



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2024_2_219
MFTAA 44.29.01

**Г.М. Абдукаликова¹, Л.М. Утепбергенова¹, Э.М. Смагулова¹, Е.Б. Жаркенов¹,
А.А. Абдуова², Ж.А. Шахмов¹, Ф.К. Кенжекулова¹, А.Е. Елеусинова¹, Ө.Ж. Тазабекова¹**

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

E-mail: abdukalikova_gm@mail.ru*

E-mail: utepber78@mail.ru*

E-mail: elmirasmagulova@mail.ru

E-mail: berdenovich@gmail.com

E-mail: zhanbolat8624@mail.ru*

E-mail: farida075@bk.ru

E-mail: yeleussinova70@mail.ru

E-mail: omirgul.zhanarbekkyzy2000@gmail.com

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

E-mail: aisulu.abduova@mail.ru

АУЫЛДЫҚ ЕЛДІ МЕКЕНДЕРДІ СУМЕН ЖАБДЫҚТАУ ҮШІН СУДЫ ТАЗАРТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

IMPROVEMENT OF WATER PURIFICATION TECHNOLOGY FOR WATER SUPPLY OF RURAL SETTLEMENTS

Аңдатпа. Ауылдық елді мекен тұрғындарын сапалы сумен қамтамасыз ету үшін қажетті ресурстардың жеткіліксіз болуы жиі кездеседі. Су құрамында ауыр металдар, пестицидтер, бактериялар және басқа да әртүрлі зиянды заттар болуы мүмкін. Бұл мақалада ауылдық елді мекендерді сумен жабдықтау үшін суды тазарту технологияларын жетілдірі мәселелері зерттеледі. Сондай-ақ мақалада ауылдық елді мекендердегі ауыз суды зарарсыздандыру әдістерінің ағымдағы жай-күйі де қарастылырды. Мақалада ауылдық жерлерде ауыз су сапасын жақсарту үшін қолдануға болатын су тазартудың әртүрлі технологиялары қарастырылды. Мақала авторлары тұрғындардың ауыз су қажеттіліктері үшін суды химиялық, физикалық және кешенді тазартуды, сонымен қатар ластанудың әртүрлі түрлерін жоюдың тиімді жолдарына зерттеу жүргізді. Олар сондай-ақ технологиялық инновациялардың аталған әдістердің құны мен қуат тұтынуына әсерін талқылады. Тазартудың әртүрлі әдістерінің қолжетімділігіне, тиімділігіне және экологиялық қауіпсіздігіне ерекше назар аударылды. Хлорлау және озондау әдістерін қолданбай, суды биоцидті өңдеу технологиясына талдау жасалынды. Тұтастай алғанда, мақала ауылдық елді мекендерді сумен қамтамасыз ету үшін суды тазартудың заманауи технологияларының мәселелері туралы ақпарат береді және осы аймақтардағы ауыз су сапасын жақсарту шешімдерін ұсынады.

Түйін сөздер: зарарсыздандыру, хлорлау, озондау, концентрация, суды аралас өңдеу.

Аннотация. В сельских районах часто имеются ограниченные ресурсы для обеспечения качественной воды для сельского населения. Водная среда, требующая очистки, может содержать различные загрязнения, такие как тяжелые металлы, пестициды, бактерии и другие вредные вещества. Данная статья исследует проблематику совершенствования технологии

очистки воды для водоснабжения сельских населенных пунктов. В статье рассмотрены вопросы текущего состояния методов обеззараживания питьевой воды в сельских населенных пунктах. Статья исследует различные технологии очистки воды, которые могут быть использованы для улучшения качества питьевой воды в сельских районах. Авторы статьи рассматривают химическую, физическую и комплексную очистки воды для питьевых нужд населения, а также их эффективность в удалении различных типов загрязнений. Они также обсуждают влияние технологических инноваций на стоимость и энергопотребление данных методов. Особое внимание уделяется доступности, эффективности и экологической безопасности различных методов очистки. Сделан анализ технологии биоцидной обработки воды без применения методов хлорирования и озонирования. В целом, статья предоставляет информацию о проблемах современной технологии очистки воды для водоснабжения сельских населенных пунктов и предлагает варианты решения для улучшения качества питьевой воды в этих регионах.

Ключевые слова: обеззараживание, хлорирование, озонирование, концентрация, комбинированная обработка воды.

Abstract. In rural areas, there are often limited resources to provide quality water to rural populations. The aquatic environment that requires cleaning may contain various pollutants such as heavy metals, pesticides, bacteria and other harmful substances. This article explores the problems of improving water purification technology for the water supply of rural settlements. The article discusses the current state of methods of disinfection of drinking water in rural settlements. The article explores various water purification technologies that can be used to improve the quality of drinking water in rural areas. The authors of the article consider chemical, physical and complex water purification for the drinking needs of the population, as well as their effectiveness in removing various types of pollutants. They also discuss the impact of technological innovations on the cost and energy consumption of these methods. Special attention is paid to the accessibility, efficiency and environmental safety of various cleaning methods. The analysis of the technology of biocidal water treatment without the use of chlorination and ozonation methods is made. In general, the article provides information about the problems of modern water purification technology for rural water supply and offers solutions to improve the quality of drinking water in these regions.

Keywords: disinfection, chlorination, ozonation, concentration, combined water treatment.

Kіpіcne. Қазіргі таңда республиканың ауыл шаруашылығында ауылдық елді мекендерді сумен қамтамасыз ету үшін жер үсті және жер асыт су көздері, сондай-ақ суару каналдарынан толтырылған су қоймалары пайдаланылады. Бұндай су көздерінде ауыр металл иондары, детергенттер, пестицидтер, биоғендік элементтер, фенолдар және басқа да адамға қауіпті зиянды заттар бар. Қолданыстағы тазартылған су дайындау қондырғылары қазіргі таңда шамадан тыс жүктемемен жұмыс жасауда, ал қолданылатын техникалық және технологиялық шешімдер бірнеше онжылдықтар бұрын жобаланып, жасалынғандықтан су құрамындағы зиянды қосылыстарды толықтай тазартуға қауқарсыз.

Бүгінде қолданыстағы немесе қайта жаңару сатысында тұрған 40-тан аспайтын топтық су құбырлары жұмыс жасайды. Сенімді жұмыс істеу ұзақтығы 25 жыл болып саналатын нормаланған мерзімге сүйенсек, аталған құбырлардың тозуы 70 %-ды құрайды. Барлық ауылдық сумен жабдықтау жүйелерінің су құбыры желілері мен құрылыстары жоғары тозумен, судың едәуір жоғалуымен (30-40 %) сипатталады, бұл электр энергиясы мен реагенттердің үлкен шығынына әкеледі, нәтижесінде су құнының жоғарылауына, пайдалану қызметтерінің дамымауына және жеткіліксіз жабдықталуына әкеледі.

