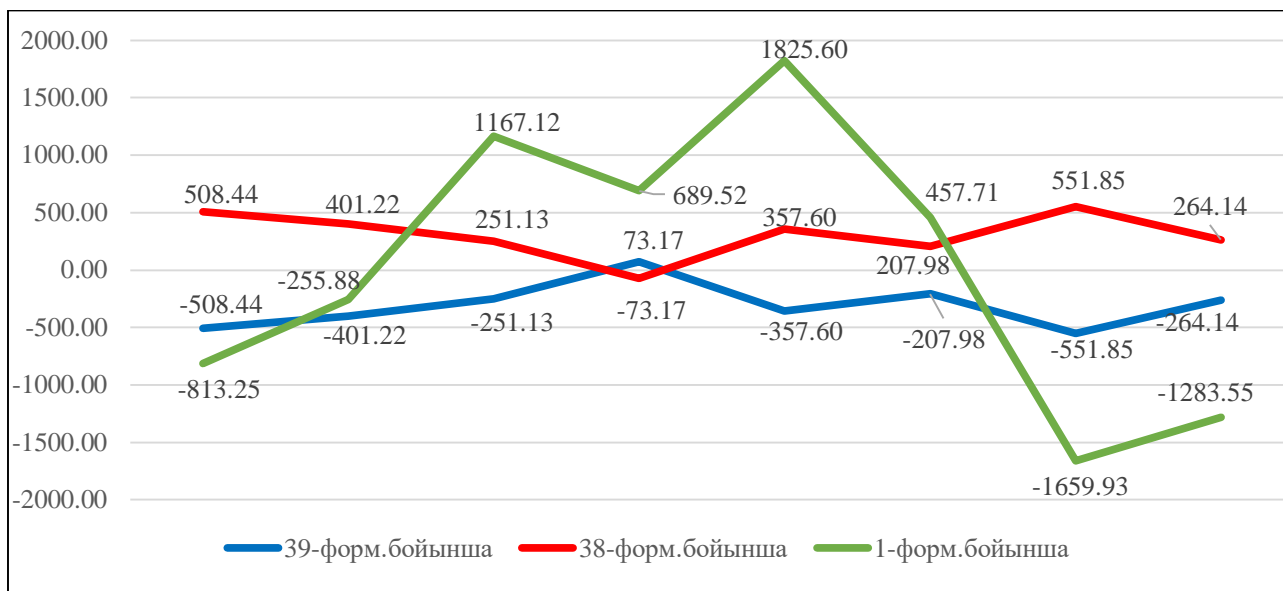
$$5) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (22339,02 + 60,66 + 0) - (20574,07 + 2183,21) = -357,6;$$

$$6) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (20165,54 + 57,40 + 0) - (19765,23 + 665,69) = -207,98;$$

$$7) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (18254,72 + 64,06 + 1108,08) - (19978,71 + 0) = -551,85;$$

$$8) \quad Q_x(t) = \left(\sum Q_{i_{номп}}(t) + \sum Q_{i_k}(t) + Q_{z_1}(t) \right) - \left(\sum Q_{i_{номс}}(t) + Q_{z_2}(t) \right) = \\ = (17762,39 + 70,67 + 1019,41) - (19116,61 + 0) = -264,14.$$

Жоғарыда келтірілген 1, 38 және 39 – модельдер бойынша газ балансының салыстырмалы диаграммасы 12-суретте көрсетілген.



Сурет 12 - Газ балансы модельдерінің салыстырмалы диаграммасы

Магистральдық газ құбырларындағы балансты дұрыс есептеу үшін құбырда қалған газ қорының және өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындарға кеткен газ шығындарының нақты есебін жүргізу керек.

Сонымен қатар магистральдық газ құбырының учаскесінің жұмысына әсер ететін технологиялық шығындар, газды рұқсатсыз қосу, төтенше жағдайлар, газ айдау режимдерінің өзгеруі сияқты кедергілерді де ескере отырып балансты шығару керек. Себебі олар газбен жабдықтау және тарату көрсеткіштерінің мәндерінің елеулі өзгеруіне әкеледі [54, 55].

3.2 МГҚ-дағы газ қорының моделі

Газды құбырлармен тасымалдауда құбырда қалған газдың қорын келесі (40) формула арқылы есептейміз [56]:

$$Q_{z_2} = \frac{\pi d^2}{4} * L P_{cp} * \frac{T_0}{T_{cp} Z * 1,033} \quad (40)$$

мұнда P_{cp} - учаскедегі газдың орташа қысымы;

T_{cp} - учаскедегі газдың орташа температурасы;

Z - сығылу коэффициенті;

T_0 - 293,15 К-ге тең стандартты жағдайдағы газ температурасы;

L – учаскенің ұзындығы;

d – құбырдың диаметрі.

МГҚ-дағы қордың көлемін баланс моделіне қойғанда, балансты есептеп отырған күндегі шыққан газ қорынан кешегі күнгі газ қорының айырмасын есептеп қояды.

3.3 Өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындардың моделі

Газ айдау агрегатының (ГАА) отыны ретінде тұтынылатын отын газы өнеркәсіптік аналогтармен (мысалы, дифманометрлермен-шығын өлшегіштермен) немесе отындық газ шығынын есептеудің өлшеу жүйесінің құралдар құрамына кіретін цифрлық шығын өлшегіштермен өлшенеді.

ГАА жұмысы үшін отын газының шығынының нормасын $Q_{тг.ГПА}$, м³/сағ (41) формуламен есептеледі [57]:

$$Q_{тг.ГПА} = K_{т.с.} * K_a * K_{нар} * K_{III} * K_y * H_{итг.ГПА} \quad (41)$$

мұнда $K_{т.с.}$ – отынның жану жылуының номиналды мәнінен ауытқуын ескеретін коэффициент;

K_a – атмосфералық ауаның параметрлерін (мұздануға қарсы жүйенің қосулы кездегі әсерін қосқанда) және ГАА дәрежесі ескеретін коэффициент;

$K_{нар}$ - ГАА пайдаланым коэффициенті;

K_{III} – тасымалданатын газдың үш сатылы сығылу коэффициенті, ол 1,05 тең;

K_y – пайдаланылған газдардың утилизаторларының әсер ету коэффициенті (42) формуламен анықталады:

$$K_y = 1 + K'_y * \frac{n_y}{n_{yГПА}} \quad (42)$$

мұнда K'_y – отын газының шығынына қазан-утилизаторының әсерін ескеретін 0,025;

n_y – пайдаланылатын қазан-утилизаторлардың саны, шт.;

$n_{yГПА}$ – жұмыс істейтін агрегаттардың саны, шт.;

$H_{итг.ГПА}$ – агрегаттың әрбір типінің паспорттық деректері бойынша анықталатын ГАА жұмысына газ шығынының нормасы (Қосымша Ә), м³/сағ;

$K_{т.с.}$, K_a , $K_{нар}$ - коэффициенттерінің мәндерін анықтамалық деректерден алу керек.

ГАА пен газмотокомпрессорлар үшін отындық газға қажеттілік, мың. м³, жоспарлау кезінде (43) формула бойынша анықталады [57, б. 11]:

$$B = H_{итг.} * A_{ГТУ} + B_i = (H_{итг.} * 0,2215 * Z_m * T_m * \lg(P_k / P_H) * Q) + B_i \quad (43)$$

мұнда $H_{итг.}$ – паспорттық деректер бойынша анықталатын ГАА немесе газмотокомпрессорлар үшін отындық газ шығынының жеке үлестік нормасы, кг у.т./кВт·ч (м³/кВт·сағ). $H_{итг.}$ паспорттық деректер бойынша анықталады;

$A_{ГТУ}$ – сығудың потенциалды жұмысы, кВт·сағ;

0,2215 – (43) формула параметрлеріне кіретін мөлшерлікті ескеретін коэффициент, кВтч/мың.м³ · град.К;

Z_m – газ ағынының сығылу коэффициентінің орташа мәні;

T_m – сығылу үрдісінің орташа абсолюттік температурасы, К;

P_H – бастапқы абсолюттік қысым, кгс/см²;
 P_K – соңғы абсолюттік қысым, кгс/см²;
 Q – 1,033 кгс/см² және 293,15 К температура кезіндегі айдалатын газдың көлемі. ($Q = Q_{\text{сут.}} \times r$, мұнда $Q_{\text{сут.}}$ – айдалатын газдың тәуліктік көлемі, млн. м³; r – жұмыстағы күн саны);

B_i – эксплуатациялық үстемесі, мың м³;

B_1 – ГАА жұмысына газ ағынының екі сығылу сатысы;

B_3 – қоршаған ортаның орташа айлық температурасы артқан кезде, мың м³;

B_5 – номиналдан шарттар ауытқығанда ($N_{\text{итг}}$ -ден 20% дейін), мың м³.

МГҚ өз қажеттіліктеріне электр станциялардың жұмысына отындық газ шығынының нормаларын есептеу

Өз қажеттіліктеріне электр станциялардың жұмысына (газотурбогенераторлардың) жұмсалатын отындық газ шығынының көлемі тікелей газ шығынын есептеу түйіндерінің аспаптарынан алынады. Газ шығынын есептеу түйіндері болмаған жағдайда, электр станцияларының жұмысына отындық газ шығыны (44) формула бойынша есептеледі [57, б. 12]:

$$Q_{\text{тг.ЭСН}} = N_{\text{итг.ЭСН}} * \tau \quad (44)$$

мұнда $N_{\text{итг.ЭСН}}$ – паспорттық деректер немес қосымша бойынша анықталатын электр станциялардың жұмысына жұмсалатын газ шығынының жеке нормасы, м³/сағ;

τ – газтурбогенератордың жұмыс уақыты, сағ.

Магистральдық газ құбырларындағы өз қажеттіліктеріне жылыту құрылғыларының жұмысына отындық газ шығынының нормаларын есептеу

МГҚ-ға қазандық қондырғыларының, жылыту, коммуналдық-тұрмыстық құрылғыларының жұмысына жұмсалатын (газ жылытқыштар, газ плиталары және т.б.) отындық газ-газ шығынын есептеу аспаптары-газ есептеуіштер бойынша анықталады [57, б. 12]. Автоматты есептеуіш, түзегіш болмаған жағдайда көрсеткіштер стандарттық шарттарға сәйкестендірілуі тиіс (45) формула:

$$V_{\text{ст.}} = \frac{T_0 * V_p * (P + P_p)}{P_0 * T_p} = \frac{293,15 * V_p * (P + P_0)}{1,033 * T_p}, \quad (45)$$

мұнда $V_{\text{ст}}$ - стандарттық шарттарға келтірілген газ көлемі, м³;

V_p – жұмыс жағдайындағы газ көлемі (есептеуіштің көрсеткіші бойынша), м³;

T_0 - 293,15 К тең стандарттық шарттар кезіндегі газ температурасы;

T_p – газ температурасының орташа арифметикалық жұмыс мәні, К;

P_0 - 1,033 кгс/см² тең стандарттық шарттар кезіндегі газ қысымы;

P_0 – ауаның барометрлік қысымы, кгс/см²;

P - газдың жұмыс қысымы, кгс/см².

Газ шығынын есептеу аспаптары болмаған кезде, МГҚ-да қазандық жұмысына газдың көлемдік шығыны (46) формуламен есептеледі:

$$Q = \sum V_i * \tau_i, \quad (46)$$

мұнда V_i - i -ші типті оттықтың атаулы сағаттық шығыны, м³/сағ;

τ_i - i -ші типті оттықтың жұмыс уақыты, сағ.

Компрессорлық цехтың технологиялық қажеттіліктері мен шығындарына арналған газ шығыны

ГАА-ты іске қосуға арналған газ нормаларын $Q_{п.а.}$, м³, іске қосуға арналған газдың, айдамалаушы контурын тазартуға арналған газдың және крандарды қайта орналастыру кезінде газды ауаға жіберуге арналған газдардың шығындарының жиынтығы ретінде анықтайды:

$$Q_{н.ГПА} = Q_{н.г.} + Q_{прод.к.н.} + Q_{стр.кр.} \quad (47)$$

мұнда $Q_{п.г.}$ – ГАА іске қосуға арналған газдың шығыны, м³. Бұл ГАА-тың паспорттық деректерінен алынады.

$Q_{прод.к.н.}$ – айдамалаушы контурын тазартуға арналған газ шығыны, м³. Барлық ГАА-да айдамалаушы контурды тазарту тек критикалық жағдайда ағу режимінде жүргізілетіндіктен, айдамалаушы контурын тазалауға арналған газ шығыны, (48) формуламен есептеледі, м³:

$$Q_{прод.к.н.} = 296 * S * P * t, \quad (48)$$

мұнда 296 – аударым коэффициент, см²/кгс·с;

S – тазарту жүргізілетін құбырдың қима алаңы, м²;

P - газ қысымы, кгс/см²;

t - тазарту уақыты, сек;

$Q_{стр.кр.}$ – крандарды қайта орналастыру кезіндегі газды ауаға жіберу шығыны. Мәндері ГАА-тың паспорттық деректерінен алынады.

ГАА-ты тоқтатуға арналған газ шығыны нормаларын крандарды қайта орналастыруға және айдамалаушы контурын тазартуға кететін газ шығындарының [57, б. 15] жиынтығы ретінде (49) формуламен анықтайды:

$$Q_{о.ГПА} = Q_{пер.кр.} + Q_{стр.к.н.}, \quad (49)$$

мұнда $Q_{пер.кр.}$ – ГАА тоқтатқан кездегі крандарды қайта орналастырудағы газ шығыны, м³;

$Q_{стр.к.н.}$ – ГАА тоқтатқан кездегі айдамалаушы контуриндағы газды ауаға жіберу шығыны, м³.

Бекіту арматурасын тексеру кезінде (50) формуланы пайдалану керек:

$$Q_{стр.} = 1,11 * V * P, \quad (50)$$

мұнда 1,11 – табиғи газдың орташа сығылу коэффициентін есептейтін коэффициент:

$$Z_{cp} : 1 / Z_{cp} = 1 / 0,9 = 1,11$$

мұнда V – ыдыстың көлемі (пневмоцилиндр), м³;

P – газ қысымы, кгс/см².

КЦ-дағы шығындарды келесі формула бойынша компрессорлық цехтың құбырларының свечаларының орташа статистикалық ағып кетуінің жиынтығы ретінде (51) формуламен анықтайды:

$$Q_{т.н.КЦ} = 1,25 * [(Q_5 + Q_{10}) * n_{ГПА} + Q_{17} + Q_{18} + Q_{20} + Q_{и.г.} + Q_{т.а.}] \quad (51)$$

мұнда 1,25 – КЦ-тағы басқа да шығындар коэффициенті;

Q₅, Q₁₀, Q₁₇, Q₁₈, Q₂₀, Q_{и.г.}, Q_{т.а.} – №5, 10, 17, 18, 20 свечалары, импульсті газ свечалары және технологиялық аппараттардың тазарту свечалары бойынша тиісінше орташа статистикалық шығындар;

n_{ГПА} – КЦ-та орнатылған агрегаттар саны.

Бір аппаратты тазарту үшін 1 секундта пайдаланылатын газ көлемі [57, 16 б], Q прод.ап., м³/с, (52) формула бойынша анықталады:

$$Q_{прод.ап.} = Q_{исх.прод.} * K_P * K_T * K_Z * K_d * K_{\Delta} \quad (52)$$

мұнда K_p, K_T, K_Δ, K_Z, K_d – бастапқы параметрлердің ауытқуын ескеретін түзету коэффициенттері: қысымның - K_p, температураның - K_T, газдың салыстырмалы тығыздығының - K_Δ, сығылу коэффициентінің - K_Z, нормативтерді есептеу кезінде қабылданған параметрлерден- Q исх.прод.

Q_{исх.прод.} - газдың атмосфераға критикалық төгілу жылдамдығымен v_{кр} және өзге де параметрлермен (53) формула бойынша анықталады.

$$Q_{исх.прод.} = v_{кр} * \frac{\pi * d^2}{4} * \frac{P * T_0}{P_0 * T * Z}, \quad (53)$$

мұнда π – Пи саны, мәні 3,14;

d – дренажды желінің бекіткіш темір арқауының өткінші қимасының диаметрі, м;

P – МГҚ-дағы абсолютті газ қысымы, кгс/см²;

T_0 и P_0 – стандартты шарттардағы газдың температурасы және қысымы ($T_0 = 293,15$ К, $P_0 = 1,033$ кгс/см²);

T – МГҚ-дағы газ температурасы, К;

Z – сығылу коэффициенті, МЕСТ 30319.2-96 бойынша анықталады;

$v_{кр}$ – газдың атмосфераға критикалық төгілу жылдамдығы, м/с, (54) формула бойынша анықталады:

$$v_{кр} = \sqrt{Z * R * T}, \quad (54)$$

мұнда R – газ тұрақтысы, Дж/кг·К, ол (55) формуламен есептеледі:

$$R = \frac{R_B}{\Delta_B}, \quad (55)$$

мұнда R_B – ауа үшін меншікті газ тұрақтысы, Дж/кг·К, 288,0 тең;

Δ_B - ауа бойынша салыстырмалы тығыздық, (56) формула бойынша анықталады

$$\Delta_B = \rho_H / \rho_B \quad (56)$$

мұнда ρ_H - стандартты шарттардағы газдың тығыздығы, кг/м³;

ρ_B – ауаның тығыздығы, кг/ м³.

(51) формуладағы түзету коэффициенттерінің [57, б. 17] мәндері (52)-(56) формулаларын ескере отырып, мына (57), (58), (59), (60), (61) формулалар бойынша анықталады:

$$K_p = \frac{P_q}{56} \quad (57)$$

$$K_T = \sqrt{\frac{293}{T_q}} \quad (58)$$

$$K_{\Delta} = \sqrt{\frac{0,58}{\Delta_q}} \quad (59)$$

$$K_Z = \sqrt{\frac{0,877}{Z_q}} \quad (60)$$

$$K_d = \frac{d_q^2}{0,0025} \quad (61)$$

мұнда $P_q, T_q, \Delta q, Z_q, d_q$ – қысымның нақты мәні, кгс/см², температуралары, газдың салыстырмалы тығыздығы, газ сығылуының коэффициенті, дренажды линияның ысырмасының диаметрі, м.

n – санында тәулігіне бір аппаратты (мысалы, конденсатұстағышты) тазарту кезінде газдың жалпы шығыны, $Q_{ку}^{сум}$ (62) формуламен анықталады:

$$Q_{ку}^{сум} = Q_{прод.ан.} * n * \tau, \text{ м}^3 \quad (62)$$

мұнда τ – бір тазартудың орташа уақыты, с;

n – тәулігіне бір аппараттың тазарту саны.

Бірнеше аппаратты тазарту үшін пайдаланылған газдың жалпы көлемі (мысалы, конденсатұстағышты), $Q_{\Sigma}, \text{ м}^3, t_i$ үшін (63) формула бойынша:

$$Q_{\Sigma} = \sum_{i=1}^k Q_{ку_i}^{сум} * t_i \quad (63)$$

мұнда t_i – есептік кезеңдегі тәулік саны (ай, тоқсан);

$i=1 \div k, k$ – есептік кезең уақыты ішіндегі тазаланатын конденсатұстағыштардың саны.

Конденсатты газсыздандыру кезіндегі газ көлемі (64) формуласы бойынша анықталады:

$$Q_{ДГ.} = K_{зф} * V_k \quad (64)$$

мұнда $K_{гф}$ – газ факторының коэффициенті ($T=293 \text{ К}$ кезінде), (65) формула бойынша анықталады:

$$K_{зф} = 0,864 * \frac{P}{Z * P_{атм}} \quad (65)$$

мұнда V_k – жойылған конденсаттың көлемі (су), м³;

0,864 – $P=1,0 \text{ кгс/см}^2$ кезінде м³ газдың және 1 м³ конденсаттың есептелу коэффициенті, $K_{гф}$;

P және $P_{атм.}$ – МГҚ-дағы нақты қысым және атмосфералық қысым, кгс/см².

Шаң ұстағыштарды тазалау және күрделі жөндеу кезіндегі газ шығынының нормасын (66) формуламен есептейді, мың. м³:

$$Q_{стр.} = 1,11 * P * V * 10^{-3}, \quad (66)$$

мұнда 1,11 – табиғи газ сығылуының орташа коэффициентін есептейтін коэффициент Z_{cp} : $1/Z_{cp}=1/0,9=1,11$;

P – шаңұстағыштағы қысым, кгс/см²;

V - крандар арасындағы шаңұстағыштар мен патрубклардың геометриялық көлемі, м³;

КЦ-ты жоспарлы тоқтатуды жүргізу кезіндегі газ шығынын [57, б. 20] есептеуді (коммуникациялардан ауаға жіберілетін газ), $Q_{пл}$, м³, (67) формуламен есептеледі:

$$Q_{пл.} = 283,8 * \frac{V_{кц}}{T_{cp}} * \left(\frac{P_{cp1}}{Z_1} - \frac{P_{cp2}}{Z_2} \right) \quad (67)$$

мұнда 283,8 – МЕМСТ 2939-63 сәйкес стандарттық шарттарға келтіру коэффициенті (68) формула бойынша анықталады:

$$Q = T_0 / P_0 \quad (68)$$

мұнда $T_0 = 273,15 \text{ K} + 20 \text{ °C} = 293,15 \text{ K}$;

$P_0 = 1,033 \text{ кгс/см}^2$;

$V_{кц}$ – КЦ технологиялық коммуникацияларының геометриялық көлемі, м³;

T_{cp} – МГҚ-дағы газ температурасының жұмыстық орташа мәні, К.