[2] сәйкес ауыз суға келесідей талаптар қойылады (1-сурет):

Сумен жабдықтау көзінің түрін ескере отырып, су сапасын бағалау үшін жасалынатын зерттеулер жүргізудің ең аз жиілігі жерасты және жер үсті су көздері үшін тоқсанына 1 рет есептеледі.

Ауылдық елді мекендерді сумен қамтамасыз ету үшін суды тазарту жүйелерінің негізгі кемшіліктеріне жататындар:

– инфрақұрылымның жеткіліксіздігі – көптеген ауылдық елді мекендер инфрақұрылымның жетіспеушілігі салдарынан су тазарту құралдарына қол жеткізе алмауда. Бұл тиісті тазарту құралдарының болмауына немесе олардың ескіруімен байланысты болуы мүмкін;

– қаржылық шектеулер – заманауи су тазарту жүйелерін орнату және техникалық қызмет көрсету шағын ауылдық елді мекендер үшін қолжетімді болмауы, айтарлықтай қаржылық шығындарды талап етеді;

– техникалық мәселелер – кейбір жағдайларда техникалық проблемалар тазарту жүйелерінің тиімділігін төмендетуі мүмкін, әсіресе оларға қызмет көрсету және жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін тиісті мамандардың болмауы себеп болады;

– су көздерінің ластануы – ауылдық жерлерде су көздерінің ауылшаруашылық және өндірістік қалдықтармен ластану қаупі жиі кездеседі, бұл тазарту процестерін күрделендіріп, оның құнын арттырады;

– халықтың хабарсыздығы мен білімінің төмендігі – кейбір жағдайларда ауыл тұрғындары суды тазартудың маңыздылығын түсінбеуі немесе судың қауіпсіздігін қамтамасыз етудің дұрыс әдістері туралы хабарсыз болуы мүмкін, бұл ластанған суды тұтыну әсерінен туындайтын аурулардың қаупін арттырады;

– мәселеге жеткіліксіз назар аудару – ауылдық елді мекендер көбінесе саяси және қоғамдық іс-шаралардан шалғай орналасқандықтан, таза сумен қамтамасыз ету мәчелесі мемлекеттік деңгейде шешілуі үшін жеткілікті басымдыққа ие болмауы мүмкін.



1-сурет. Ауыз су сапасына қойылатын талаптар

1-5-кестелерде 1-суреттің әрбір тармағы бойынша толық ақпараттар берілген.

1-кесте. Химиялық заттардың жалпы көрсеткіштері

№ п/п	Көрсеткіштер	Өлшем бірліктері	Нормативтер (шекті рұқсат етілген концентрациялар – ШПК артық емес)
1	Сутегі көрсеткіші	pH бірліктері	6-9 аралығында
2	Жалпы минералдану	(құрғақ қалдық) мг/л	1000 (1500)
3	Жалпы қаттылық	мг-экв./л	7,0 (10)
4	Перманганаттың тотығуы	мг/л	5,0
5	Мұнай өнімдері, жиынтығы	мг/л	0,1
6	Беттік белсенді заттар (ББЗ), анионоактивті заттар	мг/л	0,5
7	Фенолдық индекс	мг/л	0,25

2-кесте. Суды өңдеу кезінде түзілетін химиялық заттар

№ п/п	Көрсеткіштер		Өлшем бірлігі	Нормативтер (шекті рұқсат етілген концентрациялар – ШРК), артық емес	Зияндылық көрсеткіші	Қауіптілік класы
1	Хлор	бос қалдық	мг/л	0,3 – 0,5 аралығында	Орг.	3
		байланысқан қалдық	мг/л	0,8 – 1,2 аралығында	Орг.	3
2	Хлороформ (суды хлорлау кезінде)		мг/л	0,2	с.-т.	2
3	Қалдық озон		мг/л	0,3	Орг.	
4	Формальдегид (суды озондау кезінде)		мг/л	0,05	с.-т.	2
5	Полиакриламид		мг/л	2,0	с.-т.	2
6	Белсендірілген кремний қышқылы (Si бойынша)		мг/л	10	с.-т.	2
7	Полифосфаттар (PO ₄ ~ бойынша)		мг/л	3,5	Орг.	3

3-кесте. Су сапасының органолептикалық көрсеткіштері

№ п/п	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Нормативтер, артық емес
1	Иісі	балл	2
2	Дәмі	балл	2
3	Түсі	градус	20 (35)
4	Бұлыңғырлығы	ФЛБ (формазин бойынша лайлану бірліктері) немесе мг/л (каолин бойынша)	2,6 (3,5) 1,5 (2)

4-кесте. Радиациялық қауіпсіздік көрсеткіштері

№ п/п	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Нормативтер	Зияндылық көрсеткіштері
1	Жалпы α-радиоактивтілік	Бк/л	0,1	Радиация
2	Жалпы β-радиоактивтілік	Бк/л	1,0	Радиация

5-кесте. Микробиологиялық және паразитологиялық көрсеткіштері

№ п/п	Көрсеткіштер	Өлшем бірлігі	Нормативтер
1	2	3	4
1	Жалпы микробтық саны	Колония түзетін бактериялардың саны 1 мл	50-ден артық емес
2	Жалпы колиформды бактериялар	100 мл-дегі бактериялардың саны	Болмайды

5-кестенің соңы

1	2	3	4
3	Термотолерантты колиформды бактериялар		100 мл-дегі бактериялардың саны
4	Колифағтар		100 мл-дегі бляшка түзетін бірліктер саны
5	Лямблия цисталары	50 л-дегі циста саны	Болмайды
6	Сульфитредуктивті клостридия споралары	20 мл-дегі споралар саны	Болмайды

Аталған мәселелерді шешу мемлекеттік органдардың, жергілікті қауымдастықтардың, халықаралық ұйымдардың және басқа да мүдделі тараптардың бірлескен жұмысын талап етеді. Бұған инфрақұрылымды жақсарту, қаржылық қолдау, білім беру бағдарламалары және қоршаған ортаны қорғау саласында атқарылымын жұмыстар кіреді.

Ауылдық елді мекендердегі су тазарту технологиясын жетілдіру қажеттілігі бірқатар факторларға негізделген.

Біріншіден, мұндай елді мекендер, әдетте орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйесімен жабдықтау алмайды, сол себепті су көзі ретінде ұңғымаларды немесе өзен су қоймаларын пайдалануға мәжбүр. Алайда, мұндай судың сапасының төмендігі, құрамында зиянды қоспалар, бактериялар мен ластаушы заттардың болуы ауыл тұрғындарының денсаулығына қауіп төндіреді.

Екіншіден, ауылдық елді мекендердегі су ауылшаруашылық қалдықтарымен, пестицидтермен және ауылшаруашылық процесінде қолданылатын тыңайтқыштармен ластануы жиі кездеседі. Осындай зиянды заттардың ауыз суға түсуіне жол бермеу үшін суды тиімді тазарту қажеттілігі туады.

Ауылдық елді мекендер үшін суды тазарту технологиясын жетілдіру жергілікті тұрғындардың қауіпсіз ауыз сумен қамтамасыз етілуіне мүмкіндік береді. Бұл ауыл тұрғындарының өмір сүру сапасы мен денсаулығына оң әсеріп тигізеді. Сонымен қатар, бұл ауыл шаруашылығының дамуына ықпалын тигізеді, себебі таза, қауіпсіз су тамақ өндіру және аграрлық инфрақұрылымды қолдау үшін аса қажет.

Тазартылған суды тек ішу мақсатында емес, сондай-ақ ауылшаруашылық жерледі суару үшін де пайдалануға болады, бұл өнімділіктің жоғарылауына және өсімдік аурулары қаупінің төмендеуіне әкеледі. Осылайша, ауылдық елді мекендер үшін суды тазарту технологиясын жетілдіру ауылдық жерлердің тұрақты дамуына және осы ауданның экономикалық әл-ауқатын жақсаруына ықпал ететін болады [3].

Ауылдық жерлерді сумен жабдықтауда кездесетін өзекті мәселелері мен келеңсіздіктеріне мыналар жатады:

1. Қолжетімді ауыз судың жетіспеушілігі: көптеген аудандарда таза ауыз судың жетіспеушілігі басты мәселелердің бірі болып қала береді. Бұған су қорларын дұрыс басқармау, сумен қамтамасыз ететін инфрақұрылымдардың болмауы немесе су көздерінің ластануы себеп болуы мүмкін.

2. Су ресурстарының біркелкі бөлінбеуі: кейбір елді мекендерде су көздері болғанымен, олар кеңістік пен уақыт бойынша біркелкі таралмауы мүмкін, бұл да өз кезегінде су жетіспеушілігі проблемаларын тудырады.

3. Инфрақұрылымның болмауы: әдетте жеткілікті мөлшерде сумен қамтамасыз етуді ұйымдастыру үшін қажетті инфрақұрылымдар жетіспеушілігі жиі кездеседі. Оларға су құбырлары, кәріз жүйелері немесе су қалдықтарын төгі жүйелерінің болмауы әсер етіп, су ресурстарының тікелей ластануына әкеп соғады.

4. Климаттың өзгеруі: ауылдық жерлердегі судың қол жетімділігі мен сапасына климаттық өзгерістер де өз әсерін тигізеді. Төтенше ауа-райы жағдайлары, оның ішінде құрғақшылық пен су тасқыны су ресурстарына теріс әсер етін, сумен қамтамасыз етуді қиындатуы мүмкін.

5. Экономикалық тұрақтылық: табыс көзі төмен ауылдық елді мекендерде, қажетті инфрақұрылым мен су технологиясын қамтамасыз ету қаржылық тұрғыдан қиындықтар туғызуы мүмкін. Қажетті ресурстардың болмауы да кейде кедергі келтіретін проблема болуы мүмкін.

6. Хабарсыздық пен білімнің жетіспеушілігі: ауыл халқы таза ауыз судың маңыздылығы мен су ресурстарын сақтау қажеттілігінен хабарсыз болуы мүмкін. Бұл қолданыстағы су көздерін шамадан тыс жүктеп, су ресурстарының одан әрі сарқылуына әкеп соғуы мүмкін.

[4] сәйкес аймақтардың халқы орталықтандырылған сумен жабдықтау жүйелерімен жеткілікті мөлшерде қамтамасыз етілген (2-сурет). Осы мөлшерге сүйенсек, бір тұрғынға күніне орта есеппен 90 л судан келеді (3-сурет). Табиғи су тексерілген технологияларды қолдана отырып тазартылады, және судың құрамы ондаған көрсеткіштер бойынша су арналары мен санитарлық қадағалау органдарымен үнемі бақылауда болады.



2-сурет. Халыққа жіберілген су көлемі, 2020 (млн текше.м)

Ауылдық елді мекендерді сумен жабдықтау мәселесі әрқашан өзекті мәселелердің бірі болған және, өкінішке орай әлі де шешімі табылмаған мәселе болып қала береді. Тұрғындар саны аз ауылдар мен елді мекендерді сумен жабдықтау үшін артезиан ұңғымаларын қолдану өте сирек кездеседі, көбінесе жер үсті суларының есебінен жүзеге асырылады. Ұңғымалар, негізінен, ауыз су қажеттіліктері мен шаруашылықта пайдалану сияқты халықтың тұрмыстық қажеттіліктері үшін қолданылады, себебі пайдаланылатын жер асты суларын толықтыру белсенді жүзеге асырылмайды. Бір су көзінен алынатын су бір немесе бірнеше отбасын қамтамасыз етуге жетуі мүмкін. Бірақ барлық ауылды, оның ішінде ауыл шаруашылығы қажеттіліктеріне қолдануы мүмкін емес. Бұндай жағдайда су іс жүзінде өңделмейді.



3-сурет. Бір адамға шаққандағы судың орташа тәуліктік демалысы, 2020 (литр)

Су ауылдық елді мекендерде келесі мақсаттарда пайдаланылады:

1. Ауыз су: ішу және ауылдық елді мекен тұрғындарының суға деген негізгі қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін қажет. Ол ішуге, тамақ дайындауға және сусын дайындауға арналған негізгі сұйықтық ретінде қолданылады.

2. Ауылшаруашылық қажеттіліктері: су өсімдіктердің өсуі мен дамуын қамтамасыз ету үшін, егістіктер мен бақтарды суару үшін қажет. Сонымен қатар су мал ішуге және суаруға, жануарларды тамақтандыруға, сүт және ет өнімдерін жууға қолданылады.

3. Тұрмыстық қажеттіліктер: су ауылдық елді мекендер тұрғындарының күнделікті тұрмыстық қажеттіліктерін қамтамасыз ету үшін пайдаланылады. Ол жуу, тазалау, шомылу және санитарлық қажеттіліктер.

4. Өнеркәсіп: Су ауылдық елді мекендерде болуы мүмкін өнеркәсіптік кәсіпорындарда тауарларды өндіру немесе іртүрлі өндіріс процесстерін орындау үшін қолданылады.