P_{cp1} – газ шығару басталғанға дейінгі МГҚ-дағы орташа газ қысымы, кгс/см²;

P_{cp2} – газ шығарылғаннан кейінгі МГҚ-дағы орташа газ қысымы, кгс/см²;

Z_1 – МГҚ-ынан газ шығаруға дейінгі газ сығылу коэффициенті;

Z_2 - МГҚ-ынан газ бөлігі шығарылғаннан кейінгі газ сығылу коэффициенті.

Атмосфералық қысымға жақын қысымға дейін қандай да болсын аппаратты МГҚ учаскесінен, коммуникациялар мен ыдыстардан толық босату кезіндегі газ шығыны (69) формуламен есептеледі:

$$Q_{пл} = 283,8 * \frac{V_{кц.}}{T_{cp.}} * \left(\frac{P_{cp}}{Z} - 1 \right) \quad (69)$$

МГҚ пайдалану кезіндегі технологиялық шығындар (болмай қоймайтын газ шығындары):

МГҚ-дағы газдың технологиялық шығын нормасы, м³, (70) формуламен есептеледі:

$$H_{II} = H_{н.исх.} * K_{y_i} * K_{p_i} * K_{T_i} * K_{\Delta}, \quad (70)$$

мұнда $H_{П.исх.}$ – төмендегі формула бойынша анықталатын газ шығынының деңгейіне МГҚ диаметрінің (МГҚ i -ші ЖӨБ(ЛПУ) бөлімнің газ құбыры жүйесінің орташа диаметрі) әсерін ескеретін МГҚ-ның желілік бөлігіне технологиялық шығынының жеке нормасы (71) формуламен [57, б. 30] есептеледі:

$$H_{П.исх.} = 1,825 \frac{d_0}{d_{срi}} \quad (71)$$

мұнда d_0 – 1,22 м-ге тең есептеулерде қолданылатын газ құбырының бастапқы диаметрі;

$d_{срi}$ – диаметр i -ші газ құбырының диаметрі (немесе МГҚ i -ші ЖӨБ бөлімнің газ құбыры жүйесінің орташа диаметрі), м;

K_{yi} – пайдалану мерзімінің, табиғи факторлардың, газ шығыны деңгейіне қысымды төмендету әсерін ескеретін i -ші МГҚ ЖӨБ пайдалану шарттарының коэффициенттері;

$K_э$ – МГҚ-дағы технологиялық шығынының жыл сайынғы төмендеуін ескеретін, (72) формула бойынша анықталатын коэффициент:

$$K_э = 1 - M * \delta \quad (72)$$

мұнда M – норма анықталған жылға $K_э=1,0$ болған жылдан бастап есептелген жылдар саны;

δ – өндірістік-техникалық іс-шараларды қысқарту нәтижесі бойынша МГҚ-дағы газдың технологиялық шығынының жыл сайынғы төмендеуінің көрсеткіші (орташа алғанда жылына бір пайызға немесе 0,01 тең қабылданады);

K_{pi} – i -ші газ құбырында (i -ші МГҚ ЖҚБ газ құбырлары жүйесіне) $P_{ср}$ газ қысымының әсерін және $Z_{ср}$ шығын деңгейіне сығылу коэффициентін ескеретін, (73) формула бойынша анықталатын коэффициент:

$$K_{pi} = \frac{250,9 * 10^{-6} * P_{ср}^2}{Z_{ср}^2} \quad (73)$$

мұнда K_{pi} – i -ші газ құбырында (i -ші МГҚ ЖҚБ газ құбырлары жүйесіне) $T_{ср}$ температурасының әсерін ескеретін коэффициент.

МГҚ ЖӨБ немесе МГҚБ газ құбырлары жүйесінің орташа диаметрі (74) формуламен [57, б. 33] анықталады:

$$d_{срi} = \frac{d_1 * l_1 + d_2 * l_2 + \dots + d_n * l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (74)$$

мұнда l_1, l_2 – сәйкесінше $d_1, d_2 \dots$ ішкі диаметрлеріне газ құбырының (газ құбыры учаскелерінің) ұзындығы, м.

МГҚ ЖӨБ немесе МГҚБ газ құбырлары жүйесінің орташа қысымы (75) формула бойынша анықталады:

$$P_{cpi} = \frac{P_1 * l_1 + P_2 * l_2 + \dots + P_n * l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}, \quad (75)$$

мұнда P_1, P_2 – сәйкесінше $d_1, d_2 \dots$ ішкі диаметрлеріне және $l_1, l_2 \dots$ ұзындықтарына газ құбырларындағы газдың орташа қысымы, кгс/см².

МГҚ-дағы газдың технологиялық шығынының жылдық көлемі (лимиті), м³/жыл (76) формуламен есептеледі:

$$q_{nom.}^{MG} = H_n * V_{зан}^{MG} \quad (76)$$

мұнда H_n – МГҚ-дағы газдың технологиялық шығынының нормасы.

МГҚ-дағы құбырларындағы газ қоры, м³, (77) формуламен анықталады:

$$V_{зан}^{MG} = \frac{222,8 * d_{cp}^2 * L * P_{cp}}{T_{cp} * Z_{cp}} \quad (77)$$

мұнда d_{cp} – МГҚ құбырларының орташа ішкі диаметрі, м;

L – газ құбырының ұзындығы, м;

P_{cp} – газ құбырларындағы газдың орташа қысымы, кгс/см²;

T_{cp} – газ құбырларындағы газдың орташа температурасы, К.

МГҚ-дағы газдың ағып кетуінің ең жоғарғы мүмкін шекті көлемі, Q_{yt}^{max} , м³/жыл, (78) формула бойынша [57, б. 34] анықталады:

$$Q_{yt}^{max} \leq 17,64 * d_{cp} * L * P_{cp}^2 * K_{yi} * K_{\varepsilon} * \tau_{сут} * T_{cp}^{-1} * Z_{cp}^{-2} \quad (78)$$

мұнда d_{cp} – МГҚ құбырының орташа диаметрі, м;

L – газ құбырларының ұзындығы, км;

P_{cp}, T_{cp} – қысым, кгс/см² және газдың орташа температурасы, К;

Z_{cp} – газ сығылуының орташа коэффициенті;

$\tau_{сут}$ – газ құбырлары жұмысының ескерілетін кезеңі, тәуліктер;

K_{yi} – коэффициентінің жоғарғы мәні 1,2 дейін, қарастырылып отырған МГҚ-да жоғарғы мәні 1,328 болады.

Осылайша, газ құбырларын тығыздыққа сынаудың қолданылатын әдістемесіне сәйкес құбырлардан газдың ағып кетуі газ қысымына, газ құбырларының беттеріне және олардың пайдалану уақытына тура барабар.

МГҚ-ның свищтер, микрожарықтар және тығыз еместіктен болатын газ шығыны көлемін есептеу

Критикалық жағдайларда ағу режимі үшін свищтер мен микрожарықтар арқылы газ шығыны [57, б. 36] көлемін (79) формуламен есептеуге болады:

$$G_{кр.} = \mu_2 * \lambda_{кр.} * F_2 * p_2 * \sqrt{\frac{2}{Z_2 * R_{Г} * T_2}} \quad (79)$$

мұнда μ_2 – свищтер, микрожарықтар және тығыз еместіктің эквивалентті қимасы шығынының коэффициенті 0,62-ден 0,68-ге дейін өзгереді;

$\lambda_{кр.}$ – газдың критикалық режимде ағу шығынының сипаттамасы қосымша немесе (80) формуламен есептеледі:

$$\lambda_{кр.} = \frac{\beta}{2} * \sqrt{k * (k - 1)} \quad (80)$$

мұнда β' – газдың критикалық режимде ағу кезінде қысымның салыстырмалы шамасы қосымша немесе (81) формуламен есептеледі:

$$\beta' = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)_{кр.} = \left(\frac{2}{k + 1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad (81)$$

мұнда p_1, p_2 – сәйкесінше газ құбырына шектес және зерттелетін учаскелеріндегі газ қысымы, кгс/см²;

k – қосымшада анықталатын ішкі адиабаттық газ ағу үрдісін болжамды ескерумен адиабат көрсеткіші;

F_2 – зерттелетін газ құбыры учаскесінде – свищтер, микрожарықтар және тығыз еместіктің эквивалентті қимасы, см², (82) формуламен есептеледі:

$$F_2 = \frac{\mu_1 * \lambda_1}{\mu_2 * \lambda_2} * F_1 * \frac{p_1}{p_2} * \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad (82)$$

мұнда μ_1 – газ құбырының айналма желісіндегі желілік кран шығынының коэффициенті. Бұл коэффициент 0,8-0,95 шектерінде болады;

λ_1 – төмендегі формуламен анықталатын газ құбыры айналмалы учаскесінен кран арқылы газ ағуының критикалық режиміне дейінгі шығын сипаттамасы (83) формула бойынша анықталады:

$$\lambda_1 = \sigma_{p1} * \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{e-1}{e}} \right]} * \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{2}{e}} \quad (83)$$

мұнда σ_{p1} – шамамен 1 тең шығын жылдамдығының сипаттамасы;

k – политроптық үрдістің көрсеткіші;

λ_2 – қосымша немесе келесі формуламен анықталатын, зерттелетін газ құбыры учаскесіндегі төмен қысым жағдайында газ ағуының критикалық режиміне дейінгі шығын сипаттамасы келесі (84) формуламен есептеледі:

$$\lambda_2 = \sigma_{p2} * \sqrt{\frac{k}{k-1} \left[1 - \left(\frac{p_{нар}}{p_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] * \left(\frac{p_{нар}}{p_2} \right)^{\frac{2}{k}}} \quad (84)$$

мұнда $p_{нар}$ – сыртқы ауа қысымы, кгс/см²;

F_1 – айналма желідегі желілік кран алаңы, см². Кранды толық ашу сәтінен оны жабуға дейінгі F_1 мәні α бұру бұрышына байланысты. $\alpha = 0-90^\circ$ кезінде тәуелділік желілік емес сипатқа ие болады және гиперболалық типтің деңгейімен сипатталады. α -дан орташаландырылған F_1 тәуелділік деректері:

$\alpha = 0^\circ$ - $F_1 \times 0,00$ болғанда;

$\alpha = 15^\circ$ - $F_1 \times 0,09$ болғанда;

$\alpha = 30^\circ$ - $F_1 \times 0,22$ болғанда;

$\alpha = 45^\circ$ - $F_1 \times 0,50$ болғанда;

$\alpha = 60^\circ$ - $F_1 \times 0,78$ болғанда;

$\alpha = 75^\circ$ - $F_1 \times 0,92$ болғанда;

$\alpha = 90^\circ$ - F_1 болғанда.

Есептеу нүктесі $\alpha=0^\circ$ болғанда кранның толық жабылған күйі болып табылады.

T_1, T_2 – сәйкесінше айналма және зерттелетін газ құбыры учаскесіндегі аюсолюттік температура, К;

Z_2 – МГҚ-ның зерттелетін учаскесіндегі газ сығылуының коэффициенті;

R_u – тасымалданатын газдың газ тұрақтылығы, Дж/кг·К.

Айдамалаушының айналдыру роторын нығыздау үшін айдамалау цехына газдың ағып кетуін болдырмайтын жоғары қысыммен бұрандалық сорғы көмегімен тығыздау жүйесіне беретін майды қолданады. Тығыздау жүйесінде майдың жоғары қысымды газбен түйісуі кезінде оны газдандыру және ГАА-тың май бөлгіштері мен май бактарына шығару жүргізіледі. Май бөлгіштері мен май бактарында май газсыздандырылады, газ атмосфераға тасталады, ал май бұрандалық сорғы кіретін жерге түседі [57, б. 38]. Майда еріген, май бөлгішке түсетін және атмосфераға тасталатын газ мөлшерін (85) формула бойынша анықтауға болады:

$$Q_M = K * G_M \quad (85)$$

мұнда K – газдың майда еру коэффициенті;

G_M – жүйе арқылы өтетін майдың мөлшері м³/с.

Газдың майда еру коэффициенті қысымға, қоспаның температурасына және майдың химиялық құрамына байланысты болады. КС-да ГАА-қа май-газ айдаушыларының тығыздау жүйесінің жұмыс шарттарына қолданылатын есептердегі еру коэффициенті $K \cong 0,014$.

Тығыздау жүйесі арқылы өтетін май мөлшерін (86) формуламен есептейді:

$$G_M = G_{MH} * \tau_a \quad (86)$$

мұнда G_{MH} – бұрандалық сорғы өнімділігі, $m^3/сағ$;

τ_a – агергаттың (сорғы) жұмыс уақыты, сағ.

Газ қорына әсер ететін газдың технологиялық параметрлерін баланс мәнімен салыстырамыз, баланс мәні оң және теріс болғанда ол құбырдағы есептелінген газ қорының көлемінен, өлшенген технологиялық параметрлерінің қателігінен немесе құбырға кірген және шыққан газ шығынын есептейтін өлшеу құрылғыларының қателігінен көріну керек. Осы мәндерді тексеру арқылы және уақытында түзету жұмыстарын жүргізу арқылы дисбаланс мәнін жоямыз немесе азайтамыз.

Ықтимал газ дисбалансының себептерін жедел анықтау мен жоюдың теориялық шешімі мен практикалық жүзеге асырылуы газ тасымалдау жүйесін басқарудың сапалы жаңа деңгейін қамтамасыз етеді [58].

Магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газдың балансының математикалық моделі MES технология есептеріне жатады және осы есептер арқылы МЕМСТ Р МЭК 62264-3-2012 [59] стандартындағы өндірістік операцияларды басқаруға кіретін әрекеттерді жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

3.4 Дисбалансты анықтауға арналған әдістеме мен оның алгоритмі

Қазақстандағы қолданыстағы ГТЖ басқару жүйесі, оның ішінде газды ел ішінде тасымалдау мен тарату процестері негізінен ескірген. Атап айтқанда, 1960 жылдары салынған Қазақстандағы магистральды газ құбырларының көпшілігін жобалау кезінде басқару орталықтары үшін өлшенген мәліметтерді жинауды автоматтандыратын жүйелер болған жоқ. Мәліметтерді жинау мен басқарудың жаңа автоматтандырылған жүйелерін (SCADA) енгізу біртіндеп жүргізілуде және қазіргі уақытта қазақстандық ГТЖ барлық объектілерін қамтымайды.

Қазақстандағы ГТЖ басқару жүйесінің ескіруінің салдарының бірі және оны жаңғыртудың төмен қарқыны – газдың дисбалансының болуы. Дисбаланс жеткізілетін және тұтынылатын газ көлемінің теңсіздігі деп түсініледі [60, 61]. Бұл теңсіздіктің себептері өлшеу қателіктері (кездейсоқ және кездейсоқ емес), технологиялық шығындар, газды рұқсатсыз алу, төтенше жағдайлар, газ айдау режимінің өзгеруі, соңғы тұтынушыда газды есептеу, есептегіштер мен түзеткіштерді алып тастау кезінде көлемдерді жабу (жөндеу, тексеру), тарату желілер арасында газдың есепсіз өтуінен туындайтын қиындықтар [62, 63].

ГТЖ-дегі дисбаланс негізсіз жоғары техникалық -экономикалық шығындарға, тұтынушылар мен газ жеткізушілер арасындағы келіспеушіліктер мен дауларға әкеледі. Сондықтан дисбаланстың болуын анықтау және оның себептерін анықтау үшін зерттеу жүргізу теориялық және практикалық тұрғыдан маңызды [64].

Газдың дисбалансын анықтау және оның пайда болу себептерін анықтау әдісін әзірлеу кезінде біз келесі болжамдардан шығамыз:

а) ГТЖ-нің магистральдық газ құбырының кез-келген учаскесін екі жүйенің тіркесімі ретінде сипаттауға болады: газбен жабдықтау жүйесі және газды тұтыну жүйесі;

б) осы жүйелердің әрқайсысы дербес жұмыс істейді, ал осы жүйелердің өлшеу жабдықтарының қателіктері бір-біріне тәуелді емес.

Магистральдық газ құбыры учаскелерінің мұндай көрінісі газбен жабдықтау жүйесінің және газ тұтыну жүйесінің жұмыс режимдерін үйлестіру ретінде учаскеде газ тасымалдауды басқару мақсатын тұжырымдауға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда газ дисбалансының дәрежесі нөлге тең болуы керек, ал газбен жабдықтау және аудан бойынша таралудың үлгі дисперсияларының мәндері бір-біріне тең болуы керек. Мақсатты осындай түрде ұсыну объектіде бақылау-өлшеу аспаптарын түзету мен реттеудің бірыңғай схемасын қолданған жағдайда мүмкін болады. Бұл ауытқулары бірдей бір типтегі бақылау-өлшеу аспаптардың жұмысын қамтамасыз етеді.

Сондай-ақ, магистральдық газ құбырының учаскесінің жұмысына кез-келген кедергі (технологиялық шығындар, газды рұқсатсыз қосу, төтенше жағдайлар, газ айдау режимдерінің өзгеруі және т.б.) учаскедегі газбен жабдықтау және тарату көрсеткіштерінің мәндерінің елеулі өзгеруіне әкелетінін ескеру қажет. Осындай өзгерістің нәтижесінде осы мәндер үлгілерінің дисперсиясының мәндері сөзсіз өзгереді. Демек, магистральдық газ құбыры учаскесіндегі газбен жабдықтау жүйесі мен газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын үлгі мәндерінің дисперсиясының мәндерін салыстыру нәтижесін учаскедегі газ дисбалансының жалпы көрсеткіші деп санауға болады [65].

Мәндердің екі үлгісінің дисперсияларының теңдігі туралы гипотезаны тексеру үшін екі жақты F-тестін (Фишер критерий) қолдану ұсынылады [66-70].

Қалыпты заңға сәйкес таралған үлгі мәндері үшін F-тестінің нөлдік гипотезасы H_0 (87) формуламен келесідей өрнектеледі:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (87)$$

мұнда σ_1^2 - мәндердің бірінші үлгісінің $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ дисперсиясының шамасы (біздің жағдайда, газбен жабдықтау жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндердің үлгілері);

σ_2^2 - мәндердің екінші үлгісінің дисперсиясының шамасы (біздің жағдайда, газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндердің үлгілері).

Қалыпты заңға сәйкес таралған мәндердің үлгілері үшін F-тестінің альтернативті гипотезасы H_1 (88) формула:

$$H_1: \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \quad (88)$$

s_1^2 және s_2^2 үлгі дисперсияларының мәндері σ_1^2 және σ_2^2 таратылулардың дисперсияларының нүктелік бағалары болуы мүмкін. Демек, H_0 гипотезасы, егер үлгінің жеткілікті үлкен мөлшеріне арналған статистиканың таралуы еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдықтың

$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \square F(n_1 - 1, n_2 - 1)$ - таралуына ұмтылса (89) формуладай қабылданады:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \square F(n_1 - 1, n_2 - 1) \quad (89)$$

s_1^2 және s_2^2 үлгі дисперсияларының мәндері (90) формула бойынша есептеледі:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \quad (90)$$

мұнда \bar{X} - үлгінің орташа мәні.

H_0 гипотезасы қабылданбайды, егер: а) еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдықтың F -таралуының жоғарғы $\alpha/2$ квантилінен статистиканың үлгі таралуы үлкен болса; б) еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдықтың F -таралуының төменгі $\alpha/2$ квантилінен статистиканың үлгі таралуы кіші болса.

F критерийін қолдану, басқалармен қатар, магистральдық газ құбыры учаскесіндегі газ дисбалансының өзгеруінің маңыздылығын бағалауға мүмкіндік береді. Егер дисбаланс болмаса, онда (89) өрнектің мәні 1-ге тең болады. Демек, газбен жабдықтау жүйесінің және газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндердің үлгілері үшін (89) өрнектің мәндері 1-ге жақындаған сайын, осы облыста байқалатын газ дисбалансы аз болады және дисбаланс себептері онша маңызды емес. Керісінше де дұрыс: газбен жабдықтау жүйесі мен газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндердің үлгілері үшін есептелген (89) өрнек мәндері 1-ден алыстаған сайын бұл учаскеде газдың дисбалансы соншалықты көп болады және бұл дисбаланс себептері неғұрлым маңызды. F-критерийін қолдану газ дисбалансын анықтау және оның пайда болу себептерін анықтау әдістемесін жасауға мүмкіндік берді, оны деректерді жинау, газды есепке алу және дисбалансты анықтаудың автоматтандырылған жүйесінің «Газ балансы және газды есепке алу» функциясын жақсарту үшін қолдануға болады.

Бұл әдіс келесі қадамдардан тұрады:

Қадам 1. Бақыланатын аумақ үшін газбен жабдықтау жүйесі мен газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын бастапқы үлгі мәндерін қалыптастыру.

Қадам 1.1. Ағымдағы күнтізбелік айдың ағымдағы нөмірін n орнату.

Қадам 1.2. «Ағымдағы айдағы дисбалансты анықтау» режимі таңдалған жағдайда, басталу күнін bd ағымдағы күнтізбелік айдың бірінші күні етіп белгілеңіз. «Өткен айдың деректерін ескере отырып дисбалансты анықтау» режимін таңдаған жағдайда, bd басталу күнін алдыңғы күнтізбелік айдың n саны ретінде белгілеңіз.

Қадам 1.3. Газбен жабдықтау жүйесінің жұмысын m_supply және газды тұтыну жүйесінің жұмысын m_cons сипаттайтын үлгі мәндерінің массивтерін қалыптастыру қажет. Осылайша, bd күніндегі бастапқы деректер кестесінің «I Барлық газ ресурстары» бағанынан m_supply массивінің бастапқы мәнін таңдаңыз. Бастапқы деректердің кестесіндегі n күнге «I Барлық газ ресурстары» бағанынан m_supply массивінің соңғы мәнін таңдаңыз. Бастапқы деректердің кестесіндегі bd күнге «III Газ тарату» бағанынан m_cons массивінің бастапқы мәнін таңдаңыз. Бастапқы деректердің кестесіндегі n күнге «III Газ тарату» бағанынан m_cons массивінің соңғы мәнін таңдаңыз.