5. Табиғи орта: Су экологиялық тепе-теңдікті сақтауда да маңызды рөл атқарады. Ол топырақтың, экожүйенің, өзендер мен көлдердің ылғалдылығын сақтау үшін, сондай-ақ өсімдіктер мен жануарлардың әртүрлі түрлерінің әртүрлілігі мен тіршілік әрекетін қорғау үшін қажет.

Дүниежүзі елдерінде де ауылдық елді мекендерінде таза суға қол жеткізу мәселесі өзекті және бұл тұрғындар денсаулығына елеулі әсерін тигізеді [5].

Ауылдық жерлерде таза суға қол жетімділіктің болмауының басты себебі – ауыз сумен сенімді қамтамасыз ету үшін қажетті инфрақұрылымның болмауы. Ауылдық елді мекендердің таза су сумен жабдықтау жүйелері арқылы берілетін қалалық аудандардан айырмашылығы, сапалы сумен қамтамасыз ету жеткілікті дәрежеде болмауында.

Ауылдық елді мекендердегі ауыз су қажетті стандарттарға сай келмейтіндіктен және көп жағдайда әртүрлі зиянды заттармен ластанатындықтан, тұрғындар өзен, көл немесе құдықтар сияқты су көздеріне жүгінуге мәжбүр. Бірақ бұл су көздерінде бактериялар, вирустар, паразиттер және химиялық ластаушы заттар болуы мүмкін, бұл тұрғындардың, әсіресе балалардың денсаулығына аса қауіпті болуы мүмкін.

Ауылдық жерлерде таза судың болмауы әртүрлі аурулар мен денсаулыққа кері әсерін тигізуі мүмкін. Мысалы, ластанған су диарея, асқазан-ішек жолдарының бұзылуын, зәр шығару жолдарының инфекциясын және ішек паразиттік ауруларын тудыруы мүмкін. Балалардың иммундік жүйесі әлі толық жетілмегендіктен ластанған судан пайда болатын инфекцияларға бейім болып келеді [6].

Ластанған суды ұзақ уақыт бойы қолдану тырысқақ, сүзек және А гепатиті сияқты созылмалы ауруларға тудыру мүмкін және ауруларды асқындыруы тіпті өлімге әкеп соғуы мүмкін.

Сонымен қатар, таза судың қол жетімсіздігі ауылдық жерлердің әлеуметтік-экономикалық дамуына теріс әсерін тигізеді. Ластанған судан зардап шегетін халық емделуге және таза ауыз су сатып алуға қомақты қаржы жұмсауы мүмкін. Бұл өз кезегінде тұрғындардың білім беру, бизнесті дамыту және жалпы өмір сүру сапасын жақсарту мүмкіндіктерін төмендетеді.

Сондай-ақ, ағынды суларды тазарту мен кәдеге жаратудың тиісті әдістері қолданылмаса автокөлік жуатын ағынды сулар ауылдық елді мекендердің ауыз суына кері әсерін тигізуі мүмкін.

Ағынды сулармен ластанудың негізгі түрлерінің бірі – автокөліктерді жуу кезінде ағатын мұнай өнімдері болып табылады. Бұндай мұнай өнімдері улы болуы мүмкін және де суды, топырақты, тіпті жер асты суларын да ластауы мүмкін. Олар жерге, өзен мен көл суларына қосылып, ауылдық елді мекендердегі экожүйеге де теріс әсер етеді.

Және де, автокөлік жууда қолданылатын сабын, шыны жуғыштар, антифриз және басқа да химиялық заттар ағынды суға түсуі мүмкін. Бұл заттар су ресурстарын ластап, қоршаған ортаға және адам денсаулығына кері әсер етуі мүмкін.

Егер ауылдық елді мекендердің автокөліктерді жуу орындарының сарқынды сулары дұрыс тазаланбаса, олар ауыз сумен жабдықтау мақсатында пайдаланылатын өзендерге, көлдерге не су қоймаларына тікелей түсуі де мүмкін. Бұл ауыз судың ластанып, адам денсаулығына зиян тигізуі мүмкін.

Автокөлік жуатын ағынды сулардың ауылдық елді мекендерге тигізетін теріс әсерін азайту үшін ағынды суларды тазарту мен жоюдың тиісті әдістерін қолдану қажет. Бұған ластаушы заттарды кетіру үшін суды сүзу, тазарту жәйелерін пайдалану, мұнай өнімдері мен химиялық қалдықтарды жинау және кәдеге жаратуды жатқызсақ болады. Автокөліктерді жууды пайдалану кезінде қоршаған ортаны қорғау саласындағы заңнаманы, талаптар мен нормаларды сақтау да өте маңызды.

Авторлар өз зерттеулерінде ағынды суларды тазарту мәселелерін шешуді ұсынды [7]. Зерттеу жұмыстарында авторлар микробтық отын элементтерін (МОЭ) графен оксидімен нығайтылған металлорғаникалық тіректермен (МОТ) интеграциялаудың тиімділігін автокөлік жууға арналған ағынды суларды тазартудың бірегей әдісі ретінде қарастырды.

Ағынды суларды тазартуды жақсарту үшін ультракүлгін жарықдиодты дезинфекциялаумен біріктірілген ауылшаруашылық қалдықтарының биофункционализацияланған адсорбенттерінің әлеуеті туралы жаңа көзқарасты авторлар өз зерттеулерінде көрсетті [8]. Зерттеу барысында ғалымдар күн сәулесімен жұмыс істейтін ультракүлгін жарықдиодты ағынды суларды тазарту кезінде биосорбцияны күшейту үшін ауылшаруашылық қалдықтарымен (жүзім сығындылары, кофе қабығы және жүгері түйіршіктері) біріктіріліп алынған үш биофункционаланған адсорбенттердің әлеуетін зерттеді.

Ауылдық елді мекендердегі жер асты суларының сапасы ағынды сулардың әсерінен қатты зақымдануы мүмкін. Себебі бұл жерлерде орталықтандырылған кәріз жүйелері жоқтың қасы және үй мен тұрмыстық қалдықтарды тиісті түрде өңдеп, тазарту мүмкін емес. Нәтижесінде бұндай ағынды сулар топыраққа еніп, жер асты суларына кері әсер етуі мүмкін.

Ағынды сулардағы ластаушы заттардың көп мөлшерде болуы, жер асты сулары сапасының айтарлықтай төмендеуіне әкеп соғуы мүмкін. Жер асты суларының ластануы таза ауыз судың қол жетімділігін төмендетіп, тұрғындарды ауруға шалдықтыруы мүмкін. Сонымен қатар, ластанған су ауылшаруашылық өнімдерінің сапасы мен қауіпсіздігіне, және топырақ сапасы мен ауыршаруашықтың өнімділігіне кері әсерін тигізеді.