Қадам 2. Газбен жабдықтау жүйесі мен газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын үлгі мәндерінің дисперсияларының теңдігі туралы нөлдік гипотезаны тексеру.

Қадам 2.1. m_supply және m_cons массивтері үшін (90) формула бойынша s_1^2 және s_2^2 үлгі дисперсияларының мәндерін есептеу.

Қадам 2.2. s_1^2 және s_2^2 үлгі дисперсияларының мәндері үшін F-критерий мәндерін (89) формула бойынша есептеу.

Қадам 2.3. Еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдылықтың F-таралуының жоғарғы және төменгі $\alpha/2$ квантильдерінің мәндерін анықтау.

Қадам 2.4. Мәндерді есептеу:

$$q_{up} = \frac{(\alpha/2)_{up} - 1}{4}; \quad q_{bottom} = \frac{1 - (\alpha/2)_{bottom}}{4}, \quad (91)$$

мұнда $(\alpha/2)_{up}$ - еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдылықтың F-таралуының $\alpha/2$ жоғарғы квантильінің мәні;

$(\alpha/2)_{bottom}$ - еркіндік дәрежесі $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ болатын ықтималдылықтың F-таралуының $\alpha/2$ төменгі квантильінің мәні.

Қадам 2.5. Келесі шешімдердің бірін қабылдау:

- егер $F \in [1; (1 - q_{bottom})]$ шарты немесе $F \in [1; (1 + q_{up})]$ шарты орындалса, онда "Газ дисбалансы өзгеріссіз" деген шешім қабылдаңыз»;

- егер $F \in \left[\left(1 - q_{bottom}\right); \left(1 - 2 \times q_{bottom}\right) \right]$ шарты немесе $F \in \left[\left(1 + q_{up}\right); \left(1 + 2 \times q_{up}\right) \right]$ орындалса, онда "Газ дисбалансы маңызды" деген шешім қабылдаңыз;

- егер $F \in \left[\left(1 - 2 \times q_{bottom}\right); \left(1 - 3 \times q_{bottom}\right) \right]$ шарты немесе $F \in \left[\left(1 + 2 \times q_{up}\right); \left(1 + 3 \times q_{up}\right) \right]$ орындалса, онда "Газ дисбалансы жоғары" деген шешім қабылдаңыз;

- егер $F \in \left[\left(1 - 3 \times q_{bottom}\right); \left(1 - 4 \times q_{bottom}\right) \right]$ шарты немесе $F \in \left[\left(1 + 3 \times q_{up}\right); \left(1 + 4 \times q_{up}\right) \right]$ орындалса, онда "Газ дисбалансы өте жоғары" деген шешім қабылдаңыз;

- басқаша жағдайда «Газдың дисбалансы орынсыз» деген шешім қабылдап және газбен жабдықтау жүйесі мен газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын үлгі мәндерінің дисперсиясы туралы теңдік гипотезасы қабылданбайды.

Қадам 3. Газбен жабдықтау жүйесінің және газ тұтыну жүйесінің жекелеген элементтерінің жұмысын сипаттайтын үлгі мәндерінің дисперсияларының теңдігі туралы нөлдік гипотезаны тексеру.

Қадам 3.1. Ағымдағы деректермен салыстыру үшін өткен күнтізбелік айдың деректерін таңдау.

Қадам 3.2. Салыстыру жүргізілетін газбен жабдықтау жүйесінің барлық элементтерін сәйкестендіру. Егер жеке элемент үшін үлгі мәндері нөлге тең болса, онда бұл элемент әрі қарай қарастырудан алынып тасталады.

Қадам 3.3. Салыстыру жүргізілетін газды тұтыну жүйесінің барлық элементтерін анықтау. Егер жеке элемент үшін үлгі мәндері нөлге тең болса, онда бұл элемент әрі қарай қарастырудан шығарылады.

Қадам 3.4. Сәйкесінше алдыңғы күнтізбелік ай және ағымдағы күнтізбелік ай үшін элементтер мәндерін таңдау үшін, 3.2-қадам және 3.3-қадам кезінде таңдалған элементтердің әрқайсысы үшін s_1^2 және s_2^2 үлгі мәндерінің ауытқуларын (90) формула бойынша есептейді.

Қадам 3.5. 3.2-қадам және 3.3-қадам кезінде таңдалған элементтердің әрқайсысы үшін s_1^2 және s_2^2 үлгі дисперсияларының мәндері үшін F-критерий мәні (89) формуланың көмегімен есептеледі.

Қадам 3.6. $(n_1 - 1, n_2 - 1)$ еркіндік дәрежесімен F-ықтималдық таралуының жоғарғы және төменгі $\alpha / 2$ квантильдерінің мәндерін анықтау, мұндағы $(n_1 - 1)$ - ағымдағы күнтізбелік айдағы күндер саны және $(n_2 - 1)$ - алдыңғы күнтізбелік айдағы күндер саны.

Қадам 3.7. (91) формула бойынша q_{up} және q_{bottom} мәндерін есептеу.

Қадам 3.8. 3.2 және 3.3-қадамдерде таңдалған әрбір пункттер үшін келесі шешімдердің бірін қабылдаңыз:

- егер $F \in [1; (1 - q_{bottom})]$ шарты немесе $F \in [1; (1 + q_{up})]$ орындалса, онда «Элементтің жұмыс режимі өзгерген жоқ» деген шешім қабылдаңыз;

- егер $F \in [(1 - q_{bottom}); (1 - 2 \times q_{bottom})]$ шарты немесе $F \in [(1 + q_{up}); (1 + 2 \times q_{up})]$ шарты орындалса, онда «Элементтің жұмыс режимі өзгерді» деген шешім қабылдаңыз;

- егер $F \in [(1 - 2 \times q_{bottom}); (1 - 3 \times q_{bottom})]$ шарты немесе $F \in [(1 + 2 \times q_{up}); (1 + 3 \times q_{up})]$ шарты орындалса, онда «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» деген шешім қабылдаңыз;

- егер $F \in [(1 - 3 \times q_{bottom}); (1 - 4 \times q_{bottom})]$ шарты немесе $F \in [(1 + 3 \times q_{up}); (1 + 4 \times q_{up})]$ шарты орындалса, онда «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді» деген шешім қабылдаңыз;

- басқаша жағдайда «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімін қабылдаңыз және өткен және ағымдағы күнтізбелік айлар үшін элементтің жұмысын сипаттайтын үлгі мәндерінің дисперсияларының теңдігі туралы гипотеза қабылданбайды.

Қадам 4. Газдың дисбалансының мүмкін болатын себебін анықтау.

Қадам 4.1. Егер 3.2-қадамында және 3-қадамында таңдалған элементтердің көпшілігі үшін 3.8-қадамында «Элементтің жұмыс режимі қатты өзгерген жоқ», ал 2.5-қадамында «Газдың дисбалансы елеусіз» деген шешім қабылданса, онда «Газдың дисбалансының айқын себебі жоқ» шешімін қабылдаңыз.

Қадам 4.2. Егер 3.2-қадамда және 3.3-қадамында таңдалған элементтердің көпшілігі үшін 3.8-қадамында «Элементтің жұмыс режимі қатты өзгерген жоқ» болса, ал 2.5-қадамында келесі «Газдың дисбалансы маңызды», «Газдың дисбалансы жоғары» немесе «Газдың дисбалансы өте жоғары» шешімдерінің бірі қабылданса, онда «Газ дисбалансының себебі болып өлшем қателіктері табылады» деген шешім қабылдаңыз.

Қадам 4.3. Егер 3.2-қадамында және 3.3-қадамда таңдалған элементтердің көпшілігі үшін 3.8-қадамда қабылданған шешім келесі элементтердің бірі болса - «Элементтің жұмыс режимі өзгерді», «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» немесе «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді» және 2.5-қадамдағы шешім «Газдың дисбалансы өзгеріссіз» болса, онда «Газдың дисбалансының себебі - элементтің жұмыс режимінің өзгеруі» шешімін қабылдаңыз.

Қадам 4.4. Егер 3.2-қадамда және 3.3-қадамда таңдалған элементтердің көпшілігі үшін 3.8-қадамда қабылданған шешім келесі элементтердің бірі болса - «Элементтің жұмыс режимі өзгерді», «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» немесе «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді» және 2.5-қадамда шешім келесі шарттардың бірі болса - «Газдың дисбалансы маңызды», «Газдың

дисбалансы жоғары» немесе «Газдың дисбалансы өте жоғары», онда «Газдың дисбалансының бірнеше себебі бар» шешімін қабылдаңыз.

Қадам 4.5. Егер 2.5-қадамда үлгі дисперсиялардың теңдігі туралы гипотезадан бас тарту туралы шешім қабылданса, онда «Учаскеде дисбаланс бар. Қосымша талдау қажет» шешімін қабылдаңыз.

Қадам 4.6. Егер 3.2-қадамда және 3.3-қадамда таңдалған элементтердің көпшілігі үшін 3.8-қадамда «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімі қабылданған болса, онда «Элементтің жұмыс режимінде дисбаланс бар. Қосымша талдау қажет» деген шешім қабылдаңыз.

Қадам 4.7. Егер 2.5-қадамдағы бақыланатын учаске үшін «Газдың дисбалансы өзгеріссіз» деген шешім қабылданса, ал 3.8-қадамда сол бөлімнің барлық элементтері үшін «Элементтің жұмыс режимі іс-жүзінде өзгерген жоқ» деген шешім қабылданған болса, онда «Газдың дисбалансының маңызды себептері жоқ» деген шешім қабылдаңыз.

Қадам 4.8. Егер 2.5-қадамда бақыланатын учаске үшін «Газдың дисбалансы маңызды», «Газдың дисбалансы жоғары» немесе «Газдың дисбалансы тым жоғары» шешімдердің бірі қабылданған болса, ал 3.8-қадамда сол аймақтағы барлық элементтер үшін «Элементтің жұмыс режимі өзгерген жоқ» шешім болса, онда «Учаскеде үлкен өлшеу қателіктері бар» деген шешім қабылданады.

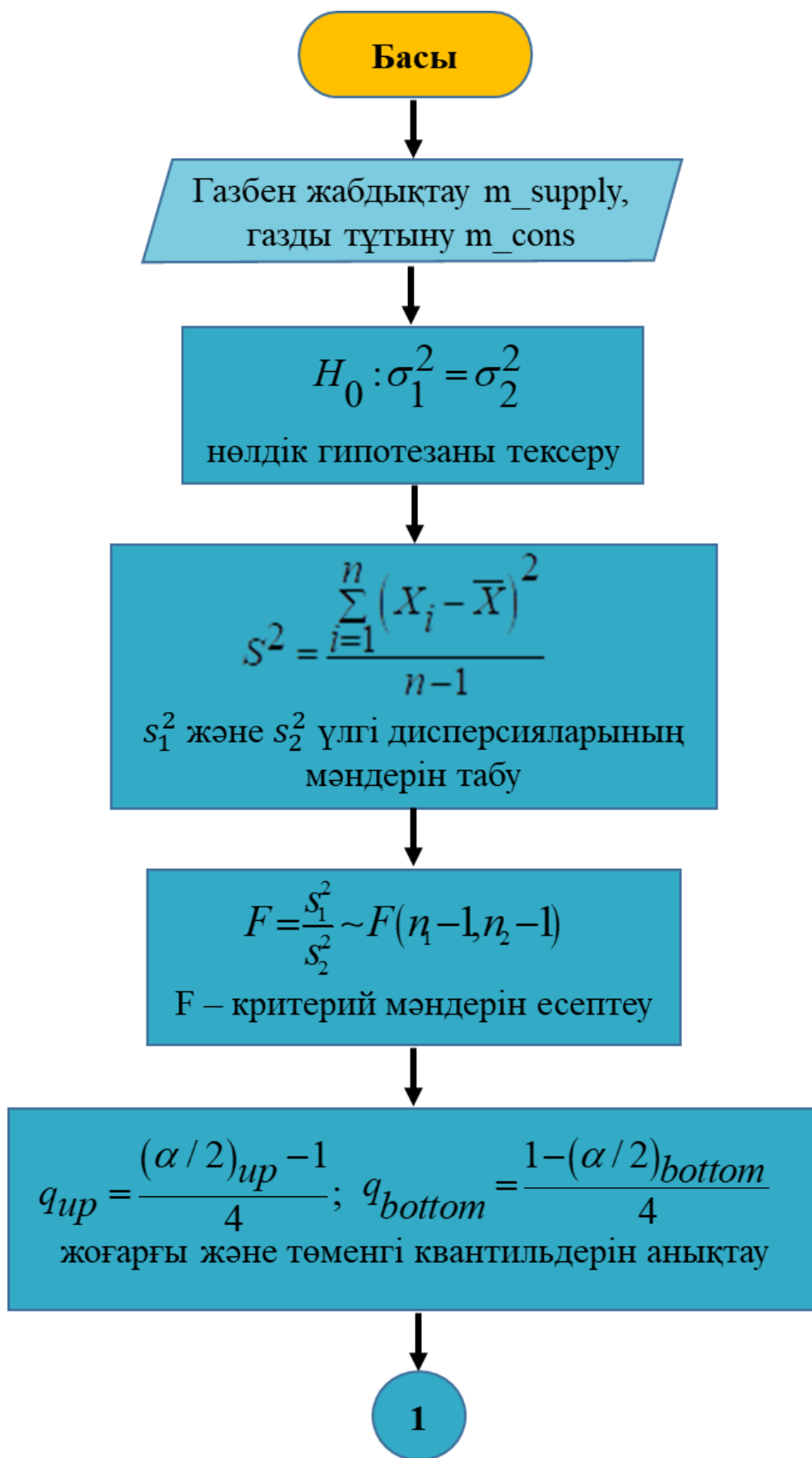
Қадам 4.9. Егер 2.5-қадамда бақыланатын учаске үшін «Газдың дисбалансы елеусіз» деген шешім қабылданса, ал 3.8-қадамда сол учаскенің барлық элементтері үшін келесі шешімдердің бірі қабылданды - «Элементтің жұмыс режимі өзгерді», «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» немесе «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді», онда «Учаскенің жұмыс режимі өзгерді» шешімін қабылдайды.

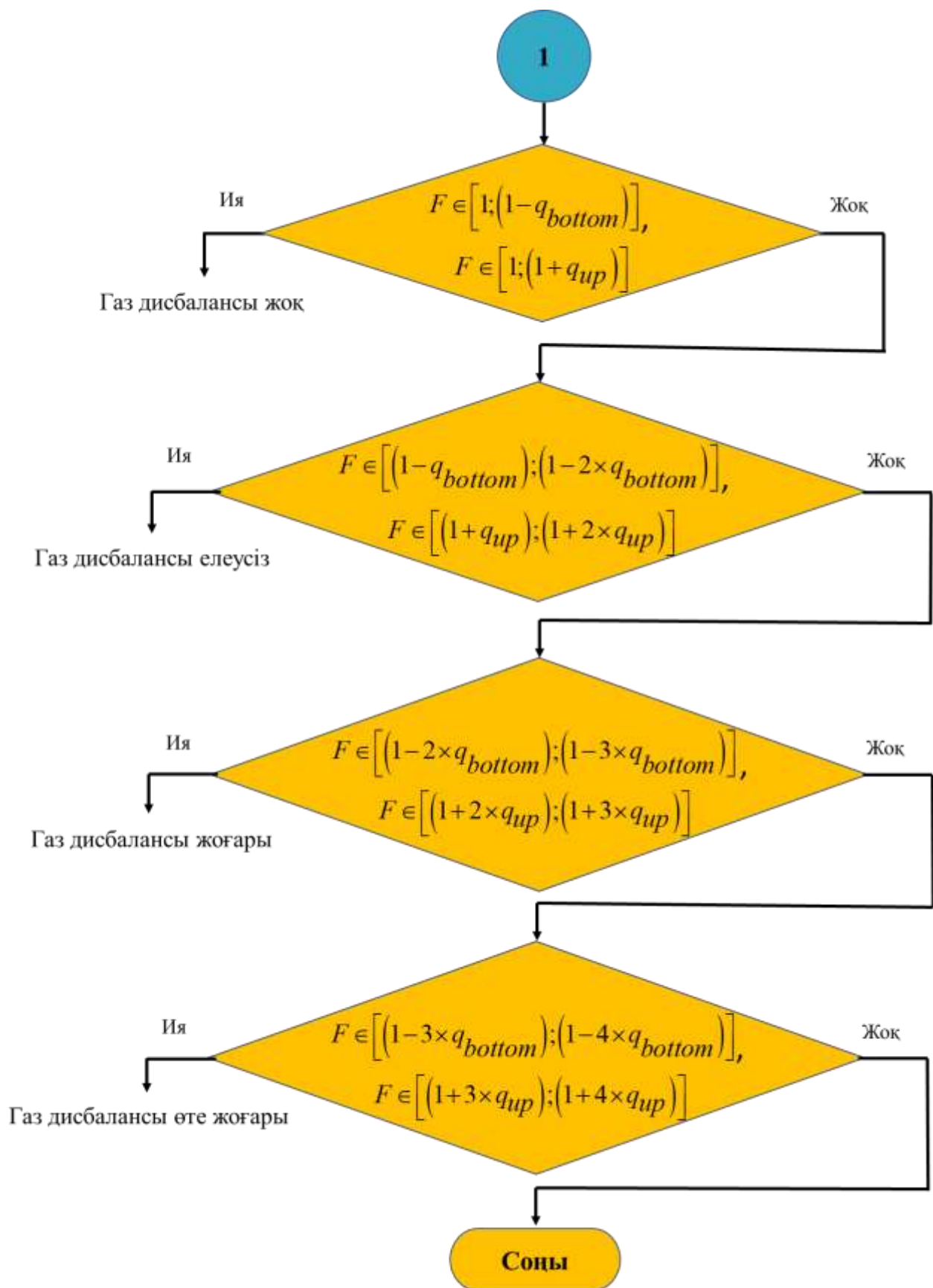
Қадам 4.10. Егер 2.5-қадамда бақыланатын учаске үшін «Газдың дисбалансы маңызды», «Газдың дисбалансы жоғары» немесе «Газдың дисбалансы тым жоғары» шешімдердің бірі қабылданған болса және 3.8-қадамда сол учаскенің барлық элементтері үшін шешім келесілердің бірі болса «Элементтің жұмыс режимі өзгерді», «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» немесе «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді», онда «Газдың дисбалансының бірнеше себебі бар» шешімін қабылдаңыз.

Қадам 5. Газдың дисбалансын анықтау және оның пайда болу себептерін жалпы учаске үшін және 3.2-қадам мен 3.3-қадам кезінде таңдалған әрбір элемент үшін нәтижелерді көрсету. Әдісті қолдануды аяқтау.

Өзірленген әдісті қолдану ГТЖ-нің магистральдық газ құбырының бақыланатын учаскесі үшін газ дисбалансының сандық және сапалық сипаттамаларын анықтауға ғана емес, сонымен қатар осы дисбаланстың екі ең көп тараған себептерінің бірін көрсетуге мүмкіндік береді.

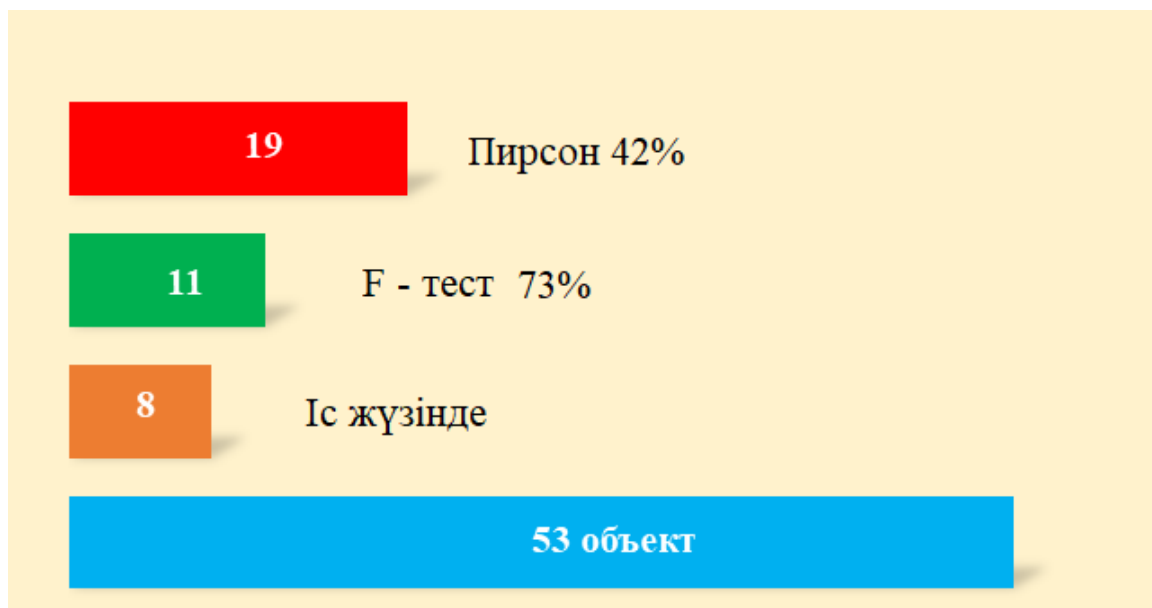
Дисбалансты анықтау алгоритмінің блок-сұлбасы 13 – суретте келтірілген.





Сурет 13 – Дисбалансты анықтау алгоритмінің блок-сұлбасы.

Дисбалансты анықтау үшін Пирсон әдісін де қолданып көрдік, бірақ бұл әдістің тиімділігі тәжірибе жүзінде F- тестке қарағанда төмендеу болды. Әдістерді салыстыру диаграммасы 14- суретте көрсетілген.



Сурет 14 - Дисбалансты анықтау әдістерінің салыстырмалы диаграммасы

3-бөлім бойынша қорытындылар

Үшінші бөлімде газдың балансын есептеудің 2 математикалық моделін қарастырылып және жаңа газ балансының моделі ұсынылды. Осы модельдің құрамдас бөліктері, яғни МГҚ-дағы газ қорының көлемі мен өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындардың модельдері де келтірілген.

МГҚ-дағы газ балансын жүргізудің мақсаты газ жеткізуші мен газ тұтынушы тараптардың арасындағы есеп айырысудағы газ көлемінің тең болуын қамтамасыз ету. Ұсынылып отырған газ балансының математикалық моделі газды есепке алуды жақсартып және баланстың теңдігінде дисбалансты уақытында анықтап, түзетуші әрекеттер жасау арқылы жетуге мүмкіндік береді.

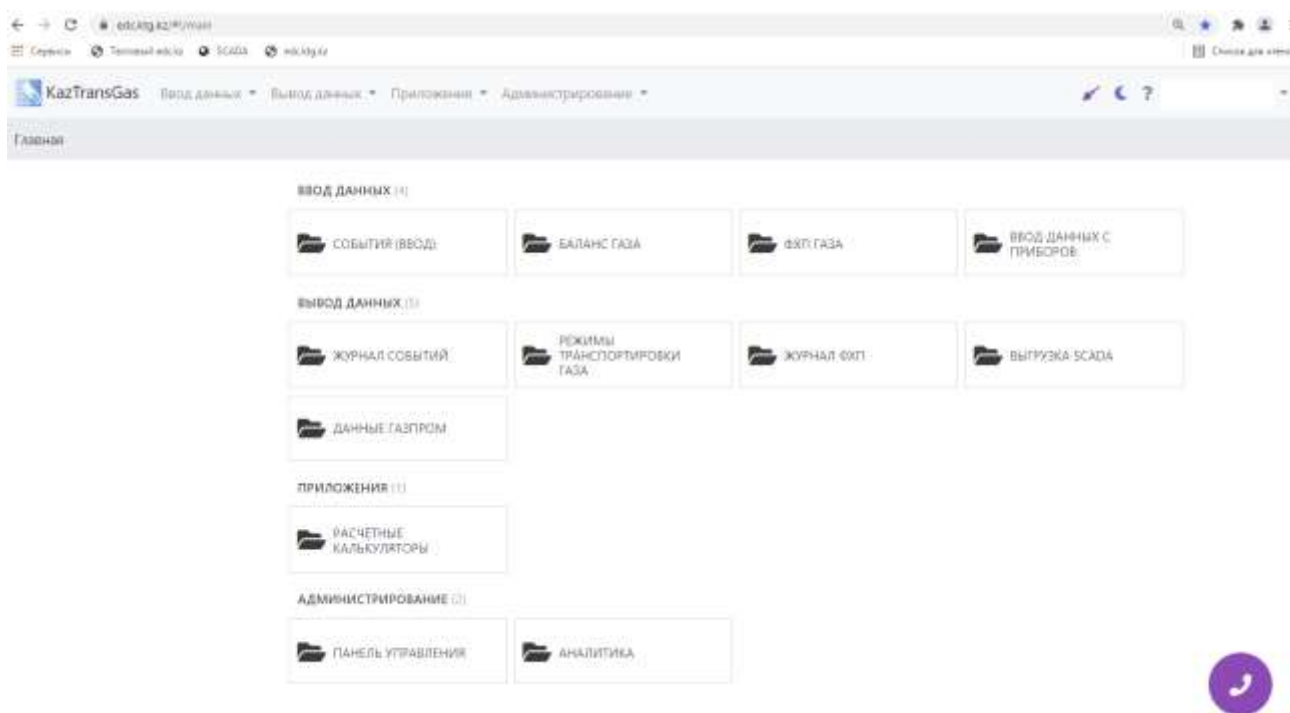
Сонымен қатар бұл бөлімде, екі жақты F-тесті (Фишер критерий) қолданып, дисбалансты анықтауға арналған әдістеме мен оның алгоритмі келтірілген.

Бұл модельдің және дисбалансты анықтау әдістемесінің адекваттылығы ҚазТрансГаз компаниясында тәжірибе жүзінде дәлелденді (Қосымша С).

4 ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАУҒА, ГАЗДЫ ЕСЕПКЕ АЛУҒА ЖӘНЕ ДИСБАЛАНСТЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ЖАСАҚТАУ

4.1 Деректерді жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйенің сипаттамасы

Деректерді жинау, газды есепке алу және дисбалансты анықтау жүйесі - бұл Қазақстандағы ГТЖ-нің басқару жүйесін біртіндеп модернизациялау нәтижелерінің бірі. ДЖГЕАЖ кезек-кезек жобаланып, іске қосылуда. Бұл ДЖГЕАЖ-де әрбір келесі тапсырма кезегін құру кезінде алдыңғы кезектердің тапсырмаларын орындау және орындау нәтижелерін ескеруге мүмкіндік береді. ДЖГЕАЖ клиенттік-серверлік архитектурасы бар жүйе ретінде жете зерттеп жасалған және енгізілген. ДЖГЕАЖ-нің клиенттік жағын құру үшін Angular веб-платформасы [71], JavaScript бағдарламалау тілі [72], Angular 2 қосымшаларын әзірлеу платформасы [73, 74] және Bootstrap 4 кітапханасы [75] пайдаланылды. ДЖГЕАЖ-нің серверлік бөлігі МББЖ PhpMyAdmin құру үшін PHP бағдарламалау тілі [76], MySQL мәліметтер базасы және веб-әкімшілік интерфейсі қолданылды [77, 78]. Қазіргі уақытта ДЖГЕАЖ пайдаланушыларға келесі функционалды міндеттер мен функцияларды автоматты түрде орындау мүмкіндігін ұсынады 15-суретте.



Сурет 15 – Автоматтандырылған жүйенің құрылымы

«Мәліметтерді енгізу» бөлімі нақты өндіріс орны үшін тікелей жауап беретін қызметкерлерге арналған. Бұл бөлім «Оқиғалар»; «Газдың физикалық-химиялық параметрлері (FCP)»; және «Газ балансы» модульдердің қамтиды.

«Деректерді енгізу» бөлімі ақпаратқа қол жеткізу иерархиясына сәйкес барлық мүдделі тараптарға (ақпаратты пайдаланушыларға) арналған және келесі функциялардан тұрады:

«Оқиғалар журналы» функциясы магистральдық газ құбыры объектілеріндегі барлық өндірістік оқиғалар туралы, соның ішінде желілік бөлімдердегі және компрессорлық станциялардағы кран түйіндерін, газ айдау агрегаттарының іске қосу және тоқтату, газ құбырлары учаскелерін ажырату және қосу туралы мәліметтерді көрсетуге мүмкіндік береді. Оқиғалар туралы деректерді енгізуді ауысым персоналы оқиғаның пайда болу объектісінен тікелей орындайды. Барлық мүдделі тараптарға іс-шаралар жүйенің жеке терезесінде көрсетіледі. Жаңа жазба қызыл түспен белгіленген. Тінтуірдің сол жақ батырмасын екі рет басу арқылы жазу қара болады (оқу белгісі). Пайдаланушы терезесінде жазбаны кім және қашан оқығандығы туралы жазба көрсетіледі. Қажет болған жағдайда, кез-келген пайдаланушы өз құзыреті шеңберінде сол немесе басқа газ құбыры объектісі үшін немесе бүкіл газ құбыры жүйесі үшін оқиғаның тарихын көре алады. Бұл функция алғашқылардың бірі болып жүзеге асырылды, өйткені бұрын «Оқиға журналы» құжаты қағаз жүзінде ГТЖ деңгейінің әрқайсысы үшін бөлек сақталып, деңгейлер арасында телефон арқылы беріліп отырды. Сонымен бірге құжат деректерін өңдеу және талдау ұзақ уақытты қажет етті [79].

«Режим парақтары» функциясы қысым, температура, газ көлемі сияқты газдың технологиялық параметрлері туралы мәліметтерді әр магистральдық газ құбыры үшін бөлек парақтар түрінде бейнелеуге мүмкіндік береді. Осы функцияның нәтижелерімен интерфейснің мысалы 16-суретте көрсетілген.

СПРАВКА о движении газа по МГ							Тренд
Наименование	Параметр	1:00	2:00	-	23:00	24:00	
Шымкент	Т, атм	24	22	-	28	23	
ЗУ «328 км»	Рвх	30,3	30,3	-	30,5	30,3	
	Рвых	30,1	30,1	-	30,1	30,1	
	Твх	24	24	-	24	24	
	Твых	24	24	-	24	24	
	Qчас	115	114	-	140	140	
ЗУ «283 км»	Рвх	25,9	25,9	-	26	26	
	Рвых	25	25	-	25,2	25,1	
	Твх	29	29	-	30	29	
	Твых	29	29	-	30	29	
	Qчас	217	215	-	215	215	

Сурет 16 – «Режим парақтары» функциясының нәтижелерімен интерфейснің мысалы

Бұл интерфейсте ақпараттың түсуіне байланысты автоматты түрде жаңартылады. Сонымен қатар бұл функция кез-келген күнге арналған мұрағаттағы деректерді көруге мүмкіндік береді.

«ГФХП» функциясы тасымалданатын газдың физикалық-химиялық құрылымы [80] туралы мәліметтерді көрсетуге мүмкіндік береді. Бұл функцияның интерфейсінң мысалы 17-суретте көрсетілген.

ЖУРНАЛ ФХП ГАЗА

Выбор подразделения

Все

Компоненты



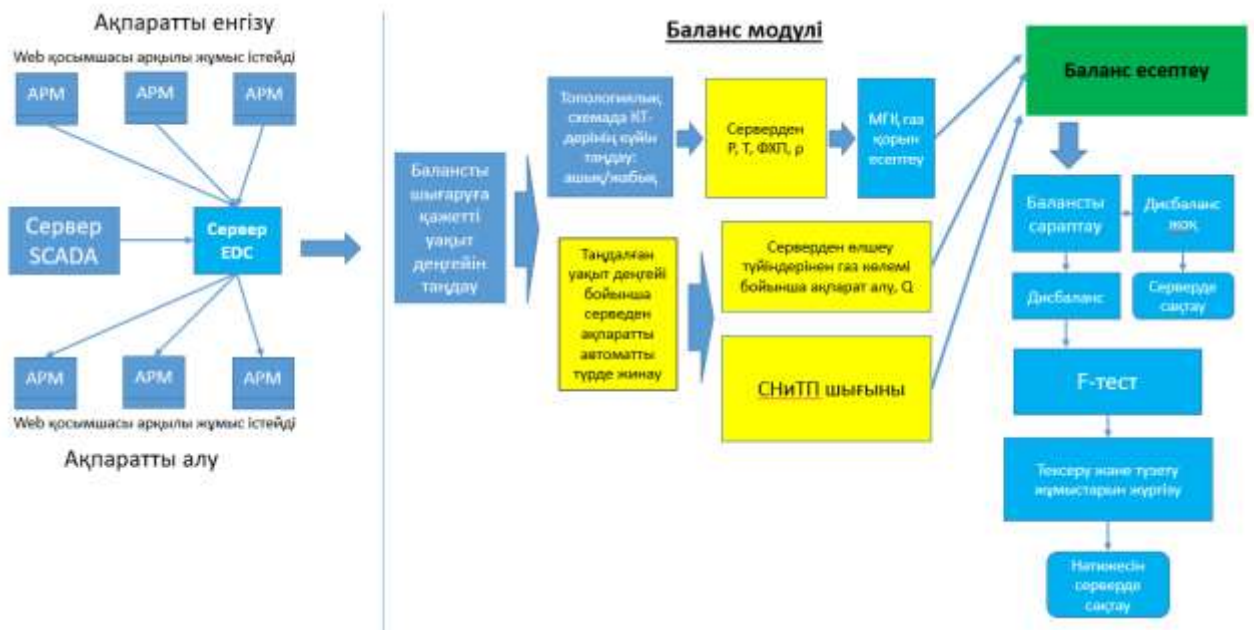
Место отбора:	Нитка	Прибор:	Исполнитель:
Дата и время отбора	:	Дата анализа:	
Наименование параметра, ед. изм.		Значение	
ТТР по влаге средняя, С		-20,5	
Ргаз, кгс/см2		34,4	
Тгаз, С		33,4	
ТТР по влаге приведения к 40 кгс/см2, С		-19,5	

Сурет 17 – «ГФХП журналы» функциясының интерфейсi

Автоматтандырылғын жүйенің осы функцияны жете зерттеп жасамастан бұрын химиялық зертханаларда алынған газды сараптаудың нәтижелері диспетчерлік қызметке орындаушылардың қолы қойылған қағаз түрінде, немесе қағаз нұсқасының сканерленген көшірмесі түрінде беріліп жүрген. Бұл функцияны енгізу деректерді өңдеу уақытын бірнеше күннен 10-15 минутқа дейін қысқартты.

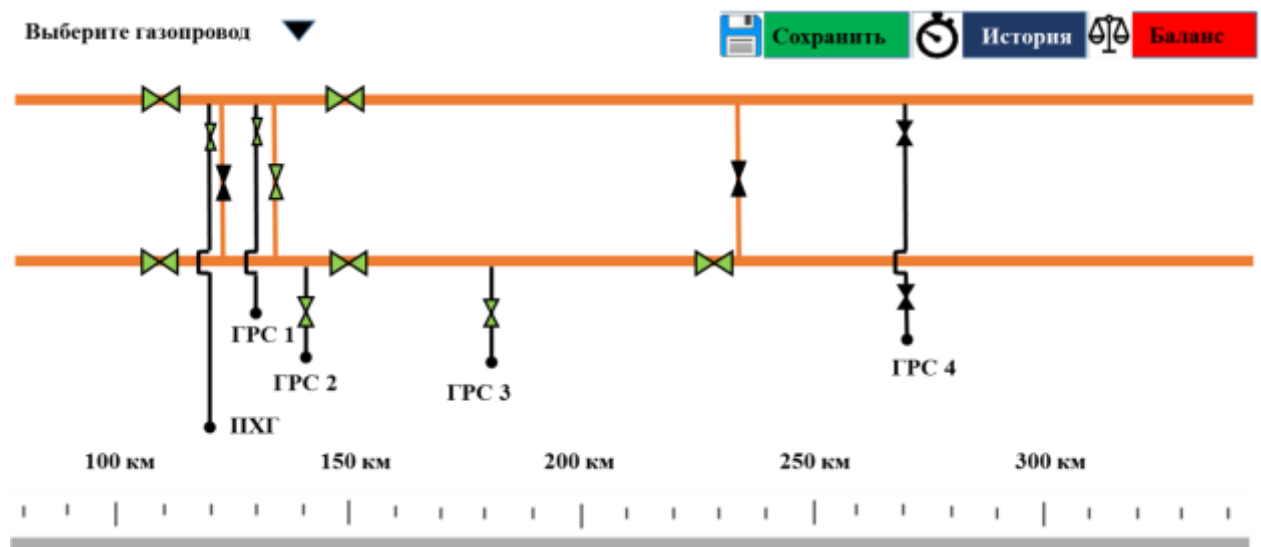
«Қосымша» деп белгіленген функционалдық тапсырмаға «Газ балансы және газды есепке алу» және «Калькуляторлар» функциялары кіреді.

«Газ балансы және газды есепке алу» функциясы деректерді жинау, газды есепке алу және дисбалансты анықтаудың автоматтандырылған жүйесінің негізгі қызметтерінің бірі болып табылады. «Газ балансы және газды есепке алу» функциясының құрылымы 18-суретте келтірілген.



Сурет 18 – «Газ балансы және газды есепке алу» функциясының құрылымы

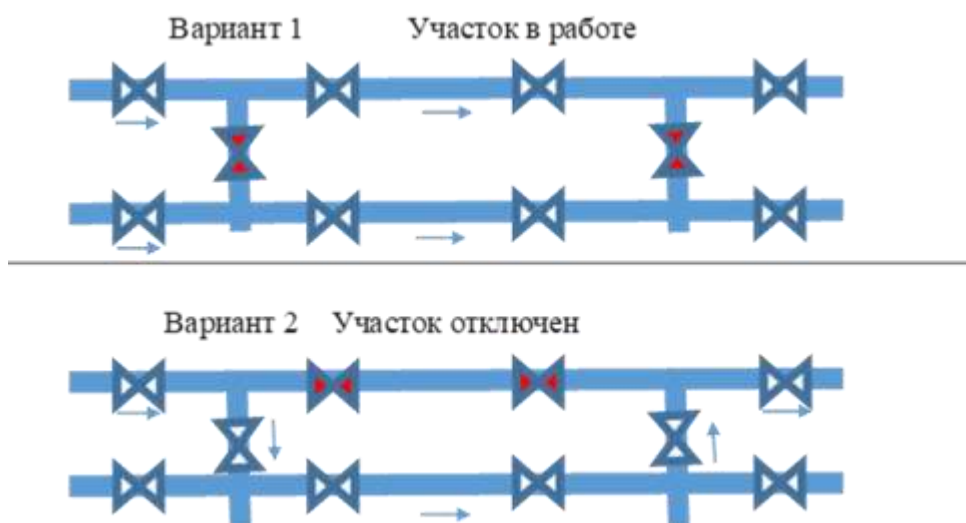
«Газ құбырының учаскесін таңдау» интерфейсінің 19-суретте көрсетілген.



Сурет 19 – «Газ балансы және газды есепке алу» функциясы интерфейсіндегі «Газ құбырының учаскесін таңдау» мысалы.

Газ құбырын есептеу кезінде учаскелер үш күйдің бірінде болуы мүмкін: 1- учаске қолданыста; 2 – учаске баллонда; 3 – учаске ажыратылған және газы шығарылған.

Өндірістің ауысым диспетчері магистральдық газ құбырының тиісті қызмет көрсету аймағындағы мнемосхемаға (20-сурет) (кран түйіндері) өзгерістер енгізеді.



Сурет 20 – Мнемосхеманың көрінісі

Бұл өзгерістер автоматты түрде мәліметтер базасында (21-сурет) сақталады және магистральдық газ құбырының іргелес учаскелері мен орталық басқарудың ауысым диспетчерлерінің мониторларында көрсетіледі.

История изменений x

Линейные краны Отводы

Поиск крана

Введите километр Введите № нитки

Газопровод	Кран	Состояние	Дата и время	Диспетчер	УМГ
МГ БГР-ТБА		открыт			Центральный
МГ БГР-ТБА		закрыт			Центральный
МГ БГР-ТБА		открыт			Центральный

Сурет 21 – Крандардың орналасуы

Бұл шешім газ тасымалдау үрдісінің барлық қатысушыларына барлық басқару деңгейлерінде онлайн режимінде сенімді ақпарат алуға мүмкіндік береді.

МГҚ учаскесіне газ беруді есептеу әдістемесі учаскенің жағдайына байланысты. 1 күйді анықтаған жағдайда, қор (запас) осы учаске жұмыс жасап тұрған жағдайда анықталады. Егер 2 күй анықталса, учаске бөлек есептеледі. Егер осы бөлім үшін 3 күй анықталған болса, онда есептеу орындалмайды.

Калькулятор функциясы - бұл газ қызметкерлерінің күнделікті жұмысында орындайтын бағалауға арналған бөлек калькуляторды қамтамасыз ететін көмекші функция. Магистральдық газ құбырларының технологиялық газ қорын және гидравликалық есебін есептеу [81] үшін интерфейстердің мысалдары сәйкесінше 22-суретте және 23-суретте көрсетілген.

Калькуляторы ▼

Технологический запас газа

Км. нач. (км.)	Км. конеч. (км.)	Внешн. диаметр (мм.)	Толщина стенки (мм.)
0	10	1020	9
Давл. нач. – Pн (кгс/см2)	Давл. конеч. – Pк (кгс/см2)	Темп. нач. – Tн (оС)	Темп. конеч. – Tк (оС)
20	20	15	15
Плотн. газа (кг/м3)			
0,74			

Участок 10км. P: 20кгс/см2, T: 15 оС

0 10

Рассчитать

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

163,35 тыс.м3

Сурет 22 – Газдың технологиялық қорын есептеу интерфейсі

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

Участок №1 + Добавить участок

Наименование участка

Участок №1

Параметр	Вариант 1
Давл. нач. – Pн(кгс/см2)	25
Давл. конечн. – Pк(кгс/см2)	15
Pн (кг/м3)	0,76
Темп. нач. – Tн(°С)	15
Темп. конечн. – Tк(°С)	12
Темп. грунта – Tгр(°С)	4
Плотн. возд. (кг/м3)	1,206
K(мм)	0,03
E	0,85
Диам. нитки (внутр.) – Di (мм)	1050
Эффективный диаметр (мм)	1000
Длина участка – li(км)	70
тыс.м3/час	788,668
млн.м3/сут	18,928
млрд.м3/год	6,909

Рассчитать ✖ Удалить участок + Добавить вариант

Сурет 23 – Магистральдық газ құбырының гидравликалық есептеу интерфейсі

«Әкімшілік» функционалды тапсырмасы АЖ-нің техникалық жағдайын бақылау үшін жасалған және «Басқару панелі» мен «Сараптау» функцияларын қамтиды. Тапсырманы пайдаланушы ретінде әкімші болып табылады. Диспетчерлік қызметтер мен орталық диспетчерлік басқарудың есептері мен базалық талдауды қалыптастыруды автоматтандыру үшін «Талдау және есептер» функционалды тапсырмасы жасалды. Осылайша, деректерді жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйенің жұмыс істейтін бөлігі қазіргі кезде жедел есепке алу мен бақылау мәселелерін шешуге бағытталған [82]. Сондықтан газдың дисбалансын және оның пайда болу себептерін анықтау әдісін жасау көбіне «Газ балансы және газды есепке алу» функциясының шығыс деректерінің қалыптасуына байланысты.