Ауылдық елді мекендердегі ағынды сулардың жер асты сулары сапасына теріс әсерін болдырмау үшін зерттеу авторлары [9] ағынды суларды тазарту жүйесінде неолит имидазолат қарқасынан – 67, неолит имидазолат қарқасынан – 8, полиэфир сульфонынан және графен оксидінен синтезделген жаңа полимерлі адсорбентті материалды қолдануды ұсынды.

Әдістер мен материалдар. Ауылдық елді мекендерде таза ауыз сумен қамтамасыз ету проблемалары жиі кездеседі. Бұл тұтынуға сапалы және қауіпсіз сумен қамтамасыз ету туралы маңызды сұрақтар туғызады [10]. Әсіресе соңғы онжылдықта ауылдық елді мекенде су ресурстарын өңдеу мен тазартуды қажет ете бастады. Мақаламызда ары қарай, біз суды тазарту әдістерін қарастырамыз және олардың тиімділігі мен ауылдық инфрақұрылым контекстінде қолданылуына талдау жасаймыз.

Қазақстан Республикасы аумағында ауыз су құрамындағы зиянды заттардың құрамын әртүрлі әдістермен анықтауды реттейтін бірқатар нормативтік құжаттар қолданылады. Республикада қолданылып жүрген нормативтік құжаттармен қатар, 10-нан астам атауы бар ҚР СТ ГОСТ Р 52180-2010 «Ауыз су. Инверсиялық вольтметрлік әдісімен улы элементтердің құрамын анықтау», сонымен қатар СТБ 1188-99 «Ауыз су. Сапаны бақылауды ұйымдастыру мен әдістеріне қойылатын жалпы талаптар» (Белорусь Республикасының Мемлекеттік стандарты, Қазақстан Республикасында 2022-01-01 енгізілген); ГОСТ Р 51232-98 «Ауыз су. Сапаны бақылауды ұйымдастыру мен әдістеріне қойылатын жалпы талаптар» (Ресей Федерациясының Мемлекеттік стандарты, Қазақстан Республикасына 2022-01-01 енгізілген).

ҚР-да ауыз су халыққа тек нормативтік құжаттар мен сапа стандарттарының талаптарына сәйкес беріледі. Бұл судың белгіленген тазалық пен қауіпсіздік стандарттарын қанағаттандыру үшін қатаң бақылаудан өтіп, халықтың тұтынуы үшін жоғары сапаны қамтамасыз ететінін білдіреді. Ауыз су азаматтардың денсаулығының сақталауына кепілдік бере отырып, белгіленген нормаларға сәйкес әртүрлі зиянды заттар мен микроорганизмдердің болуына үнемі тексеріліп отырылады [11].

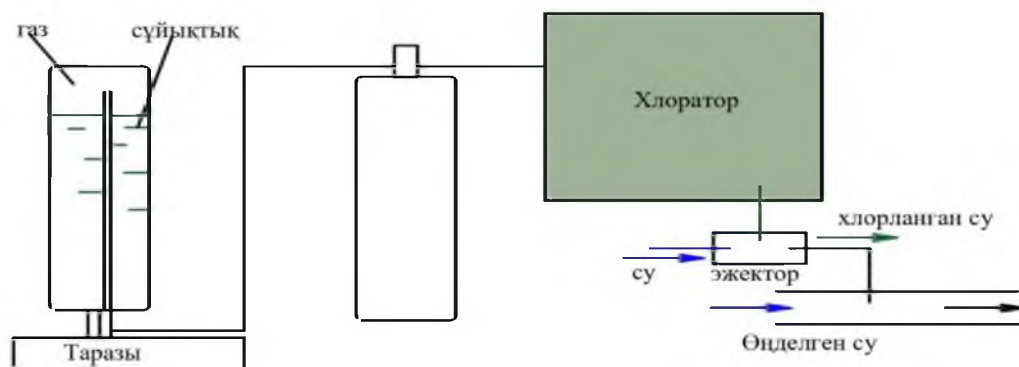
Қолданыстағы технологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктерін бағалайтын болсақ. Бүгінгі күні ауыз суды тазартудың көптеген жолдары бар. Келесі әдістер суды дайындаудың негізгі әдістері болып табылады.

- химиялық - зиянды микроорганизмдерді жоюға және олардың белсенділігінің төмендеуіне әкелетін бейтараптану құралдарын пайдалануды қамтамасыз ететін әдіс;
- физикалық – реагентсіз әдіс;
- кешенді – алдыңғы екі технологияларды қосатын әдіс. Аталған әдіс бактериялардың көбеюінің алдын алатын, тиімділігі жоғары әдіс болып табылады.

Ауыз суды зарарсыздандыруды кешенді тазарту әдісі ретінде қарастырылған жөн.

Химиялық әдіске жататындар: хлорлау, озондау, күміс, мыс, йод препараттарын қолдану. Хлорлау және озондау әдістері су құбырын тазарту қондырғыларында кеңінен қолданылады. Күміс, мыс, йод препараттарын қолдану автономды нысандардағы судың аз мөлшерін дезинфекциялау үшін қолданылады [12].

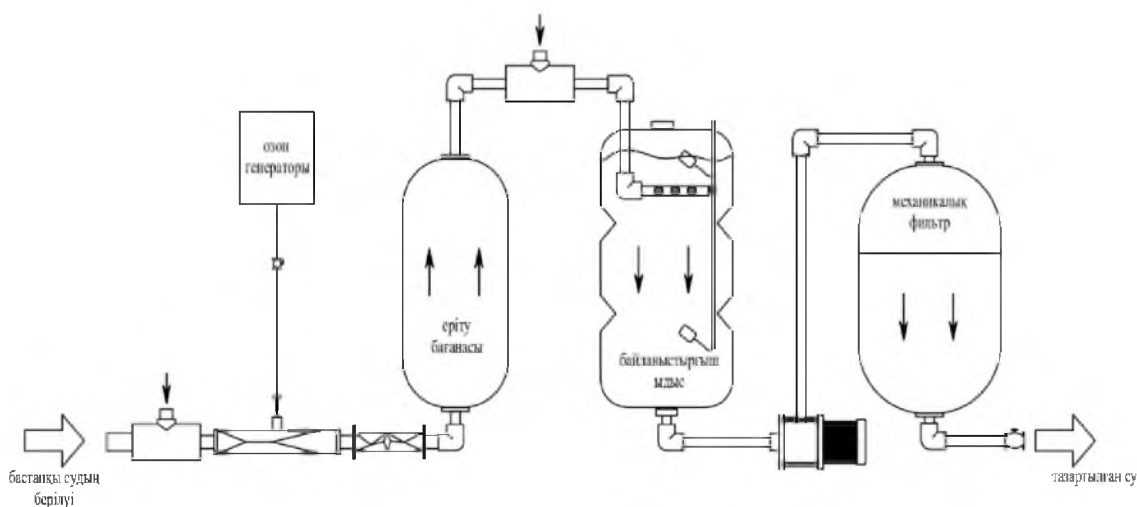
Хлорлау (4-сурет) хлор газымен немесе құрамында белсенді хлор бар заттармен жүргізіледі. Бұл әдіс біздің елде ғана емес, бүкіл әлемде кеңінен таралған. Ескеретін жайт ол хлордың әсеріне төзімді микроорганизмдердің болуы. Ондай бактерияларды жою үшін хлордың көп мөлшерін енгізу қажет, бұл судың денатурациясына әкеледі және судың органолептикалық қасиеттерін нашарлатады.