4.2 «Бұқара Газды Ауданы-Ташкент-Бішкек-Алматы» учаскесінің жұмысының нәтижелері бойынша газдың дисбалансын анықтау және оның пайда болу себебі туралы шешім қабылдау мүмкіндігін тексеру нәтижелері

Жасалған әдістемені эксперименттік тексеру «Бұқара Газды Ауданы-Ташкент-Бішкек-Алматы» учаскесінің екі күнтізбелік айдағы функцияның шығыс деректерін талдау арқылы жүргізілді. Алғашқы мәліметтер А.1-А.10-кестелерінде көрсетілген (Қосымша А).

Әзірленген әдістің берілген мәліметтерге қолданылуын қарастырайық.

Әдістің 1-қадамында бірінші күнтізбелік ай үшін келесі мәндер орнатылды: басталу күні $bd=1$ және аяқталу күні $n=31$. Бірінші күнтізбелік айда m_supply газбен жабдықтау жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндер үлгілерінің массиві А.1-А.5 кестелердегі «Газ ресурстары» бағанындағы мәндер массивімен сәйкес келді (Қосымша А). Бірінші күнтізбелік айдағы m_cons газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндер үлгілерінің жиыны А.1-А.5 кестелердегі «III Газды тарату» бағанындағы мәндер массивімен сәйкес келді (Қосымша А).

Әдістің 1-қадамында келесі күнтізбелік айға келесі мәндер орнатылды: басталу күні $bd=1$ және аяқталу күні $n=30$. Бірінші күнтізбелік айдағы m_supply газбен жабдықтау жүйесінің жұмысын сипаттайтын үлгілерінің жиыны А.6-А.10-кестелердегі «I Газ ресурстары» бағанының мәндер массивімен сәйкес келді (Қосымша А). Бірінші күнтізбелік айдағы m_cons газды тұтыну жүйесінің жұмысын сипаттайтын мәндер үлгілерінің жиыны А.6-А.10-кестелердегі «III газды тарату» бағанындағы мәндер массивімен сәйкес келді (Қосымша А). Кейінгі есептеулер үшін MS Excel 2016 функциялары қолданылды.

Бірінші күнтізбелік айдың 2-қадамында F-тестінің есептелген мәні 0,85085894 болды. $(\alpha/2)_{up}$ мәні=2.35094123. $(\alpha/2)_{bottom}$ мәні=0.425361548. q_{up} мәні=0.33773531. q_{bottom} мәні=0.14365961. $F \in (0.85634039; 0.71268077)$ шарты орындалған соң «Газ дисбалансы жоғары» шешімі қабылданды. Екінші күнтізбелік айдың 2 қадамінде F-тестінің есептелген мәні 0,927442708 болды. Мә $(\alpha/2)_{up}$ мәні=2.385967353. $(\alpha/2)_{bottom}$ мәні=0.419117218. q_{up} мәні=0.34649184.

$q_{bottom}=0.1452207$. $F \in (1; 0.8547793)$ шарты орындалған соң «Газ дисбалансы шамалы» шешімі қабылданды. 3-қадамда бірінші және екінші күнтізбелік айлардағы газбен жабдықтау мен газды тұтыну жүйесінің әрбір элементі жұмысы туралы мәліметтер салыстырылды. Газбен жабдықтау жүйесі үшін мұндай элементтер «ӨТ 1» «ӨТ 2»; «ӨТ 3» болды; «ЖАГҚ 1-ден алу»; «ЖАГҚ 2-ден алу»; «Құбырдан»; «ӨТ 4»; «ӨТ 5»; және «ӨТ 6». «ӨТ 3» элементі бұл тізімнен шығарылды, себебі элементтің екі таңдауының мәндері нөлге тең болды. Газ тұтыну жүйесі элементтеріне «ЖАГҚ 1-ге айдау»; «ЖАГҚ-2ге айдау»; «Құбырға»; «Меншікті технологиялық қажеттіліктер мен техникалық шығындар»; «ГТС 1»; «ГТС 2»; «ГТС 3 линия 1»; «ГТС 3 линия 2»; «ГТС 4»; «ГТС 5»; «ГТС 6 линия 1»; «ГТС 6 линия 2»; «ГТС 6 линия 3»; «ГТС 6 линия 4»; «ГТС 7»; «ГТС 8»; «ГТС 6 линия 4»; «ГТС 9»; «ГТС 10»; «ГТС 11»; «ГТС 12»; «ГТС 13»; «ГТС 14»; «ГТС 15»; «ГТС 16»; «ГТС 17»; «ГТС 19»; «ГТС 20»; «ГТС 21»; «ГТС 22»; «ГТС 23»; «ГТС 24»; «ГТС 25»; «ГТС 26»; «ГТС 27»; «ГТС 28»; «ГТС 29»; «ГТС 30»; «ГТС 31»; «ГТС 32»; «ГТС 33»; «ГТС 34»; «ГТС 35»; «ГТС 36»; «ГТС 37»; «ГТС 38»; «ГТС 39»; «ГТС 40» кіреді. «ЖАГҚ 1-ге айдау», «ЖАГҚ 2-ге айдау» және «ГТС линия 2» элементтері бұл тізімнен шығарылды, себебі бұл элементтердің үлгі мәндері нөлге тең болды. Газбен жабдықтау жүйесінің әрбір элементі бойынша есептеу нәтижелері Б.1-кестеде көрсетілген (Қосымша Б). Газды тұтыну жүйесінің әрбір элементі бойынша есептеу нәтижелері Б.2-кестеде көрсетілген (Қосымша Б). $(\alpha/2)_{up}$ мәні=2.37500108. $(\alpha/2)_{bottom}$ мәні=0.423381332. q_{up} мәні=0.34375027. q_{bottom} мәні=0.14415467.

4-қадамда газбен жабдықтау жүйесінің сегіз элементі үшін:

1. «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей - тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімі бес рет қабылданды.

2. «Элементтің жұмыс режимі өзгерді» шешімі екі рет қабылданды.

3. «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді» шешімі бір рет қабылданды.

Сондықтан газбен жабдықтау жүйесінің көптеген элементтерінің шешімі «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей -тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімі ретінде қарастырылуы керек.

Газды тұтыну жүйесінің қырық бес элементі үшін:

1. «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей -тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімі 26 рет қабылданды.

2. «Элементтің жұмыс режимі өзгерді» шешімі жеті рет қабылданды.

3. «Элементтің жұмыс режимі айтарлықтай өзгерді» шешімі бес рет қабылданды.

4. «Элементтің жұмыс режимі күрт өзгерді» шешімі бес рет қабылданды.

5. «Элементтің жұмыс режимі іс-жүзінде өзгеріссіз» шешімі екі рет қабылданды.

Сондықтан газды тұтыну жүйесінің көптеген элементтерінің шешімі «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей -тегжейлі талдауды қажет етеді» шешімі болуы керек.

Онда талданып отырған учаскенің элементтері үшін шешім «Элементтің жұмыс режимі теңгерілмеген. Қосымша талдау қажет».

Жалпы, берілген деректерді талдаудың әзірленген әдістемесін қолдану нәтижелері келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

а) бірінші күнтізбелік айдың мәліметтерін талдау негізінде шешім қабылданды: «Газ дисбалансы жоғары»;

ә) екінші күнтізбелік айдың мәліметтерін талдау негізінде шешім қабылданды: «Газ дисбалансы шамалы»;

б) газбен жабдықтау және тұтыну жүйелерінің элементтерінің күнтізбелік екі айдағы жұмысы туралы деректерді салыстырмалы талдау нәтижелері бойынша шешім қабылданды: «Элементтің жұмыс режимінің өзгеруі егжей - тегжейлі талдауды қажет етеді»;

в) осы шешімдердің негізінде газбен қамтамасыз ету мен тұтыну жүйелерінің басым көпшілігінің жұмыс режимінің толық өзгеруі есебінен газ дисбалансының айтарлықтай төмендеуіне қол жеткізілді деп қорытынды жасауға болады.

Бұл тұжырым А.1-10 кестеде келтірілген деректермен расталады (Қосымша А).

Эксперименттік тексеру ұқсас зерттеулердің қолданыстағы нәтижелерінен жасалған әдістің негізгі артықшылықтарын растады. Бұл артықшылықтар келесідей:

а) бұл әдістеменің сандық және сапалық жағынан күнтізбелік айлардағы газ дисбалансының өзгеру динамикасын талдау және көрсету мүмкіндігі (жекелеген айлардағы деректерді талдау нәтижелері бойынша қабылданған шешімдер тізімі түрінде);

ә) қолданыстағы модельдер мен әдістерден айырмашылығы, магистральдық газ құбырының талданатын учаскесіндегі газ дисбалансының әртүрлі себептері туралы шешім қабылдау мүмкіндігі.

Әзірленген әдістің соңғы артықшылығы оның негізінде магистральдық газ құбырының талданатын учаскесінде анықталған газдың дисбалансын жою бойынша ұсыныстар жасау үшін модельдер, әдістер мен ақпараттық технологиялар құруға және одан әрі дамытуға мүмкіндік береді.

4-бөлім бойынша қорытындылар.

Төртінші бөлімде еліміздің газ тасымалдау жүйесінің өрістік деңгейлерінен газды есепке алу үрдісіне қажетті барлық технологиялық параметрлерді жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйенің сипаттамасы келтірілген. Және «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» учаскесінің жұмысының нәтижелері бойынша газдың дисбалансын анықтау және оның пайда болу себебі туралы шешім қабылдау мүмкіндігінің тексеру нәтижелері қарастырылған.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл диссертациялық жұмыста газ тасымалдау жүйесінің өрістік деңгейінен газдың технологиялық параметрлерін жинап, газды есепке алу және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйе жасалды. Магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газдың балансын дәл есептеуге арналған математикалық модель, оның құраушы бөліктері, яғни құбырдағы газ қорының көлемінің және өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындардың математикалық модельдері жасалды.

Автоматтандырылған жүйенің «Газды есепке алу және баланс» модулінде газдың дисбалансын анықтауға арналған әдістеме жасалды. Дисбалансты анықтауға арналған әдістемеді екі жүйенің - газбен жабдықтау жүйесі мен газ тұтыну жүйесінің үйлесімі ретінде ұсынылған магистральдық газ құбырының талданатын учаскесінің жеке үлгілерінің дисперсияларын салыстыру болды. Дисперсиялардың теңдігі туралы гипотезаны тексеру үшін екі жақты F-тестін (Фишер тесті) қолдану ұсынылды. Бұл әдістеменің қолданыстағы модельдер мен басқа да әдістердің көпшілігінен айырмашылығы, әзірленген әдіс газ дисбалансының көрсеткіштерін анықтап, визуализация жасап қана қоймай, сонымен қатар осы дисбаланс себебін уақытында анықтауға мүмкіндік берді.

Автоматтандырылған жүйе ақпараттарды берудегі адам факторынан туындайтын қателіктерді жояды. Иерархиялық құрылымды сақтай отырып, газ тасымалдаушы жүйенің барлық қатысушылары деректерді бір орталықтан бірдей ақпарат көреді, бұл деректердің сәйкессіздіктерін жояды.

Қойылған міндеттердің орындалуының толықтығын бағалау.

Диссертациялық жұмыс бойынша докторанттың алдына қойылған міндеттер шешілді:

- газдың технологиялық параметрлерін жинауға, газды есепке алуға және дисбалансты анықтауға арналған автоматтандырылған жүйе жасалды;

- магистральдық газ құбырларындағы газдың балансын дәл есептейтін математикалық модель, газ қорының және өзіндік қажеттіліктер мен технологиялық шығындардың көлемін есептеуге арналған математикалық модельдер құрылды;

- автоматтандырылған жүйенің «Газды есепке алу және баланс» модулінде газдың дисбалансын анықтайтын әдістеме мен оның алгоритмдері жасақталды;

- әдістің тиімділігін Қазақстан республикасының ұлттық газ операторы «ҚазТрансГаз» АҚ-ның газ тасымалдау жүйесінде практика жүзінде нақты деректермен тексеріп дәлелденді.

Нәтижелерді нақты қолдану бойынша ұсыныстар.

Ұсынылған автоматтандырылған жүйеден алынған нәтижелерді газ тасымалдау жүйесінің келесі үрдістерінде қолдануға болады:

- калькулятор модулінде орындалған есептеулер жөндеу жұмыстарын жоспарлау кезінде немесе магистральдық газ құбырының жаңа учаскелері үшін алдын-ала жобаны есептеу кезінде қолданылады;

- алынған газ көлемдерінің есепке алу деректері елдің жекелеген аймақтарында газ тұтыну көлемінің болжамын жоспарлауда және бір жылға, жылыту қадаміне, бір айға тасымалдау жоспарын құруда пайдаланылады;

- алынған құрылымдық режимді-технологиялық және газ тасымалдау жүйесін есепке алу деректері мұрағатталған және оларды әрі қарай сараптау және зерттеу жұмыстарында оңай қолдануға болады.

Экономикалық тиімділігін бағалау. Жүргізілген зерттеулер негізінде әзірленген жүйе газ тасымалдауда тиісті нәтиже береді. Ұсынылған есептеулер алынған нәтижелердің тәжірибелік маңыздылығын көрсетеді. Газды дұрыс есепке алу магистральдық газ құбырлары арқылы тасымалданатын газды тұрақты мониторинг жасауға мүмкіндік береді. Ал газды есепке алуды үздіксіз бақылау арқылы құбырдағы газ қысымы мен газ қорының өзгеру тенденциясын көруге болады. Мұндай мониторинг ГТЖ-нің объектілерінің жұмыс режимдерін басқаруда жедел басқару шешімдерінің тиімділігін арттырады.

Газдың дисбалансын анықтауға ұсынылған әдістеме газ тасымалдау жүйесін нөлдік балансқа жеткізуге, сонымен қатар өлшеу құрылғыларындағы ауытқуларды, рұқсатсыз газ алу, газдың физико-химиялық құрамының қателігінен туындайтын ауытқуларды болдырмауға, газды тұтынудың маусымдық ауытқуларын дер кезінде анықтауға, тасымалдаушы мен тұтынушы арасындағы коммерциялық дауларды болдырмау, тасымалдаушы компанияның меншікті қажеттіліктер мен шығындарды азайту арқылы жалпы экономикалық тиімділікті арттырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Закон Республики Казахстан. О газе и газоснабжении: принят 9 января 2012 года, №532-IV, ст. 25 // <https://online.zakon.kz/Document.01.12.2021>.
- 2 Чухарева Н.В., Рудаченко А.В., Поляков В.А. Определение количественных характеристик нефти и газа в системе магистральных трубопроводов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 311 с.
- 3 Қазақстан Республикасының газ және газбен жабдықтау саласындағы ұлттық оператор «ҚазТрансГаз» компаниясы туралы жалпы мәліметтер <https://www.kaztransgas.kz/index.php/ru/o-kompanii/obshchaya>. 01.12.2021.
- 4 Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа: учеб. – М.: Недра, 1988. – 368 с.
- 5 Харитонов В.А. Строительство магистрального трубопровода нефти и газа. – М.: АСВ, 2008. – 487 с.
- 6 Коршак А.А., Шманов Н.Н., Мамонов Ф.А. и др. Магистральные трубопроводы. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. – 448 с.
- 7 «Интергаз Орталық Азия» акционерлік қоғамы туралы жалпы мәлімет // <http://www.intergas.kz/ru/obwaya-informaciya/>. 01.12.2021.
- 8 «Азиялық Газқұбыры» ЖШС туралы жалпы мәлімет // http://www.agr-com.kz/?-page_-id=4204/. 01.12.2021.
- 9 «Бейнеу-Шымкент Газ Құбыры» ЖШС туралы жалпы мәлімет // <https://bsgp.kz/kk/>. 01.12.2021.
- 10 СТ РК 34.015-2002. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. – Введ. 2004-01-01. – Астана, 2002. – 44 с.
- 11 Федотов А.В. Автоматизация управления в производственных системах. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. – 354 с.
- 12 Андреев Е.Б., Ключников А.И., Кротов А.В. и др. Автоматизация технологических процессов добычи и подготовки нефти и газа: учеб. пос. – М.: Недра, 2008. – 399 с.
- 13 Сарданашвили С.А. Расчетные методы и алгоритмы: трубопроводный транспорт газа. – М.: Нефть и газ, 2005. – 577 с.
- 14 Правила осуществления централизованного оперативно-диспетчерского управления режимами работы объектов единой системы снабжения товарным газом: утв. приказом Министра энергетики Республики Казахстан от 21 октября 2014 года, №63 // <https://adilet.zan.kz/rus>. 01.02.2022.
- 15 Aminikhanghahi S., Cook D.J. A survey of methods for time series change point detection // Knowledge and Information Systems. – 2017. – №5(2). – P. 339-367.
- 16 Прахова М.Ю., Шаловников Э.А., Краснов А.Н. и др. Системы автоматизации в газовой промышленности: учеб. пос. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 480 с.

- 17 Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. – М.: Изд-во Горячая линия Телеком, 2004. – 510 с.
- 18 Юнусов А.Р. Автоматизация и телемеханизация процесса газораспределения без применения традиционных SCADA-пакетов (опыт ОАО «Газ-сервис») // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2010. – №12. – С. 8-12.
- 19 Андреев Е.Б., Попадько В.Е. Технические средства систем управления технологическими процессами в нефтяной и газовой промышленности. – М.: РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. – 272 с.
- 20 Поляков С.И. Автоматика и автоматизация производственных процессов: учеб. пос. – Воронеж: Воронежская государ. лесотехническая академия, 2007. – 372 с.
- 21 Храменков В.Г. Автоматизация производственных процессов: учеб. – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – 343 с.
- 22 James E. /Gallagher Natural Gas Measurement Handbook – Huoston: Gulf Professional, 2006. – 425 p.
- 23 Приказ Министра энергетики Республики Казахстан. Правила устройства электроустановок: утв. 20 марта 2015 года, №230 // <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1200001355>. 01.02.2022.
- 24 Кангин В.В., Кангин М.В., Ямолдинов Д.Н. Разработка SCADA-Систем. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 564 с.
- 25 Mehta V.R., Jaganmohan Y.R. Industrial Process Automation Systems. – Ed. 1st. – Oxford, 2014. – 668 p.
- 26 Белов Д.Б., Игнатъев А.А., Соловьев С.И. Проблема погрешности измерений при коммерческом учете ресурса: на примере поставки природного газа // Методы оценки соответствия. – 2012. – №9. – С. 20-24.
- 27 Тухбатуллин Ф.Г., Семейченков Д.С. О причинах разбаланса природного газа в системе газораспределения и методах прогнозирования его величины // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2017. – №6. – С. 14-21.
- 28 Игнатъев А.А., Белов Д.Б. Оценка величины объемом поставленного и потребленного газа с использование методики расчета случайных погрешностей // Вестник ТГУ. – 2012. – Т. 17, №3. – С. 1014-1028.
- 29 Botev L., Johnson P. Applications of statistical process control in the management of unaccounted for gas // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2020. – Vol. 76. – P. 103194-1-103194-14.
- 30 Arpino F., Dell’Isola M., Ficco G. et al. Unaccounted for gas in natural gas transmission networks: Prediction model and analysis of the solutions // Journal of Natural Gas Science and Engineering. – 2014. – Vol. 17. – P. 58-70.
- 31 Саликов А.Р. Технологические потери природного газа при транспортировке по газопроводам. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. – 112 с.
- 32 Shafiq M., Nisar W.B., Savino M.M. et al. Monitoring and controlling of unaccounted for gas (UFG) in distribution networks: A case study of Sui Northern

Gas Pipelines Limited Pakistan // IFAC-PapersOnLine. – 2018. – Vol. 51, Issue 11. – P. 253-258.

33 Ряховский С.В., Паскаль Л.Г. Основные принципы создания единой системы учета газа в региональной компании поставщика газа // Территория «НЕФТЕГАЗ». – 2018. – №5. – С. 22-37.

34 Grigoriev L., Kostogryzov A., Tupysev A. Automated dispatch control; problems and details of modeling // IFAC Proceedings. – 2013. – Vol. 46, Issue 9. – P. 1123-1127.

35 Mohammadpoor M., Torabi F. Big Data analytics in oil and gas industry: An emerging trend // Petroleum. – 2018. – Vol. 6, Issue 4. – P. 321-328.

36 Васютинский В., Ткалич А. Системы коммерческого учета и сбора данных существующей газовой инфраструктуры: шаг к эффективному распоряжению ресурсами // Сфера нефтегаз. – 2010. – №3. – С. 28-30.

37 AGA Report No.4 A, Natural Gas Contract Measurement and Quality Clauses / American Gas Association. – Washington: Transmission Measurement Committee, 2009. – 75p.

38 МЕМСТ 8.611 – 2013 Газдың шығыны мен мөлшері. Ультрадыбыстық шығынды түрлендіргіштермен өлшеу әдістемесі.

39 Technical report. ISO/TR 12765:1998. Measurement of fluid flow in closed conduits - Methods using transit-time ultrasonic flowmeters.

40 ISO 17089 – 1.2010 Measurement of fluid flow in closed conduits – Ultrasonic meters for gas – Part 1: Meters for custody transfer and allocation measurement.

41 МЕМСТ 8.566 – 2011 Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Заттар мен материалдардың физикалық константалары мен қасиеттері туралы мемлекетаралық деректер жүйесі. Негізгі ережелер.

42 МЕМСТ 31369 – 2008 Табиға газ. Компоненттің құрамы бойынша жану жылуын, тығыздықты, салыстырмалы тығыздықты және ВОББЕ санын есептеу.

43 МЕМСТ 30319.1 – 96 Табиғи газ. Физикалық қасиеттерді есептеу әдістері. Табиғи газдың, оның құрамдас бөліктерінің және оны өңдеу өнімдерінің физикалық қасиеттерін анықтау.

44 МЕМСТ 17310 – 2002 Газдар. Тығыздықты анықтаудың пикнометриялық әдісі.

45 МЕМСТ 31371.7 – 2020 Табиғи газ. Газ хроматографиясы әдісі бойынша құрамын белгісіздікті бағалаумен анықтау. Компоненттердің молярлық үлесін өлшеу әдісі.

46 Yoon M.S., Warren C.B. et al. Pipeline System Automation and Control. – NY.: ASME Press, 2007. – 450 p.

47 Fukushima K. et al. Gas Pipeline Leak Detection System Using the Online Simulation Method // Computers & Chemical Engineering. – 2000. – Vol. 24. – P. 453-456.

48 Бернер Л.И., Зельдин Ю.М., Марченко С.Г. и др. Прогнозирующая модель для управления газораспределительной системой // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2018. – №3. – С. 38-42.

49 Бернер Л.И., Ковалев А.А., Киселев В.В. Управление газотранспортной сетью с использованием методов моделирования и прогнозирования // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2013. – №1. – С. 48-53.

50 Анучин М.Г., Анучин М.Г., Анфалов А.А. и др. Моделирование транспорта природного газа в режиме онлайн. Программно-вычислительный комплекс «Волна» // Нефть. Газ. Новации. – 2017. – №5(198). – С. 27-35.

51 Голубятников Е.А., Сарданашвили С.А. Проблемы моделирования on-line режимов систем газоснабжения // Территория Нефтегаз. – 2015. – №4. – С. 32-37.

52 Никаноров В.В., Марченко С.Г., Бернер Л.И. и др. Подсистема прогнозирования газопотребления // Автоматизация в промышленности. – 2017. – №4. – С. 20-21.

53 Митичкин С.К., Сарданашвили С.А., Белинский А.В. Методы решения задачи выбора рациональной схемы транспорта газа по ГТС при наличии резервов пропускной способности // Тр. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2012. – №3. – С. 85-93.

54 Васильев Г.Г., Гульков А.Н., Земенков Ю.Д. и др. Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности. – М.: Инфра-Инженерия, 2008. – 607 с.

55 Земенков Ю.Д. Эксплуатация магистральных и технологических нефтегазопроводов: объекты и режим работы. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 282 с.

56 Вольский Э.Л., Константинова И.М. Режим работы магистрального газопровода. – Л: Недра, 1970. – 168 с.

57 Магистральдық газ құбырлары бойынша газды тасымалдау кезіндегі өз қажеттіліктері мен технологиялық шығындарға газ шығысы нормаларын есептеу бойынша әдістемелік нұсқаулар / «Интергаз орталық Азия» АҚ. – Астана, 2014. – 73 б.

58 Горбунов С.С., Костандян А.В., Дубинин В.А. и др. Построение системы идентификации источников и причин небаланса газа в газотранспортной системе // Газовая промышленность. – 2019. – №2. – С. 68-76.

59 МЕМСТ Р МЭК 62264 – 3 – 2012 Кәсіпорынды басқару жүйелерін интеграциялау. Бөлім 3. Технологиялық операцияларды басқарудың моделі.

60 Лодочкин Н.И. Пути решения проблем небаланса и коммерческих потерь поставщика газа (на примере Оренбургской области): дис. ... док. техн. наук: 08.23.03. – Оренбург, 2017. – 232 с.

61 Xie Y., Wang X., Mai F. Calculation of theoretical transmission loss in trunk gas pipeline // Advances in Mechanical Engineering. – 2019. – Vol. 11, Issue 12. – P. 1-12.

62 Игнатенко А.Б. Определение причин разбаланса газа в системе «поставщик – потребитель» // Газовая промышленность. – 2015. – №6. – С. 20-22.

63 Kapustin N.O., Grushevenko D.A. A long-term outlook on Russian oil industry facing internal and external challenges // Oil & Gas Science and Technology – Revue d'IFP Energies Nouvelles. – 2019. – Vol. 74. – P. 72-1-72-11.

64 Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Оразбаева К.Н. и др. Проблемы учета и баланса газа и подходы к их решению // Вестник КазННТУ им. К. Сатбаева. – 2020. – №4(140). – С. 144-151.

65 Orazbayev B., Zinagabdenova D., Abilgazy N. et al. Development of a method for studying gas imbalance in the section of the main gas pipeline of Kazakhstan // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 6, Issue 2(108). – P. 53-65.

66 Ковалева М.А., Волошин С.Б. Анализ данных: учеб. пос. – М.: Мир науки, 2019. – 129 с.

67 Воскобойников Ю.Е., Тимошенко Е.И. Математическая статистика (с примерами в Excel): учеб. пос. – Новосибирск: НГАСУ, 2006. – 154 с.

68 Тимошенко Е.И., Воскобойников Ю.Е. Теория вероятностей: учеб. пос. – Новосибирск: НГАСУ, 2003. – 88 с.

69 Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пос. – Изд. 5-е, стер. – М.: Высш. шк., 2000. – 400 с.

70 Калинина В.Н., Панкин В.Ф. Математическая статистика. – М.: Высш. школа, 1994. – 336 с.

71 Яков Ф., Моисеев А. Angular и Typescript. – СПб.: Питер, 2018. – 464 с.

72 Крокфорд Д. Как устроен Java Script. – СПб.: Питер, 2019. – 304 с.

73 Deeleman P. Learning Angular 2 – Birmingham: Packt Publishing, 2016. – 352 p.

74 Козловский П., Дарвин П.Б. Разработка веб-приложений с использованием AngularJS. – М.: ДМК Пресс, 2014. – 394 с.

75 Морето С. Bootstrap в примерах: освоите клиентский фреймворк Bootstrap 4 и создавайте веб-сайты быстрее, чем прежде / пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 313 с.

76 Delisle M. Mastering phpMyAdmin 3.4 for Effective MySQL Management. – Birmingham: Packt Publishing, 2012. – 394 p.

77 Куликов С. Работа с MySql, MS SQL Server и Oracle в примерах. – М.: Самиздат, 2017. – 547 с.

78 Кузнецов М., Симданов И. MySQL на примерах. – СПб.: Петербург, 2007. – 592 с.

79 Оразбаев Б.Б., Зинагабденова Д.Р., Абилгазы Н.А. Программный комплекс «Автоматизированная система управления сбора данных и учета газа» // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2020. – №2(131). – С 6-16.

80 Menon E.S. Transmission Pipeline Calculations and Simulations Manual. – Waltham, MA: Gulf Professional, 2015. – 599 p.

81 Волков М.М., Михеев А.Л., Конев К.А. Справочник работника газовой промышленности. – М.: Недра, 1989. – 144 с.

82 Оразбаев Б.Б., Зинағабденова Д.Р., Оразбаева К.Н. және т.б. Газды тарату және есепке алу үрдістерінің басқару жүйелерін талдау, оларды жетілдіру тәсілдері // Семей қаласының Шәкәрім атындағы мемлекеттік университетінің хабаршысы. – 2020. – №4(92). – С. 125-131.

ҚОСЫМША А

Шығыс деректері

Кесте А.1 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша бірінші күнтізбелік айдың (1-ден 7-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі
Ай күндері	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Газ ресурстары барлығы:	24298,027	24602,649	22834,053	24229,507	25615,295	25813,021	25589,188
ӨТ 1	17449,944	18888,539	17178,186	16363,187	16349,230	16162,578	15523,025
ӨТ 2	495,010	0,000	2074,246	4487,049	5914,512	6119,116	6732,130
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	2309,560	2258,619	2268,884	2080,784	2064,657	2240,558	2053,805
2 ЖАГҚ-нан алу	288,707	290,176	271,184	255,665	243,121	247,278	236,162
Құбырдан	2712,134	2123,225	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
К/о ӨТ 4	1042,672	1042,090	1041,553	1042,822	1043,775	1043,491	1044,066
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	12866,375	11998,266	8474,117	8946,382	12089,890	13050,786	12723,838
ӨТ 5	6024,145	4758,317	1898,363	679,492	4912,456	5743,920	4760,120
ӨТ 6	6842,230	7239,949	6575,754	8266,890	7177,434	7306,866	7963,718
III. Газды тарату	24282,778	24071,352	22210,975	23620,659	25147,072	25380,275	25143,263
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	0,000		1508,602	2236,616	1022,922	688,797	1266,746
Мен.тех. қаж. мен шығындыр	60,855	49,119	55,725	70,164	76,972	81,539	93,231
Газды тұтыну	11355,548	12023,967	12172,531	12367,497	11957,288	11559,153	11059,448
ГТС-1	588,517	643,741	661,036	668,539	638,587	501,463	503,650
ГТС-2	1419,593	1442,633	1457,942	1522,082	1473,883	1450,178	1399,680
ГТС-3 линия 1	1911,944	1990,171	1963,830	1943,639	1943,659	1967,802	1924,253
ГТС-3 линия 2	109,431	117,325	118,909	123,265	116,588	107,121	87,153

А.1-кестенің жалғасы							
1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-4	213,140	233,727	242,675	248,189	234,094	212,690	204,765
ГТС-5	1640,584	1648,124	1610,549	1647,983	1552,952	1461,700	1339,263
ГТС-6 линия 1	1216,582	1321,950	1294,214	1242,232	1184,771	1181,417	1141,896
ГТС-6 линия 2	781,444	766,027	885,767	1019,550	1001,843	1020,162	998,436
ГТС-6 линия 3	200,610	208,089	205,623	201,541	190,262	187,393	172,674
ГТС-6 линия 4	95,533	88,040	90,795	81,707	82,347	91,831	85,259
ГТС-7	244,240	258,718	266,504	268,932	268,300	248,401	238,787
ГТС-8	120,224	130,952	138,783	144,149	144,108	133,096	130,417
ГТС-9	20,374	21,764	23,016	23,792	22,920	20,986	19,750
ГТС-10	119,482	137,682	145,966	149,369	144,614	131,059	124,490
ГТС-11	106,814	113,642	118,963	118,513	118,685	111,187	103,008
ГТС-12	118,090	129,821	134,693	137,517	130,426	123,655	119,997
ГТС-13	10,760	11,595	12,146	12,367	11,519	10,573	10,034
ГТС-14	25,385	26,969	28,432	28,934	28,690	26,111	25,170
ГТС-15	14,379	15,174	16,037	15,805	14,941	14,083	13,704
ГТС-16	46,760	50,312	50,730	52,013	51,451	47,917	44,331
ГТС-17	55,900	60,600	63,600	66,500	60,600	58,400	54,400
ГТС-18	12,044	12,244	12,749	13,122	13,084	12,219	12,539
ГТС-19	15,957	16,601	16,060	15,441	15,154	14,620	13,288
ГТС-20	453,911	489,079	497,673	495,740	458,513	443,068	407,717
ГТС-21	10,350	10,141	10,563	10,598	9,097	10,101	10,201
ГТС-22	200,646	196,447	235,212	241,524	224,519	209,013	195,558
ГТС-23	25,947	26,853	28,492	28,108	26,256	24,297	23,219
ГТС-24	75,296	76,232	73,347	71,015	69,987	68,586	64,235
ГТС-25	61,669	64,966	62,339	59,800	59,380	56,911	51,969
ГТС-26	30,415	32,578	29,065	27,492	30,213	27,661	23,119
ГТС-27	19,323	19,939	17,035	18,881	18,010	17,770	16,529
ГТС-28	60,464	66,962	65,955	66,134	62,551	60,515	56,007
ГТС-29	20,512	20,547	20,472	20,281	19,990	20,332	19,355
ГТС-30	226,948	258,516	280,461	280,763	275,535	60,869	284,890
ГТС-31	14,340	15,672	17,123	18,526	20,399	19,662	18,991
ГТС-32	63,037	62,044	61,244	58,782	57,866	57,077	53,779
ГТС-33	280,139	281,516	276,639	274,317	265,874	263,642	247,792
ГТС-34	114,393	112,912	110,668	113,252	110,217	104,759	98,904
ГТС-35	24,751	24,953	25,422	25,709	24,136	22,351	21,595
ГТС-36	217,383	222,020	217,740	223,990	219,783	200,143	187,552
ГТС-37	76,850	78,337	79,428	82,527	79,272	72,751	68,936
ГТС-38	126,197	133,469	130,535	135,339	129,707	121,024	114,997
ГТС-39	60,304	279,194	276,452	277,011	263,286	476,935	243,617
ГТС-40	104,886	105,689	97,647	92,527	89,219	87,622	83,542
IV. газдың балансы	-15,249	-531,297	-623,078	-608,848	-468,223	-432,746	-445,925

Кесте А.2 – «Бўқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша бірінші күнтізбелік айдың (8-ден 14-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі
Ай күндері	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Газ ресурстары барлығы:	26001,201	26459,912	23205,640	25240,643	26291,055	26371,300	25416,809
ӨТ 1	15811,110	15074,710	12994,693	13696,505	15744,278	17873,588	16806,931
ӨТ 2	6666,469	7368,400	6994,137	6029,677	6264,995	5151,416	5136,610
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	2172,034	2108,109	1951,327	2036,452	1939,397	1778,490	1869,276
2 ЖАГҚ-нан алу	230,620	227,712	220,763	187,017	189,388	182,530	179,989
Құбырдан	77,168	639,591	0,000	2248,695	1109,780	341,409	379,553
К/о ӨТ 4	1043,800	1041,390	1044,720	1042,297	1043,217	1043,867	1044,450
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	14887,427	14286,986	10328,677	12350,927	13741,649	13336,394	13073,995
ӨТ 5	6787,739	6276,940	542,966	4393,920	6196,018	5943,162	5816,364
ӨТ 6	8099,688	8010,046	9785,711	7957,007	7545,631	7393,232	7257,631
III. Газды тарату	25765,191	25910,715	22751,208	24373,341	25769,874	25873,583	24805,302
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
I. газ ресурстары барлығы:	26001,201	26459,912	23205,640	25240,643	26291,055	26371,300	25416,809
ӨТ 1	15811,110	15074,710	12994,693	13696,505	15744,278	17873,588	16806,931
ӨТ 2	6666,469	7368,400	6994,137	6029,677	6264,995	5151,416	5136,610
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	2172,034	2108,109	1951,327	2036,452	1939,397	1778,490	1869,276
2 ЖАГҚ-нан алу	230,620	227,712	220,763	187,017	189,388	182,530	179,989
Құбырдан	77,168	639,591	0,000	2248,695	1109,780	341,409	379,553
К/о ӨТ 4	1043,800	1041,390	1044,720	1042,297	1043,217	1043,867	1044,450
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	14887,427	14286,986	10328,677	12350,927	13741,649	13336,394	13073,995
ӨТ 5	6787,739	6276,940	542,966	4393,920	6196,018	5943,162	5816,364
ӨТ 6	8099,688	8010,046	9785,711	7957,007	7545,631	7393,232	7257,631

А.2-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
III. Газды тарату	25765,191	25910,715	22751,208	24373,341	25769,874	25873,583	24805,302
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	0,000	0,000	404,620	0,000	0,000	0,000	0,000
Мен.тех. қаж мен шығындыр	93,104	89,355	101,739	77,561	67,577	66,093	65,633
Газды тұтыну	10784,660	11534,374	11916,172	11944,853	11960,648	12471,096	11665,674
ГТС-1	500,516	599,478	643,097	566,870	549,585	579,464	531,130
ГТС-2	1386,912	1468,648	1460,297	1466,981	1398,457	1428,613	1409,367
ГТС-3 линия 1	1918,400	1924,512	1921,177	1844,660	1853,832	1920,768	1876,752
ГТС-3 линия 2	79,882	90,187	91,548	89,119	85,517	88,569	83,092
ГТС-4	197,189	233,263	238,986	224,352	215,907	224,480	214,219
ГТС-5	1278,791	1405,716	1550,492	1687,545	1744,300	1808,299	1680,890
ГТС-6 линия 1	1094,398	1180,765	1219,125	1245,876	1196,430	1332,120	1161,610
ГТС-6 линия 2	987,573	976,008	931,620	949,683	1042,968	1044,183	1029,219
ГТС-6 линия 3	164,119	181,586	198,521	206,669	224,582	255,487	231,486
ГТС-6 линия 4	85,217	90,482	87,993	79,490	77,950	90,753	89,590
ГТС-7	228,807	262,525	267,025	259,745	258,436	263,681	244,630
ГТС-8	127,234	129,250	140,106	141,306	135,717	133,250	123,300
ГТС-9	19,384	22,595	22,539	21,491	20,866	21,964	21,157
ГТС-10	121,243	141,644	143,005	131,891	129,190	133,406	124,547
ГТС-11	99,928	117,410	116,234	109,300	110,114	113,398	105,058
ГТС-12	115,927	127,313	129,296	121,089	120,410	116,962	116,555
ГТС-13	9,867	11,637	11,912	11,015	10,717	11,285	10,626
ГТС-14	24,322	28,079	27,885	25,920	25,908	27,756	25,522
ГТС-15	13,382	15,173	15,488	14,593	14,889	14,927	14,124
ГТС-16	44,213	49,351	51,392	48,837	49,167	50,774	47,946
ГТС-17	50,900	62,600	62,500	58,900	55,300	61,100	56,900
ГТС-18	12,127	12,607	12,874	12,256	11,590	12,422	11,687
ГТС-19	12,544	14,679	15,902	16,624	16,391	18,044	16,261
ГТС-20	393,255	433,726	464,851	490,401	479,846	490,968	434,926
ГТС-21	6,826	5,435	5,589	5,850	5,805	5,790	5,770
ГТС-22	186,989	208,486	216,237	221,343	214,240	216,742	200,134

А.2-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-23	23,057	26,604	27,922	28,123	28,683	28,855	27,670
ГТС-24	62,672	70,875	73,063	74,243	76,485	79,161	72,934
ГТС-25	50,256	56,880	62,016	64,643	64,509	69,006	63,416
ГТС-26	23,168	29,298	29,482	28,394	28,257	34,192	30,082
ГТС-27	15,701	17,413	19,252	20,458	20,096	21,430	19,650
ГТС-28	55,137	60,019	64,115	67,894	66,527	68,625	64,302
ГТС-29	18,248	19,418	20,531	20,329	18,218	22,625	20,919
ГТС-30	284,071	247,771	270,446	272,987	274,386	280,965	183,017
ГТС-31	18,419	15,442	16,072	16,287	16,546	20,038	16,184
ГТС-32	46,645	52,969	54,936	58,391	60,593	64,166	61,304
ГТС-33	239,858	264,585	276,630	285,384	289,396	304,580	285,203
ГТС-34	96,370	108,674	117,853	116,394	120,522	126,494	117,500
ГТС-35	20,642	24,255	34,422	23,531	24,254	24,784	23,104
ГТС-36	180,125	206,404	221,252	218,021	226,672	238,318	224,444
ГТС-37	67,138	75,215	79,848	81,552	82,739	85,422	80,946
ГТС-38	108,452	122,212	133,339	132,882	133,471	137,978	131,059
ГТС-39	233,938	252,690	271,873	284,489	280,697	293,751	278,381
ГТС-40	80,818	90,495	97,429	99,045	100,483	105,501	99,061
IV. Газдың балансы	-236,010	-549,197	-454,432	-867,302	-521,181	-497,717	-611,507

Кесте А.3 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша бірінші күнтізбелік айдың (15-нен 21-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі
Ай күндері	15	16	17	18	19	20	21
1	2	3	4	5	6	7	8
I. газ ресурстары барлығы :	26507,155	25969,842	25470,196	25562,010	25104,551	24236,282	23834,124
ӨТ 1	17355,058	16358,092	15242,208	15661,000	15474,022	15100,777	14502,752
ӨТ 2	5968,027	6347,070	6964,357	6687,863	6453,804	6018,135	5914,394
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1966,746	2048,994	2056,514	2007,742	1979,948	1925,756	1894,921
2 ЖАГҚ-нан алу	173,827	171,849	164,482	162,585	155,037	148,955	143,521
Құбырдан	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	335,917
К/о ӨТ 4	1043,497	1043,837	1042,635	1042,820	1041,740	1042,659	1042,619
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	13644,552	14155,777	14154,914	14292,878	14477,684	14182,653	13980,891