4-сурет. Ауыз суды хлорлаудың технологиялық сұлбасы

Реагенттерді қолдану аталған процесстердің кемшіліктерін көрсетеді. Кемшіліктеріне дезинфекциялаушы реагенттердің өздерін де, канцорегенді, мутагенді және басқа да бірқатар жағымсыз әсер беретін жанама өнімдерін жатқызсақ болады. Суда жиналу қасиетіне ие галогенді қосылыстар түзілу қаупін тудыруы мүмкін. Құрамында галоген бар қосылыстардың көздеріне гумин қышқылдары, фульво қышқылдары, хинолиндер, фенол, анилин туындылары және балдырлар метоболизмі өнідері жатады.

Озондау процесі арқылы зарарсыздандыру процесі (5-сурет) агрессивтілігі төмен әдіс болып табылады. Озон атомдық оттегіні алу үшін оңай ыдырайды, ал бұл өз кезегінде күшті тотықтырғыштардың бірі болып табылады. Атомдық оттегі бактерияларды, спораларды, вирустарды жояды, суда еріген органикалық заттарды бұзады.



5-сурет. Озондау арқылы тазартудың негізгі сұлбасы

Озонды суды дезинфекциялаушы зат ретінде қолдану бірнеше жағымсыз қасиеттерге ие, мәселен жанама улы өнімдердің пайда болуы. Ондай өнімдерге: броматтар, альдегидтер, кетондар, карбон қышқылдары, гидроксилденген және алифатты хош иісті қосылыстар жатады. Озон адам үшін улы реагент және жарылғыш зат болып табылады, осы себептен оны суды дезинфекциялаушы зат ретінде қолдану аясын шектелген.

Ауылдық елді мекендер үшін суды тазартуда кешенді тазарту мен тұщыландырудың конверсиялық жылжымалы станциялары қолданылады.

Суды кешенді тазарту және тұщыландыру станциялары суды табиғи ластанудан тазартуға, зарарсыздандыруға және залалсыздандыруға арналған. Станцияның жұмысын талдау [13], оның суды тазарту процесіндегі ең әлсіз дезинфекциялау торабы екенін көрсетті. Дезинфекциялаушы заттар ретінде көбінесе кальций гипохлориті $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ (НГК) немесе кальций гипохлориті тұзы $\text{Ca}(\text{ClO})_2 \times 2\text{Ca}(\text{OH})_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (ДТС ГК) қолданылады. Кальций гипохлоритін дезинфекциялау мақсатында қолдану экологиялық жағынан тиімсіз болғандықтан, оның орнына дайын ерітінді түріндегі натрий гипохлоридін қолдану арқылы немесе сол жерде электролиттік жолмен алу арқылы алмастыруға болады. Станцияның техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту мақсатында ауылдық сумен жабдықтауда станцияның қолданыстағы технологиялық схемасына аралас ионатор енгізуге болады. Ионаторлар екі электролиз ваннасынан тұрады: біреуі электродты «күміс-тот баспайтын болат», екіншісі электродты «титан-платиналанған титан».

Нәтижелері. Ауылдық елді мекендердің сумен жабдықтау жүйелері баяу сүзгілерге негізделген суды реагенттерсіз ағарту әдісін кеңінен қолданады. Біздің еліміздің ауыл тұрғындары тұратын кейбір аудандарында жер асты суларында минералдар мөлшері көп, ал жер бетіндегі бұлақтар құрғақшылық кезінде қажетті су көлемімен қамтамасыз ете алмайды. Мұндай жағдайларда тұтынушыдан алыс қашықтықта орналасқан фермалар мен совхоздардың су көздерін пайдалануға мәжбүр. Алыс қашықтықтан суды тасымалдау құны арзан болмағандықтан, ең дұрыс шешім – бірнеше шаруа қожалықтары үшін жалпы сумен жабдықтау жүйесін ұйымдастыру. Көп жағдайларда ауылдық елді мекендер үшін суды суару жүйелері арналарынан алынған кездерде кездеседі.

Тұщы су көздері жоқ ауылдарды сумен қамтамасыз ету үшін қатты минералданған жер асты су қабаттары, сондай-ақ жер бетіндегі басқа да су көздері қолданылады. Мұндай жағдайларда су экономикалық және басқа да қажеттіліктер үшін қалыпты мөлшерге дейін тұзсыздандырылады. Бұл минералданған сумен және тұщы суды біріктіретін жүйелер болып табылады [14].

Біріктірілген әдістерді іске асырудағы маңызды шешім ауылдық жерлердің жағдайына барынша бейімделген жергілікті тазарту қондырғыларын жаңғырту болып табылады. Қолданыстағы жергілікті жүйелердің көпшілігі дезинфекциялаушы ретінде хлорды немесе оның ультракүлгін сәулемен үйлесімін қолданады. Хлорды бактерицид-иондарға ауыстыру экологиялық және эпидемиологиялық қауіпсіздің талаптарына жауап беретін ауыз су алуға мүмкіндік береді. Осылайша, судың бактерияға қарсы тұрақтылығын ұзартатын және процестің эпидемиологиялық қауіпсіздігінің тиісті деңгейін қамтамасыз ететін ШРК-дан төмен концентрацияда бактерицид иондарын енгізу арқылы ультракүлгін сәулелену немесе сутегі асқын тотығының белсенділігін арттыру арқылы суды біріктіретін дезинфекциялау тиімділігін арттыру, осылайша «хлорсыз» су дайындау технологияларын қолданудың ресурс үнемдейтін әсерін қамтамасыз етеді. Мыс иондарымен, ультракүлгін сәулелермен және сутегі асқын тотығымен өңделген судың бактериялық құрамына жасалған талдау нәтижелері, оның ауылдық елді мекендерде суды дезинфекциялауда қолданудың ең тиімді тәсілі екенін көрсетті.