А.3-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ӨТ 5	6185,951	6487,288	6624,116	6744,092	6778,747	6604,318	6646,141
ӨТ 6	7458,601	7668,489	7530,798	7548,786	7698,937	7578,335	7334,750
ІІІ. газды тарату	26240,433	25705,559	24607,877	24845,948	24422,733	23637,890	23234,576
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	1251,339	1106,709	342,271	282,979	161,695	250,018	0,000
Мен.тех.қаж мен шығындыр	73,939	83,558	85,621	89,309	90,150	91,371	88,172
Газды тұтыну	11270,603	10359,515	10025,071	10180,782	9693,204	9113,848	9165,513
ГТС-1	561,735	484,282	513,710	537,236	559,446	565,582	535,133
ГТС-2	1404,588	1378,907	1364,618	1370,148	1370,117	1310,610	1300,602
ГТС-3 линия 1	1871,879	1677,017	1687,917	1826,891	1781,325	1773,814	1729,740
ГТС-3 линия 2	110,241	101,553	107,174	112,868	112,203	105,212	102,625
ГТС-4	210,786	190,744	201,383	210,504	207,917	205,242	199,159
ГТС-5	1545,031	1315,259	1038,988	1020,598	900,736	622,343	679,316
ГТС-6 линия 1	1108,344	1052,131	1191,594	1264,441	1159,572	1208,495	1222,233
ГТС-6 линия 2	980,273	908,190	790,088	742,948	699,542	593,535	593,878
ГТС-6 линия 3	201,958	187,816	171,620	178,796	157,228	133,820	143,856
ГТС-6 линия 4	66,564	79,671	81,294	84,592	87,912	85,115	90,236
ГТС-7	228,281	228,280	215,674	221,131	239,086	222,937	212,666
ГТС-8	120,091	115,494	113,339	114,192	116,287	124,850	108,011
ГТС-9	20,916	19,176	19,200	20,000	35,299	34,873	33,919
ГРС-10	120,971	112,826	115,418	125,382	125,305	119,752	115,562
ГТС-11	99,604	93,778	97,011	104,027	105,213	99,056	93,601
ГТС-12	111,244	105,793	105,492	105,573	103,496	104,871	101,393
ГТС-13	10,243	9,030	9,768	10,394	10,511	10,183	9,745
ГТС-14	24,415	23,218	23,802	25,470	25,692	24,867	23,729
ГТС-15	13,254	12,315	12,713	13,179	13,158	13,006	12,446
ГТС-16	44,222	41,139	44,517	39,272	44,192	42,995	37,531
ГТС-17	56,800	51,000	54,400	55,400	53,100	56,100	53,600
ГТС-18	11,405	11,041	10,138	13,132	11,733	12,321	11,246
ГТС-19	14,529	12,924	11,631	12,382	10,059	8,690	10,510
ГТС-20	393,316	363,907	338,253	342,178	313,416	272,919	283,358
ГТС-21	5,847	5,816	5,868	5,811	5,813	5,804	5,762
ГТС-22	197,423	179,593	177,870	178,844	168,308	170,464	164,212
ГТС-23	25,036	22,259	21,689	21,699	16,470	14,666	18,727

А.3-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-24	66,542	61,050	56,000	57,915	49,990	44,342	53,674
ГТС-25	57,403	50,953	46,705	48,575	42,149	36,612	41,478
ГТС-26	26,528	23,302	24,138	24,378	20,822	19,660	19,804
ГТС-27	17,689	16,013	14,524	15,877	13,497	11,451	12,771
ГТС-28	57,263	55,386	52,022	52,533	48,732	43,031	43,761
ГТС-29	19,810	15,832	16,368	16,398	15,897	14,515	15,468
ГТС-30	254,844	285,212	285,113	252,090	226,170	244,711	215,558
ГТС-31	15,514	14,112	13,967	14,578	13,450	13,589	13,584
ГТС-32	55,962	46,092	57,242	49,366	37,845	33,887	47,042
ГТС-33	259,081	229,826	204,118	211,334	179,873	155,194	178,886
ГТС-34	105,468	92,800	86,938	85,173	74,813	67,626	77,516
ГТС-35	21,218	17,980	17,372	15,946	13,286	12,471	14,650
ГТС-36	208,021	171,349	153,253	133,469	115,882	107,976	134,042
ГТС-37	74,785	63,468	56,573	50,050	44,289	40,680	49,409
ГТС-38	118,688	98,321	92,552	81,274	71,090	68,592	82,575
ГТС-39	263,591	255,159	247,112	240,813	230,176	204,286	211,758
ГТС-40	89,200	79,501	75,905	73,925	62,107	53,103	60,741
IV. Газдың балансы	-266,722	-264,283	-862,319	-716,062	-681,818	-598,392	-599,548

Кесте А.4 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша бірінші күнтізбелік айдың (22-ден 28-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі
Ай күндері	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Газ ресурстары барлығы:	22926,133	22088,498	21846,042	20954,627	22757,284	20430,924	19978,712
ӨТ 1	14493,194	14451,613	13178,753	12858,326	12688,931	12067,036	11863,809
ӨТ 2	5437,215	4619,045	4375,160	4592,370	5077,393	5047,773	5408,114
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1817,776	1702,391	1703,171	1715,193	1586,986	1484,619	1560,986
2 ЖАГҚ-нан алу	133,985	126,285	128,367	127,404	177,425	122,319	100,514
Құбырдан	0,000	145,344	1418,251	616,350	2183,213	665,694	0,000
К/о ӨТ 4	1043,963	1043,820	1042,340	1044,984	1043,336	1043,483	1045,289
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	14029,257	14050,919	13652,230	12806,233	12875,342	11836,717	11769,373
ӨТ 5	6510,304	6625,071	6541,580	6626,119	6565,243	5371,922	5794,403

А.4-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ӨТ 6	7518,953	7425,848	7110,650	6180,114	6310,099	6464,795	5974,970
III. ГАЗЛЫ ТАРАТУ	22417,687	21687,270	21594,908	21027,802	22399,674	20222,938	19426,865
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	304,808	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1108,084
Мен.тех.қаж мен шығындыр	90,977	91,000	79,541	74,180	60,658	57,396	64,057
Газды тұтыну	7992,645	7545,351	7863,137	8147,389	9463,674	8328,825	6485,351
ГТС-1	400,566	311,122	342,222	366,344	398,881	384,670	286,355
ГТС-2	1207,193	1119,910	1106,318	1122,447	1188,945	1149,825	993,923
ГТС-3 линия 1	1721,775	1733,122	1726,818	1725,190	1779,615	1734,284	1712,676
ГТС-3 линия 2	87,377	79,953	74,338	60,652	72,234	66,891	50,087
ГТС-4	156,334	130,758	136,044	143,017	162,779	149,824	104,231
ГТС-5	576,193	565,782	785,204	814,408	1126,641	1005,575	360,314
ГТС-6 линия 1	929,562	887,427	830,486	917,093	1089,566	1030,200	1027,742
ГТС-6 линия 2	558,075	550,748	530,572	532,516	564,573	75,324	0,000
ГТС-6 линия 3	109,370	104,994	119,283	130,159	178,175	149,539	97,793
ГТС-6 линия 4	71,683	72,901	79,134	79,135	83,572	87,205	75,169
ГТС-7	189,992	160,624	158,944	149,335	188,818	175,660	131,529
ГТС-8	98,629	91,629	99,567	104,454	108,280	106,552	95,090
ГТС-9	30,301	24,655	22,022	24,602	25,660	27,456	21,405
ГТС-10	92,812	75,707	75,972	79,738	95,393	88,599	57,109
ГТС-11	81,824	71,763	71,545	65,029	83,871	76,203	55,419
ГТС-12	78,877	84,387	85,508	88,235	96,439	89,636	73,459
ГТС-13	6,831	5,592	5,748	6,187	7,295	6,367	4,092
ГТС-14	21,558	19,593	19,174	17,979	21,408	20,471	15,330
ГТС-15	10,638	9,742	9,380	9,664	11,349	9,628	7,579
ГТС-16	35,586	30,900	27,858	25,454	35,298	35,326	23,637
ГТС-17	41,400	34,800	35,700	34,900	43,700	41,500	30,900
ГТС-18	10,365	8,895	8,689	8,732	9,454	8,950	6,706
ГТС-19	7,579	6,424	7,265	8,800	22,056	10,155	4,849
ГТС-20	225,021	222,243	241,568	256,759	345,980	294,358	188,566
ГТС-21	5,708	5,711	5,471	5,472	5,539	5,558	5,454
ГТС-22	133,710	118,422	124,235	124,875	147,312	141,915	98,403
ГТС-23	15,150	14,522	18,455	19,786	21,585	18,423	14,472
ГТС-24	41,378	37,794	38,655	41,597	57,028	46,966	30,172

А.4-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-25	31,990	29,745	31,722	39,210	88,357	43,111	22,929
ГТС-26	15,388	14,616	15,960	16,739	22,307	17,574	13,434
ГТС-27	10,040	9,349	10,536	11,173	15,366	12,831	7,967
ГТС-28	34,177	33,064	34,936	36,829	49,784	41,030	28,347
ГТС-29	12,569	11,050	11,918	11,710	15,473	14,851	9,589
ГТС-30	276,213	244,597	275,677	280,804	281,948	277,991	265,922
ГТС-31	11,480	10,322	10,457	11,278	13,780	14,297	9,668
ГТС-32	33,261	38,503	39,620	43,347	54,215	37,013	30,629
ГТС-33	143,782	131,582	140,430	153,584	208,893	176,463	109,940
ГТС-34	61,311	55,617	61,472	68,237	89,903	74,249	49,607
ГТС-35	10,492	9,220	10,986	13,214	17,577	15,517	8,916
ГТС-36	91,026	83,842	107,226	135,912	175,777	151,353	87,948
ГТС-37	33,381	31,504	39,205	48,832	61,555	54,194	31,972
ГТС-38	57,251	53,115	62,805	81,100	102,034	90,407	52,749
ГТС-39	174,874	164,788	175,129	179,018	236,310	211,221	145,100
ГТС-40	49,923	44,317	48,883	53,843	58,949	59,663	38,173
IV. Газдың балансы	-508,446	-401,228	-251,134	73,175	-357,610	-207,986	-551,847

Кесте А.5 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша бірінші күнтізбелік айдың (29-ден 31-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма	За месяц
Ай күндері	29	30	31	
1	2	3	4	5
I. Газ ресурстары барлығы:	19116,610	16512,459	10046,194	725309,943
ӨТ 1	11495,255	8702,922	2011,431	449421,683
ӨТ 2	4929,616	5095,833	4169,327	162539,263
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1561,232	1589,405	1467,126	59201,458
2 ЖАГҚ-нан алу	84,449	83,116	105,887	5560,319
Құбырдан	0,000	0,000	1250,623	16246,947
К/о өТ 4	1046,058	1041,183	1041,800	32340,273
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	11576,612	7275,883	4339,801	385257,425
ӨТ 5	5564,862	671,384	0,000	161075,463
ӨТ 6	6011,750	6604,499	4339,801	224181,962
III. Газды тарату	18852,464	16285,920	10099,919	711816,054
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	1019,408	2391,691	0,000	15347,305
Мен.тех.қаж мен шығындыр	70,671	91,819	74,214	2405,303
Газды тұтыну	6185,773	6526,527	5685,904	308806,021
ГТС-1	267,373	302,049	251,558	15243,937

А.5-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5
ГТС-2	957,603	938,961	916,466	40386,447
ГТС-3 линия 1	1663,946	1628,334	1463,232	56142,974
ГТС-3 линия 2	46,325	70,774	82,749	2830,962
ГТС-4	88,023	100,918	105,887	5841,226
ГТС-5	510,521	629,762	504,605	36058,464
ГТС-6 линия 1	791,022	800,374	662,575	34186,243
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000	21554,745
ГТС-6 линия 3	92,226	103,727	85,208	5174,210
ГТС-6 линия 4	76,710	88,648	71,517	2578,045
ГТС-7	125,438	146,925	112,791	6686,842
ГТС-8	85,567	85,519	84,046	3643,489
ГТС-9	15,867	12,129	16,688	706,766
ГТС-10	50,066	59,024	50,389	3437,613
ГТС-11	51,035	63,408	51,399	2926,040
ГТС-12	71,731	75,755	68,244	3291,884
ГТС-13	3,190	3,820	3,402	278,451
ГТС-14	13,970	16,294	13,787	725,840
ГТС-15	7,111	7,707	6,553	386,121
ГТС-16	22,006	27,294	21,120	1263,541
ГТС-17	24,100	28,800	24,100	1548,500
ГТС-18	5,515	6,618	5,447	333,951
ГТС-19	4,644	4,967	4,674	379,704
ГТС-20	178,719	206,425	169,428	11070,088
ГТС-21	5,449	5,361	5,378	207,938
ГТС-22	92,711	110,565	85,756	5381,708
ГТС-23	13,089	13,709	12,975	676,798
ГТС-24	29,152	31,930	29,500	1781,816
ГТС-25	22,187	24,380	21,661	1526,927
ГТС-26	14,046	13,356	10,261	715,729
ГТС-27	7,762	8,433	7,541	464,307
ГТС-28	27,515	30,424	23,323	1577,364
ГТС-29	8,608	11,233	8,813	511,879
ГТС-30	278,954	280,800	200,503	7908,732
ГТС-31	9,705	12,317	10,062	455,861
ГТС-32	31,427	34,941	31,464	1514,689
ГТС-33	102,167	121,224	102,170	6644,102
ГТС-34	46,067	50,152	44,073	2759,934
ГТС-35	8,452	8,814	7,756	567,776
ГТС-36	79,352	82,843	70,657	5093,775
ГТС-37	30,093	31,009	26,436	1858,396
ГТС-38	50,234	54,004	46,497	3053,949
ГТС-39	139,633	154,840	132,421	7138,847
ГТС-40	36,462	37,960	32,792	2289,411
IV. Газдың балансы	-264,146	-226,539	53,725	-13493,889

Кесте А.6 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша екінші күнтізбелік айдың (1-ден 7-не дейін) шығыс деректері.

Апта күндері	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма
Ай күндері	1	2	3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
I. газдың ресурстары барлығы:	8795,571	15023,349	18244,427	16778,277	16170,674	15216,183	15017,250
ӨТ 1	2011,431	7577,645	11563,230	9788,395	9051,232	9949,160	9101,522
ӨТ 2	4169,327	4718,250	4348,298	3423,540	1266,777	3071,141	3747,459
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1467,126	1206,174	1403,387	1379,357	1246,267	1267,183	1245,230
2 ЖАГҚ-нан алу	105,887	94,938	91,545	94,154	92,795	90,471	85,114
Құбырдан	0,000	590,776	0,000	1255,903	3678,193	0,000	0,000
К/о ӨТ 4	1041,800	835,566	837,967	836,928	835,410	838,228	837,925
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	6075,667	6697,015	7477,402	8584,457	7655,496	7365,811	7172,856
ӨТ 5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ӨТ 6	6075,667	6697,015	7477,402	8584,457	7655,496	7365,811	7172,856
III. Газды тарату	13256,585	15281,136	15708,897	17537,751	19461,994	14897,665	14136,073
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	1250,623	590,776	0,000	1255,903	3678,193	0,000	0,000
Мен.тех. қаж мен шығындыр	74,214	78,930	95,342	90,099	69,009	66,789	67,726
Газды тұтыну	5856,081	7914,415	8136,153	7607,291	8059,296	7465,066	6895,492
ГТС-1	251,558	420,296	462,111	415,271	414,226	420,010	382,086
ГТС-2	916,466	1119,660	1112,762	1137,300	1215,091	1206,139	1133,938
ГТС-3 линия 1	1463,232	1185,102	1217,219	1226,471	1261,702	1259,177	1256,329
ГТС-3 линия 2	82,749	113,203	125,121	114,354	118,355	73,805	75,580
ГТС-4	105,887	171,732	181,424	153,916	170,512	165,525	147,431
ГТС-5	504,605	1146,346	1155,905	925,832	1150,620	1004,144	864,017
ГТС-6 линия 1	662,575	887,041	1007,107	964,186	962,303	848,101	772,871
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

А.6-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-6 линия 3	85,208	164,783	170,666	140,256	168,905	139,802	122,964
ГТС-6 линия 4	71,517	77,042	86,783	84,047	74,127	63,939	66,880
ГТС-7	199,892	224,497	209,418	220,022	212,231	177,479	154,287
ГТС-8	97,606	108,904	107,937	105,944	112,766	99,752	95,819
ГТС-9	36,121	29,612	31,340	27,534	29,735	28,975	24,953
ГТС-10	101,943	108,431	94,743	101,543	96,932	85,945	73,667
ГТС-11	86,368	91,998	85,425	91,974	86,868	76,601	66,560
ГТС-12	94,201	94,119	89,889	103,826	95,482	84,633	76,173
ГТС-13	6,648	7,028	6,788	7,150	7,188	6,029	5,126
ГТС-14	22,303	23,263	22,410	23,807	22,537	20,913	18,974
ГТС-15	6,553	11,004	10,629	9,638	12,035	10,772	9,672
ГТС-16	21,120	33,704	38,682	36,913	38,399	38,689	31,112
ГТС-17	24,100	46,800	48,950	46,000	46,300	47,300	41,400
ГТС-18	5,447	9,578	9,380	9,171	10,024	8,888	8,302
ГТС-19	4,674	11,358	11,619	9,721	10,257	8,288	7,681
ГТС-20	169,428	328,020	345,923	281,554	328,755	274,536	249,267
ГТС-21	5,378	5,562	5,683	5,569	5,634	5,626	5,521
ГТС-22	85,756	146,547	156,798	129,501	159,831	144,010	131,152
ГТС-23	12,975	21,527	21,662	19,583	20,578	17,832	14,106
ГТС-24	29,500	57,589	59,344	49,126	48,712	44,638	41,087
ГТС-25	21,661	44,168	48,198	41,142	41,609	35,634	34,369
ГТС-26	10,261	22,936	23,966	19,108	19,791	20,661	17,504
ГТС-27	7,541	14,604	15,613	13,096	14,595	12,326	10,358
ГТС-28	23,323	45,064	49,758	39,678	49,126	38,754	34,911
ГТС-29	8,813	14,093	15,923	13,405	15,716	13,734	12,561
ГТС-30	221,203	306,492	230,811	267,455	313,470	312,863	305,296
ГТС-31	10,062	14,254	15,288	13,883	15,956	14,818	14,285
ГТС-32	10,488	18,284	19,041	16,456	15,538	14,668	13,916
ГТС-33	102,170	237,588	257,266	221,363	214,651	198,021	182,599
ГТС-34	44,073	84,684	93,273	81,380	76,592	70,736	63,713
ГТС-35	7,756	15,944	18,314	15,506	13,379	12,640	11,364
ГТС-36	70,657	159,882	165,388	152,921	138,102	125,410	106,387
ГТС-37	26,436	57,680	60,488	54,662	46,705	45,292	36,988
ГТС-38	46,497	91,912	97,895	88,433	79,479	71,548	64,310
ГТС-39	59,866	87,230	92,088	79,228	77,868	72,407	68,226
ГТС-40	31,464	54,853	57,124	49,367	46,614	44,005	41,749
IV. Газдың балансы	4461,014	257,787	-2535,530	759,474	3291,320	-318,518	-881,177

Кесте А.7 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша екінші күнтізбелік айдың (8-ден 14-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма
Ай күндері	8	9	10	11	12	13	14
1	2	3	4	5	6	7	8
I. газдың ресурстары барлығы:	14166,524	14478,235	11179,101	8798,041	11247,108	11999,831	10674,738
ӨТ 1	8566,723	7446,936	4588,813	2221,737	7649,617	8356,669	6857,807
ӨТ 2	3423,805	4904,825	4503,754	1579,719	1478,554	1587,396	1676,682
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1254,502	1215,465	1164,122	1222,166	1202,255	1145,809	1230,292
2 ЖАГҚ-нан алу	85,658	75,757	86,231	74,290	81,838	70,903	70,903
Құбырдан	0,000	0,000	0,000	2861,433	0,000	0,000	0,000
К/о ӨТ 4	835,836	835,252	836,181	838,696	834,844	839,054	839,054
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	7095,244	6635,701	5796,286	3624,289	4424,435	5107,665	5107,665
ӨТ 5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ӨТ 6	7095,244	6635,701	5796,286	3624,289	4424,435	5107,665	5107,665
III. Газды тарату	13248,630	12054,728	10773,646	11536,822	9194,113	10605,331	9552,040
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	0,000	0,000	0,000	2861,433	0,000	0,000	0,000
Мен.тех. қаж мен шығындыр	68,319	79,087	86,026	261,221	70,531	81,898	84,555
Газды тұтыну	6085,067	5339,940	4891,334	4789,879	4699,147	5415,768	4359,820
ГТС-1	328,092	277,921	238,785	100,702	123,019	150,129	150,129
ГТС-2	1026,757	949,801	829,857	808,494	624,335	677,483	677,483
ГТС-3 линия 1	1225,340	1215,280	1224,929	1260,194	1006,997	997,986	997,986
ГТС-3 линия 2	65,349	46,507	63,208	82,659	96,142	62,809	62,809
ГТС-4	124,252	101,305	70,129	82,622	85,843	95,113	95,113
ГТС-5	685,973	510,733	398,608	389,622	451,267	715,397	537,377
ГТС-6 линия 1	688,604	640,945	602,271	608,467	696,628	835,302	485,162