Суды кешенді тазарту және тұщыландыру станцияларында екі электролизді ванналарды қолдануда, хлоралау әдістерін қолдана отырып суды тазарту әдісі толығымен алынып тасталады. Бірінші ваннада күміс иондары, екіншісінде натрий гипохлориті пайда болады. Күміс иондары пайда болатын ваннада ионатордың тиімділігін арттыру үшін тот баспайтын болаттан жасалған электродтың орнына мыс электроды қолданылады.

Осылайша, шағын және орта ауылдық елді мекендердің шаруашылық-ауыз сумен жабдықтау жүйелеріндегі суды хлорлауды біріктіретін (УК сәулелері мен мыс иондары немесе күміс иондары) залалсыздандыру процесіне ауыстырудың тиімділігі анықталады.

Ол өз кезегінде: 1) табиғи су объектілерін хлордың түсуінен болатын экологиялық, экономикалық залады азайтуға; 2) дезинфекциялаушы заттардың дозаларын азайту арқылы ресурс үнемдейді арттыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды. Зерттелген сәулелену дозаларындағы H_2O_2 + УК бірлескен әсері суды дезинфекциялаудың белгіленге нәтижесіне қол жеткізуге мүмкіндік бермейді. Негізгі кемшілігі ультракүлгін сәулеленудің әсерін тоқтатқаннан кейін және сутегі асқын тотығының (1-3 сағ) ыдырағанынан кейін, тазартылған су қайтадан қарқынды түрде ластануға ұшырайды. Сондықтан суды сутегі асқын тотығымен өңдеу барысында суға бактеринид иондарын енгізу ұсынылды. Ультракүлгін сәулелер мен мыс иондары тек H_2O_2 және УК-сәулеленімен қарағанда тереңірек дезинфекциялауға қол жеткізеді, бұл аталған иондардың ШРК-дан төмен концентрацияда көрінетін катализдік әсерін көрсетеді. Бұндай жүйе ауылшаруашылық су жүйесінде ауыз судың жоғары сапасын қамтамасыз етеді және ұзақ мерзімді микробиологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етеді [14, 15].

Ауылдық елді мекендерді сумен жабдықтау үшін суды тазартуды жетілдіруге ұсынылатын суды тазарту технологиялары қаржыландыру мен тұрақтылықты қамтамасыз ету мәселесі, тазарту жүйелерін әзірлеушілер мен операторлардың алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Төменде, осы мәселелердің бірнеше аспектілері көрсетілген:

– орнату мен техникалық қызмет көрсетудің қымбат шығындары. Суды тазартудың заманауи технологияларын орнату да, күтіп ұстау да өте қымбат болуы мүмкін. Бұған жабдықты сатып алу, қызметкерлерді оқыту, энергия шығындары және жүйеге техникалық қызмет көрсету шығындары кіреді. Бюджеті шектеулі ауылдық елді мекендер үшін бұл ауыр жүк болуы мүмкін;

– қаржыландырудың қолжетімсіздігі – кейбір жағдайларда ауылдық елді мекендер суды тазарту жүйелерін жақсарту үшін қаржыландыру алуды біршама қиындықтарға тап болуы мүмкін. Олар мемлекеттік немесе халықаралық қорларға қол жеткізе алмауы, және де инфестияларды өз бетінше тарта алмауы мүмкін;

– технологияның тұрақсыздығы – суды тазартудың кейбір заманауи технологиялары тұрақсыз болуы мүмкін немесе үнемі техникалық қызмет көрсетуді қажет етуі мүмкін. Бұл жабдықты жөндеуге және ауыстыруға қосымша шығындар тудыруы мүмкін, ол өз кезегінде ауылдық қауымдастықтарға қаржылық жүктемені арттыруға себеп болады;

– ресурстар мен сараптамалардың шектеулі болуы – ауылдық жерлерде суды тазартудың заманауи технологияларын тиімді енгізу және оларға қызмет көрсету үшін білікті қызметкерлер мен ресурстар жетіспейді. Бұл жабдықтың дұрыс жұмыс жасамауына және тазалау тиімділігінің төмендеуіне әкеп соғуы мүмкін.

Бұл мәселелерді шешу үшін кешенді әдістерді қолдану қажет:

1. Мемлекеттік қолдау. Үкімет ауылдық елді мекендердегі суды тазарту жүйелерін жақсарту үшін субсидиялар беру мәселелерін немесе қаржылық қолдаудың басқа да түрлерін қарастыруы мүмкін.

2. Халықаралық ынтымақтастық. Халықаралық ұйымдар мен донорлар суды тазартудың тұрақты технологияларын енгізу үшін қаржылық көмек пен сараптамалық көмек көрсете алады.

3. Оқыту және білім беру. Оқыту бағдарламаларын жүргізу және таза судың маңыздылығы мен дұрыс тазарту әдістері туралы халықты хабардар ету тазарту жүйелерінің тиімділігі мен тұрақтылығын арттыруға көмектеседі.

Суды тазарту саласындағы инновацияларды ынталандыру және қолжетімді және тұрақты технологияларды дамыту да мәселені шешуде шешуші рөл атқаруы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. Тогабаев Е.Т. К вопросу о разработке локальных систем водоснабжения сельских населенных пунктов Казахстана / Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение жилищно-коммунального хозяйства» / ЕНУ. – Астана, 2012. – С. 42-45.
2. Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водисточникам, местам водозабора для хозяйственно-питьевых целей, хозяйственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утверждены Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209.
3. Хайдукова Е.В., Моница Е.С. / Потребление и качество питьевой воды / Наука XXI века: Опыт прошлого – взгляд в будущее / Материалы Международной научно-практической конференции / Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СИБАДИ). 2015. – С. 130-134.
4. <https://www.gov.kz/memleket/entities/krem/press/article/details/67>.
5. А.В. Малышева / О проблемах сельского водоснабжения и пути их решения. / Energy machines and system, № 2, Санкт Петербург. 2015. – С. 60-67.
6. Будыкина Т.А. / Оценка качества питьевой воды по показателю "общая минерализация" / Современные проблемы охраны труда и окружающей среды / Сборник трудов секции № 10 XXXIII Международной научно-практической конференции. Химки. 2023, С. 26-30.
7. T.Mkilima, Y.Zharkenov, L.Utepbergenova, E.Smagulova, K.Fazylov, I.Zhumadilov, K.Kirgizbayeva, A.Baketova, G.Abdukalikova / Carwash wastewater treatment through the synergetic efficiency of microbial fuel cells and metal-organic frameworks with graphene oxide integration / Case Studies Chemical and Environmental Engineering, Volume 9, June 2024,100582
8. T.Mkilima, Y.Sabitov, Zh.Shakmov, T.Abilmazhenov, A.Tlegenov, A.Jumabayev, A.Turashev, Zh.Kaliyeva, L.Utepbergenova / Exploring the potential of biofunctionalized agricultural waste adsorbents integrated with UV-LED disinfection treatment / Case Studies Chemical and Environmental Engineering, Volume 9, June 2024,100582
9. T. Mkilima, Y. Zharkenov, L. Utepbergenova, A. Abduova, N. Sarypbekova, E. Smagulova, G. Abdukalikova K. Fazylov, I. Zhumadilov / Harnessing graphene oxide-enhanced composite metal-organic frameworks for efficient wastewater treatment / Water Cycle, Volume 5, 2024. – P. 86-98.
10. Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н. / Оценка гидроэкологического качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям и качеству питьевой воды / Наука, образование, технологии: проблемы, достижения и перспективы / Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – Москва, 2023. – С. 134-138.
11. Алукер Н.Л., Инновационный подход к определению основных показателей качества питьевой воды и мониторингу качества питьевых вод, употребляемых населением / Проблемы и перспективы современной научной мысли в России и за рубежом / Сборник тезисов III Международной конференции. – Кемерово, 2021. – С. 3-5.
12. Авчинников А.В. / Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды / Гигиена и санитария. – № 2, Хабаровск, 2001. – С. 11-20.
13. Т.И. Дровозова / Научные основы повышения качества воды / Санкт Петербург. 2019
14. Кулакова Е.С. / Повышение качества питьевой воды и рационализация водопотребления как перспектива развития систем водоснабжения сельских поселений / Известия вузов. Северо-Кавказский регион. – № 6. – 2012. – С. 111-115.
15. Петроченко А.В. / Инновационные решения подготовки воды в системах сельскохозяйственного водоснабжения и капельного орошения / Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – № 3 (63). – 2016. – С. 142-150.

References

1. Togabaev E.T. / K voprosu o razrabotke lokal'nykh sistem vodosnabzheniya sel'skikh naselennykh punktov Kazakhstana / Sbornik materialov I Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii

- «Nauchnoe obespechenie zhilishchno-kommunal'nogo khozyaistva» / ENU. – Astana, 2012. – S. 42-45.
2. Sanitarnye pravila «Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k vodoistochnikam, mestam vodozabora dlya khozyaistvenno-pit'evykh tselei, khozyaistvenno-pit'evomu vodosnabzheniyu i mestam kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya i bezopasnosti vodnykh ob'ektov», utverzhdeny Priказom Ministra natsional'noi ekonomiki Respubliki Kazakhstan ot 16 marta 2015 goda № 209.
 3. Khaidukova E.V., Monina E.S. / Potreblenie i kachestvo pit'voi vody / Nauka XXI veka: Opyt proshlogo - vzglyad v budushchee / Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii / Sibirskaya gosudarstvennaya avtomobil'no-dorozhnaya akademiya (SibADI). 2015. – S. 130-134.
 4. <https://www.gov.kz/memleket/entities/krem/press/article/details/67>.
 5. A.V. Malysheva / O problemakh sel'skogo vodosnabzheniya i puti ikh resheniya. / Energy machines and system. – № 2. – Sankt Peterburg, 2015. – S. 60-67.
 6. Budykina T.A. / Otsenka kachestva pit'voi vody po pokazatelyu "obshchaya mineralizatsiya" / Sovremennye problemy okhrany truda i okruzhayushchei sredy / Sbornik trudov sektsii № 10 KhKhXIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Khimki, 2023. – S. 26-30.
 7. T. Mkilima, Y. Zharkenov, L. Utepbergenova, E. Smagulova, K. Fazylov, I. Zhumadilov, K. Kirgizbayeva, A. Baketova, G. Abdusalikova / Carwash wastewater treatment through the synergetic efficiency of microbial fuel cells and metal-organic frameworks with graphene oxide integration / Case Studies Chemical and Environmental Engineering, Volume 9, June 2024, 100582
 8. T. Mkilima, Y. Sabitov, Zh. Shakmov, T. Abilmazhenov, A. Tlegenov, A. Jumabayev, A. Turashev, Zh. Kaliyeva, L. Utepbergenova / Exploring the potential of biofunctionalized agricultural waste adsorbents integrated with UV-LED disinfection treatment / Case Studies Chemical and Environmental Engineering, Volume 9, June 2024, 100582
 9. T. Mkilima, Y. Zharkenov, L. Utepbergenova, A. Abduova, N. Sarypbekova, E. Smagulova, G. Abdusalikova K. Fazylov, I. Zhumadilov / Harnessing graphene oxide-enhanced composite metal-organic frameworks for efficient wastewater treatment / Water Cycle, Volume 5, 2024. – P. 86-98.
 10. Chembarisov E.I., Rakhimova M.N. / Otsenka gidroekologicheskogo kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam i kachestvu pit'voi vody / Nauka, obrazovanie, tekhnologii: problemy, dostizheniya i perspektivy / Sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. – Moskva, 2023. – S. 134-138.
 11. Aluker N.L., Innovatsionnyi podkhod k opredeleniyu osnovnykh pokazatelei kachestva pit'voi vody i monitoringu kachestva pit'evykh vod, upotrebyaemykh naseleniem / Problemy i perspektivy sovremennoi nauchnoi mysli v Rossii i za rubezhom / Sbornik tezisov III Mezhdunarodnoi konferentsii. – Kemerovo, 2021. – S. 3-5.
 12. Avchinnikov A.V. / Gigienicheskaya otsenka sovremennykh sposobov obezrazhivaniya pit'voi vody / Gigiena i sanitariya. – № 2. – Khabarovsk, 2001. – S. 11-20.
 13. T.I. Drovovozova / Nauchnye osnovy povysheniya kachestva vody / Sankt Peterburg, 2019
 14. Kulakova E.S. / Povyshenie kachestva pit'voi vody i ratsionalizatsiya vodorotrebleniya kak perspektiva razvitiya sistem vodosnabzheniya sel'skikh poselenii / Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskii region. – № 6. – 2012. – S. 111-115.
 15. Petrochenko A.V. / Innovatsionnye resheniya podgotovki vody v sistemakh sel'skokhozyaistvennogo vodosnabzheniya i kapel'nogo orosheniya / Puti povysheniya effektivnosti oroshaemogo zemledeliya. – № 3 (63). – 2016. – S. 142-150.
-
-