А.7-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ГТС-6 линия 3	102,972	84,324	73,031	73,375	87,001	126,247	75,927
ГТС-6 линия 4	68,944	67,754	66,349	74,054	77,063	88,343	80,068
ГТС-7	131,444	85,984	96,802	88,479	115,969	115,969	62,354
ГТС-8	85,935	73,121	61,839	25,622	33,158	33,158	29,441
ГТС-9	21,072	16,347	13,991	14,777	16,500	16,500	7,736
ГТС-10	59,334	39,036	47,294	42,852	50,255	50,255	28,004
ГТС-11	56,877	44,180	47,299	40,365	49,918	49,918	31,850
ГТС-12	68,694	59,911	63,055	67,172	70,640	70,640	44,139
ГТС-13	3,845	2,202	2,937	2,733	3,357	3,357	1,861
ГТС-14	15,070	11,441	11,679	11,970	14,005	14,005	8,483
ГТС-15	8,178	7,156	5,970	6,643	7,106	7,304	7,304
ГТС-16	27,975	23,994	18,503	20,693	17,557	27,033	27,033
ГТС-17	34,300	28,500	21,400	23,600	25,200	29,000	29,000
ГТС-18	7,268	5,991	4,225	4,901	3,799	5,393	5,393
ГТС-19	6,110	5,093	4,161	4,493	5,000	7,144	4,088
ГТС-20	199,982	168,710	141,380	145,753	175,897	243,983	152,003
ГТС-21	5,538	5,405	5,442	5,481	5,537	5,543	5,430
ГТС-22	104,643	83,090	70,282	71,896	82,835	105,417	68,410
ГТС-23	11,899	10,109	9,356	8,793	9,957	10,025	7,976
ГТС-24	34,868	29,959	25,182	26,438	30,182	38,209	23,482
ГТС-25	27,745	22,311	17,614	19,339	20,605	29,511	18,416
ГТС-26	12,981	12,392	13,017	11,395	10,994	15,120	10,817
ГТС-27	8,578	6,872	6,405	6,775	7,299	10,188	5,737
ГТС-28	29,011	23,802	22,611	22,730	28,507	35,268	21,199
ГТС-29	10,525	8,479	7,751	7,631	9,349	12,099	8,447
ГТС-30	294,452	247,757	273,435	299,256	300,834	309,261	279,550
ГТС-31	12,589	9,879	9,218	10,777	10,098	9,024	6,760
ГТС-32	10,795	9,569	6,948	8,439	9,412	11,160	8,550
ГТС-33	152,907	131,087	99,370	104,332	110,370	147,480	93,828
ГТС-34	53,850	44,329	36,521	36,406	37,529	45,850	34,155
ГТС-35	9,706	7,842	6,587	5,856	6,357	6,492	5,481
ГТС-36	90,125	73,313	59,738	48,198	53,632	55,689	47,224
ГТС-37	33,357	27,147	22,188	18,397	20,123	20,879	17,132
ГТС-38	53,038	44,897	35,577	30,794	33,638	35,869	28,189
ГТС-39	53,706	46,756	35,544	41,387	46,997	56,738	42,646
ГТС-40	32,386	28,708	20,845	25,317	28,236	33,479	25,649
IV. Газдың балансы	-917,89	-2423,50	-405,45	2738,78	-2052,99	-1394,50	-1122,69

Кесте А.8 – «Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық құбырының учаскесі бойынша екінші күнтізбелік айдың (15-ден 21-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма
Ай күндері	15	16	17	18	19	20	21
1	2	3	4	5	6	7	8
I. газдың ресурстары барлығы:	7159,535	7762,571	12904,951	8340,295	7086,645	4326,322	6642,872
ӨТ 1	2514,468	3125,578	6568,939	280,546	0,000	0,000	0,000
ӨТ 2	410,376	1387,370	4411,080	4501,710	4334,396	2655,865	4915,183
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	1131,624	1057,606	1086,802	1077,238	943,430	834,009	865,300
2 ЖАГҚ-нан алу	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырдан	2260,918	1351,964	0,000	1641,753	972,200	0,000	24,765
К/о ӨТ 4	842,149	840,053	838,130	839,048	836,619	836,448	837,624
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	3447,146	2764,482	4260,784	4062,469	3161,385	0,000	3118,164
ӨТ 5	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2886,453
ӨТ 6	3447,146	2764,482	4260,784	4062,469	3161,385	0,000	231,711
III. Газды тарату	9592,608	8636,862	9052,906	9716,426	7641,818	3407,056	6563,202
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	2260,918	1351,964	0,000	1641,753	972,200	0,000	24,765
Мен.тех. қаж мен шығындыр	68,177	58,967	82,446	70,416	63,893	68,853	69,493
Газды тұтыну	3816,367	4461,449	4709,676	3941,788	3444,340	3338,203	3350,780
ГТС-1	109,002	144,656	188,464	145,005	93,063	78,866	95,700
ГТС-2	515,098	606,195	702,493	610,646	503,162	477,159	484,469
ГТС-3 линия 1	1110,325	1131,470	1126,232	1098,469	1134,122	1102,047	989,714
ГТС-3 линия 2	50,770	50,766	62,544	46,651	46,709	41,885	40,903
ГТС-4	55,003	80,377	101,760	79,776	45,976	34,990	35,571
ГТС-5	408,230	563,358	623,943	530,268	243,418	327,418	377,700
ГТС-6 линия 1	416,327	463,425	437,216	288,715	454,429	329,813	357,068

А.8-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ГТС-6 линия 3	56,857	78,720	76,347	57,596	47,754	42,862	47,440
ГТС-6 линия 4	88,601	83,587	73,649	73,538	74,860	70,299	74,481
ГТС-7	76,419	107,916	65,257	46,195	37,714	49,749	43,325
ГТС-8	32,769	41,941	40,052	62,079	38,660	18,860	21,370
ГТС-9	12,763	17,937	12,894	6,707	5,042	6,472	6,505
ГТС-10	48,769	66,765	42,831	25,676	22,189	19,289	21,796
ГТС-11	42,688	61,386	33,203	25,919	19,801	26,479	24,146
ГТС-12	58,156	70,105	52,748	38,711	31,230	36,393	35,815
ГТС-13	3,575	4,407	2,756	1,445	1,359	1,266	1,288
ГТС-14	11,778	16,575	9,988	6,948	6,134	7,237	6,549
ГТС-15	3,905	5,499	7,098	4,564	2,483	2,573	2,869
ГТС-16	13,599	14,072	23,705	14,563	10,693	8,700	10,663
ГТС-17	14,800	22,400	31,600	23,600	14,500	11,800	11,600
ГТС-18	3,117	4,122	4,147	2,616	2,251	1,678	1,816
ГТС-19	3,164	3,934	4,251	2,489	2,114	2,124	2,150
ГТС-20	111,465	161,460	177,723	120,089	100,159	89,123	98,663
ГТС-21	4,965	5,527	5,562	5,460	5,562	5,386	5,214
ГТС-22	47,906	67,526	86,457	56,472	39,663	32,252	35,288
ГТС-23	7,523	9,135	8,241	7,143	6,966	7,167	12,547
ГТС-24	16,922	19,854	23,166	14,661	12,139	12,563	13,890
ГТС-25	13,848	15,356	17,517	10,810	7,912	8,391	8,113
ГТС-26	8,555	8,701	9,152	7,371	5,406	5,422	5,329
ГТС-27	3,729	5,195	5,291	3,692	2,906	2,803	3,010
ГТС-28	15,063	22,216	23,921	15,235	12,619	12,103	11,622
ГТС-29	5,714	7,076	8,487	6,077	4,367	4,813	3,564
ГТС-30	196,837	203,028	277,982	253,116	215,962	266,056	265,090
ГТС-31	6,229	8,746	11,623	8,612	6,755	5,975	6,473
ГТС-32	6,901	8,295	9,788	7,412	6,016	6,383	7,211
ГТС-33	69,522	82,791	87,369	65,235	53,127	53,035	48,249
ГТС-34	26,487	31,808	35,932	25,889	20,273	19,888	20,577
ГТС-35	4,747	5,570	6,468	4,815	3,860	3,700	3,447
ГТС-36	41,584	48,764	59,652	42,902	28,363	29,525	29,300
ГТС-37	14,552	18,095	19,931	14,267	10,311	10,302	10,002
ГТС-38	24,085	27,549	35,233	22,393	17,832	15,863	16,212
ГТС-39	33,317	40,257	47,639	35,725	28,431	30,345	32,408
ГТС-40	20,702	24,886	29,364	22,236	18,048	19,149	21,633
IV. Газдың балансы	2433,073	874,291	-3852,045	1376,131	555,173	-919,266	-79,670

Кесте А.9 – «Бўқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша екінші күнтізбелік айдың (22-ден 28-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сенбі	Жексенбі	Дүйсенбі	Сейсенбі	Сәрсенбі	Бейсенбі	Жұма
Ай күндері	22	23	24	25	26	27	28
1	2	3	4	5	6	7	8
I. газдың ресурстары барлығы:	8460,308	7432,145	9711,236	8760,726	9528,227	8779,155	12080,599
ӨТ 1	1508,078	761,501	2835,551	1823,156	2931,849	984,607	4624,930
ӨТ 2	4929,547	5551,445	6035,972	6032,677	5760,615	6013,486	6178,947
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	669,309	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-нан алу	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырдан	514,922	282,078	0,000	71,467	0,000	942,717	438,931
К/о ӨТ 4	838,452	837,121	839,713	833,426	835,763	838,345	837,791
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	4899,383	4158,478	5205,399	5440,473	5256,753	5343,890	7918,491
ӨТ 5	4535,480	3789,852	4829,390	5074,178	5014,765	4932,535	4806,951
ӨТ 6	363,903	368,626	376,009	366,295	241,988	411,355	3111,540
III. Газды тарату	8762,970	7595,910	8197,683	8454,462	8221,213	9832,503	12351,840
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Құбырға	514,922	282,078	0,000	71,467	0,000	942,717	438,931
Мен.тех. қаж мен шығындыр	66,210	60,304	72,844	74,414	82,219	77,671	75,410
Газды тұтыну	3282,455	3095,050	2919,440	2868,109	2882,241	3468,225	3919,008
ГТС-1	134,104	37,873	62,325	55,882	64,865	95,158	143,632
ГТС-2	482,336	463,253	423,844	388,127	394,500	456,645	570,132
ГТС-3 линия 1	953,815	974,124	1028,064	1057,024	1051,882	996,665	856,368
ГТС-3 линия 2	38,503	43,848	19,155	16,749	30,191	43,356	56,000
ГТС-4	40,114	33,549	29,657	24,077	23,687	49,712	47,626
ГТС-5	340,143	363,385	373,942	349,215	298,997	234,033	556,844
ГТС-6 линия 1	355,835	334,443	272,243	268,542	302,370	494,362	379,303

А.9-кестенің жалғасы

1	2	3	4	5	6	7	8
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ГТС-6 линия 3	46,455	44,746	38,236	36,333	37,596	62,253	72,258
ГТС-6 линия 4	75,131	74,965	69,855	71,109	65,730	67,061	68,545
ГТС-7	37,106	31,916	27,916	23,537	38,288	69,348	68,340
ГТС-8	44,090	62,244	65,030	65,779	50,636	23,714	34,243
ГТС-9	5,771	5,411	4,582	4,084	8,464	14,274	15,765
ГТС-10	19,146	14,546	12,685	13,063	23,769	37,880	45,253
ГТС-11	21,182	16,714	14,087	12,323	24,311	38,259	40,258
ГТС-12	32,796	29,485	26,565	23,470	44,335	59,170	56,470
ГТС-13	1,240	2,058	2,124	1,962	3,474	3,600	7,102
ГТС-14	5,596	5,033	4,262	4,452	6,941	12,409	13,617
ГТС-15	3,254	2,609	2,663	1,702	1,663	3,689	6,499
ГТС-16	11,155	8,886	8,346	6,312	6,564	7,362	19,480
ГТС-17	11,700	10,200	8,900	8,200	8,100	14,400	23,600
ГТС-18	1,833	1,521	1,346	1,214	0,995	2,061	2,613
ГТС-19	2,415	2,264	1,838	1,694	1,759	2,708	3,460
ГТС-20	102,466	97,019	79,669	77,187	73,056	124,345	156,475
ГТС-21	5,167	5,240	5,207	5,166	4,917	5,345	5,438
ГТС-22	33,482	34,061	29,217	27,371	25,622	42,074	59,950
ГТС-23	2,936	2,950	2,708	2,568	2,718	4,058	4,768
ГТС-24	13,655	13,692	11,619	10,938	10,642	18,109	20,877
ГТС-25	9,343	8,653	6,593	5,981	5,810	9,837	11,984
ГТС-26	5,405	5,331	4,481	4,347	4,618	5,761	7,547
ГТС-27	3,022	2,750	2,461	2,300	2,394	3,747	4,488
ГТС-28	11,137	11,534	8,713	8,773	9,561	15,591	17,491
ГТС-29	4,070	4,086	3,894	1,335	2,764	5,318	6,755
ГТС-30	224,498	147,852	100,459	133,520	96,731	179,365	260,075
ГТС-31	6,365	5,289	5,174	4,010	4,576	6,663	9,989
ГТС-32	6,907	6,075	4,673	4,572	4,398	7,070	6,990
ГТС-33	56,902	59,951	54,203	49,510	48,689	81,947	93,329
ГТС-34	21,053	18,620	17,232	15,951	16,528	26,032	27,339
ГТС-35	3,381	3,498	3,005	0,752	0,328	4,516	4,623
ГТС-36	29,831	30,761	24,945	23,898	24,968	44,668	40,365
ГТС-37	10,454	10,987	8,530	8,268	8,287	14,488	13,873
ГТС-38	16,239	17,014	12,384	13,470	12,970	26,361	23,559
ГТС-39	31,699	28,387	22,587	19,624	20,355	33,599	34,715
ГТС-40	20,722	18,226	14,020	13,717	13,193	21,211	20,970
IV. Газдың балансы	302,662	163,765	-1513,553	-306,264	-1307,01	1053,348	271,241

Кесте А.10 – Бұқара Газды Ауданы – Ташкент-Бішкек-Алматы» магистральдық газ құбырының учаскесі бойынша екінші күнтізбелік айдың (29-ден 31-не дейін) шығыс деректері

Апта күндері	Сенбі	Жексенбі	За месяц
Ай күндері	29	30	
1	2	3	4
I. Газ ресурстары барлығы :	12655,780	11742,267	331162,943
ӨТ 1	5854,465	4549,772	143094,357
ӨТ 2	5963,693	6352,902	119334,791
ӨТ 3	0,000	0,000	0,000
1 ЖАГҚ-нан алу	0,000	0,000	25314,653
2 ЖАГҚ-нан алу	0,000	0,000	1200,484
Құбырдан	0,000	0,000	16888,020
К/о ӨТ 4	837,622	839,593	25330,638
II. МГҚ бөлімдерінен транзит	7910,444	7767,197	163534,927
ӨТ 5	4942,334	4813,483	45625,421
ӨТ 6	2968,110	2953,714	117909,506
III. Газды тарату	12235,849	11403,802	328912,520
1 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000
2 ЖАГҚ-на айдау	0,000	0,000	0,000
Құбырға	0,000	0,000	18138,643
Мен.тех.қаж мен шығындыр	76,602	76,852	2418,516
Газды тұтыну	4248,803	3559,753	144820,434
ГТС-1	142,148	114,391	5839,469
ГТС-2	610,594	551,809	21676,028
ГТС-3 линия 1	836,469	818,829	33063,563
ГТС-3 линия 2	55,000	35,851	1861,531
ГТС-4	53,069	16,030	2501,778
ГТС-5	675,514	548,161	17255,015
ГТС-6 линия 1	457,876	324,874	16598,404
ГТС-6 линия 2	0,000	0,000	0,000
ГТС-6 линия 3	94,012	66,643	2521,569
ГТС-6 линия 4	63,069	59,182	2200,572
ГТС-7	58,054	58,054	2933,961
ГТС-8	31,183	31,183	1734,835
ГТС-9	10,396	10,396	462,656
ГТС-10	38,960	38,960	1471,811
ГТС-11	38,176	38,176	1383,309
ГТС-12	52,962	52,962	1783,947
ГТС-13	5,330	5,330	114,565
ГТС-14	12,396	12,396	383,171
ГТС-15	7,333	4,730	183,097
ГТС-16	16,935	15,312	597,754

А.10-кестенің жалғасы

1	2	3	4
ГТС-17	25,400	18,200	750,850
ГТС-18	3,582	3,068	135,740
ГТС-19	3,972	3,344	143,367
ГТС-20	196,097	135,511	5105,698
ГТС-21	5,424	5,344	162,273
ГТС-22	81,530	51,045	2290,084
ГТС-23	5,760	4,576	288,142
ГТС-24	22,763	19,753	793,559
ГТС-25	17,984	13,373	593,827
ГТС-26	10,057	7,458	325,884
ГТС-27	5,916	4,280	197,971
ГТС-28	20,113	16,652	696,086
ГТС-29	8,790	7,111	242,747
ГТС-30	292,369	206,537	7281,612
ГТС-31	10,410	7,858	281,638
ГТС-32	6,657	6,272	278,886
ГТС-33	98,629	83,714	3339,234
ГТС-34	30,642	27,842	1185,184
ГТС-35	4,814	4,593	205,341
ГТС-36	42,071	40,351	1928,614
ГТС-37	15,337	14,463	689,621
ГТС-38	25,621	24,127	1132,988
ГТС-39	35,418	32,198	1367,394
ГТС-40	19,971	18,815	836,659
IV. Газдың балансы	-419,931	-338,465	-2250,422

ҚОСЫМША Б

Есептеулер нәтижелері

Кесте Б.1 – Газбен жабдықтау жүйесінің элементтері үшін әзірленген әдістеменің 3 қадамында орындалған есептеулер нәтижелері

Элемент	F-тест	Шешім қабылдау
ӨТ 1	0.568047211	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ӨТ 2	0.870594906	Элемент жұмысы өзгерді
1-ЖАГҚ алу	3.2284E-05	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
2-ЖАГҚ алу	0.121921073	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
Құбырдан	0.38605013	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ӨТ 4	1.57806E-37	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ӨТ 5	0.752973757	Элемент жұмысы өзгерді
ӨТ 6	7.11449E-08	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді

Кесте Б.2 – Газды тұтыну жүйесінің элементтері үшін әзірленген әдістеменің 3 қадамында орындалған есептеулердің нәтижелері

Элемент	F-тест	Шешім қабылдау
1	2	3
Құбырға	0.091287824	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
Мен.тех.қажет. мен шығын	1.17622E-06	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-1	0.792143276	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-2	0.026261353	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-3 линия 1	0.362894997	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-3 линия 2	0.071009815	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-4	0.700268562	Элемент жұмысы айтарлықтай өзгерді
ГТС-5	0.006402783	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-6 линия 1	0.107889567	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-6 линия 3	0.592610963	Элемент жұмысы айтарлықтай өзгерді
ГТС-6 линия 4	0.706681277	Элемент жұмысы айтарлықтай өзгерді
ГТС-7	0.121138528	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-8	0.005895375	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-9	0.001940739	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-10	0.924788625	Жұмыс режимі іс жүзінде өзгерген жоқ
ГТС-11	0.441383921	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ГТС-12	0.540478415	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ГТС-13	0.087969421	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-14	0.06802006	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-15	0.669538184	Элемент жұмысы айтарлықтай өзгерді
ГТС-16	0.737115903	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-17	0.791536829	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-18	0.233557905	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-19	0.021624214	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-20	0.084635897	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-21	3.0833E-22	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді

1	2	3
ГТС-22	0.707949884	Элемент жұмысы айтарлықтай өзгерді
ГТС-23	0.718851431	Элемент жұмысы өзгерді ”
ГТС-24	0.484793417	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ГТС-25	0.157157467	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-26	0.500741786	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ГТС-27	0.776281892	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-28	0.421590746	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-29	0.826465038	Жұмыс режимі іс жүзінде өзгерген жоқ
ГТС-30	0.077569716	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-31	0.591818274	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-32	4.42943E-07	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-33	0.764122478	Элемент жұмысы өзгерді
ГТС-34	0.461670046	Элементтің жұмысы күрт өзгерді
ГТС-35	0.025790453	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-36	0.171855831	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-37	0.196821179	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-38	0.223738053	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-39	5.70761E-10	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді
ГТС-40	0.000529903	Жұмысын өзгерту егжей-тегжейлі талдауды қажет етеді

ҚОСЫМША С

Өндіріске енгізу туралы акт



«KazTransGas» АҚ
010000, Нұр-Сұлтан қаласы
Олжас Бөкейхан көшесі, 12 ғимарат, «Бизнес» БО
e-mail: info@kazztransgas.kz, www.kazztransgas.kz
төлеу: +7 (7172) 552-306, 552-224

АО «KazTransGas»
010000, город Нур-Султан
ул. Олжас Бөкейханов, здание 12, БЦ «Бизнес»
e-mail: info@kazztransgas.kz, www.kazztransgas.kz
төлеу: +7 (7172) 552-306, 552-224

«KazTransGas» ЖСҚ
010000, Nur-Sultan city,
12, Olzhas Bokaykhan st., BC of «Business»
e-mail: info@kazztransgas.kz, www.kazztransgas.kz
tel.: +7 (7172) 552-306, 552-224

15.04.2021 ж. 4-42-972


АКТ


о практическом применении и внедрения результатов диссертационного исследования Зинагабденовой Д.Р. на тему «Автоматизированная система управления процессами учета и баланса газа в магистральных трубопроводах»

Мы, нижеподписавшиеся, представители компании КазТрансГаз директор департамента диспетчеризации Кусайнов Ж.У., заместитель директора департамента диспетчеризации Абилгазы Н.А. и представители Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева профессор кафедры «Системный анализ и управление», научный руководитель диссертационной работы д.т.н., профессор, академик НИА РК Оразбаев Б.Б., докторант кафедры «Системный анализ и управление» Зинагабденова Д.Р., составили настоящий акт о том, что результаты диссертационного исследования Зинагабденовой Д.Р. были рассмотрены, апробированы и внедрены в производстве для управления процессами учета и баланса газа и в настоящее время используются в системе автоматизированного учета газа АО «КазТрансГаз».


Разработанная автоматизированная систем сбора данных, учета газа и определения газового дисбаланса позволяет количественно и качественно оценить газовый баланс на магистральном газопроводе и определить место возникновения дисбаланса.


Представители АО «КазТрансГаз»

Директор департамента
диспетчеризации
 Кусайнов Ж.У.

Заместитель директора
департамента
диспетчеризации
 Абилгазы Н.А.

Представители ЕНУ им.Л.Н.Гумилева

научный руководитель диссертационной
работы, д.т.н., профессор, академик НИА РК
 Оразбаев Б.Б.

Докторант кафедры «Системный анализ и
управление»
 Зинагабденова Д.Р.