

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ АВТОНОМНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ



АЛЕКСЕЙ GERMANOVICH PEROV
Доктор технических наук,
преподаватель кафедры
ViB НИУ МГСУ, руководитель
секции «Водоснабжение» научно-
экспертного совета консорциума
«Строительство и архитектура».

*А. Г. Первов, д. т. н., преподаватель кафедры
ViB НИУ МГСУ, руководитель секции «Водоснабжение»
научно-экспертного совета консорциума
«Строительство и архитектура»*

*Д. В. Спицов, к. т. н., директор ИИЭСМ НИУ МГСУ,
ученый секретарь научно-экспертного совета
консорциума «Строительство и архитектура»*

*А. О. Крупенко, к. э. н., исполнительный директор НАВВ,
ответственный секретарь научно-экспертного совета
консорциума «Строительство и архитектура»*

Т. З. Аунг, аспирант кафедры ViB НИУ МГСУ

В развитых странах широко используется доочистка воды, поступающей из городского водопровода. Это многочисленные системы «у крана», системы подготовки питьевой воды в столовых, ресторанах, больницах и т. д. Установка мини-станций чистой воды в доме или офисе все чаще рассматривается как альтернатива покупке бутилированной воды — как по качеству, так и по экономическим соображениям. Многие современные объекты — медицинские оздоровительные центры и поликлиники, элитные жилые дома, офисные здания предъявляют повышенные требования к составу водопроводной воды по содержанию железа, бактерий, взвешенных веществ, а также по жесткости. Установка станций доочистки воды в зданиях связана с проблемами размещения, монтажа и эксплуатации (сервисного обслуживания). От выбранной технологии очистки зависит не только качество воды, но и габариты сооружений, затраты на монтаж и эксплуатацию, учитывающие объемы сточных вод и воды на собственные нужды.

В мировой практике накоплен обширный опыт разработки и применения различных технологий улучшения качества воды, подаваемой в водопроводную сеть. Однако в настоящее время все большее предпочтение отдается мембранным методам ввиду их относительно невысокой стоимости, компактности, простоты обслуживания [1]. Традиционные технологии

с использованием напорных фильтров с загрузками из песка, угля и ионообменных смол громоздки, требуют затрат на эксплуатацию (замена загрузок или их регенерация), при их промывке и регенерации образуются стоки [1, 2].

Введение платы за пользование водопроводной водой и за сбросы в канализацию вынуждает использовать водоочистные

системы, потребляющие минимальное количество воды и не имеющие сбросов [3]. Современные разработки систем водоподготовки с применением мембранных технологий позволяют снабжать инженерные системы качественной водой, обеспечивая надежность их работы [3, 4].

Современное состояние городского строительства требует подачи в здания не только качественной питьевой воды, удовлетворяющей требованиям СанПиН, но и воды для специальных технологических нужд: подпитки контуров теплосети и отопления, оросителей и испарителей систем кондиционирования воздуха, паровых котлов «крышных котельных» для систем теплоснабжения [3].

В зависимости от требований к качеству подготовленной воды в системах нанофильтрации используются мембраны с разными показателями селективности (солезадерживающей способностью). Для нужд подпитки теплосети и горячего водоснабжения карбонатный индекс KI очищенной воды в мембранных установках

должен удовлетворять следующим условиям:

$$KI = [Ca+2] \cdot [HCO-3] \leq 2-5,$$

где $[Ca+2]$ и $[HCO-3]$ — концентрация кальция и щелочность, мг-экв/л.

В настоящее время целый ряд жилых объектов стремится перейти на автономное водоснабжение и теплоснабжение. Это позволяет существенно сократить плату за воду. Особенно эффективным представляется переход на автономное водоснабжение в районах, где для водоснабжения используются подземные воды. Подземные воды часто, помимо повышенного содержания железа и жесткости, содержат ряд растворенных загрязнений (таких как фториды, аммоний, стронций, литий, бор и др.), удаление которых из питьевой воды требует существенных затрат. Переход на автономное водоснабжение объекта позволяет использовать на объекте новые технологии, позволяющие более эффективно и дешево решить проблемы подготовки качественной воды и не зависеть от работы



ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ СПИЦОВ
Кандидат технических наук,
директор ИИЭСМ НИУ МГСУ,
ученый секретарь научно-экспертного совета консорциума
«Строительство и архитектура».

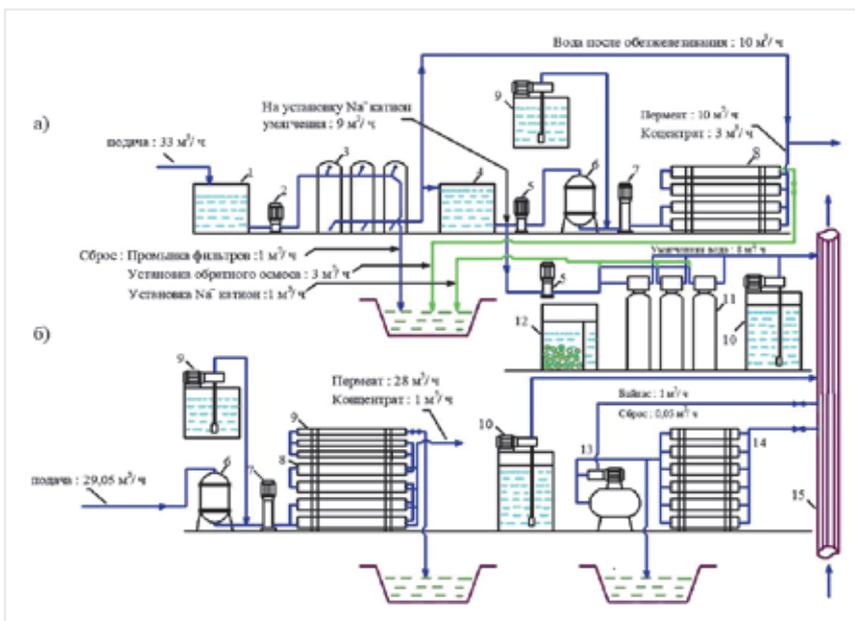


Рис. 1. Технологические схемы водоподготовки для хозяйственно-питьевого и горячего водоснабжения автономных жилых объектов: а) традиционный подход к созданию схемы водоподготовки: 1 — приемный бак исходной воды; 2 — насос подачи воды на очистку; 3 — фильтры обезжелезивания; 4 — промежуточный бак обезжележенной воды; 5 — промежуточный бак насос подачи на фильтры предочистки перед системой обратного осмоса; 6 — патронные фильтры предочистки; 7 — рабочий насос установки обратного осмоса; 8 — установка обратного осмоса; 9 — система дозирования ингибитора осадкообразования для системы обратного осмоса; 10 — система дозирования ингибитора коррозии; 11 — система натрий-катионитового умягчения; 12 — растворный бак таблетированной соли; 13 — рабочий насос установки ультрафильтрации; 14 — установка ультрафильтрации; б) использование новых разработок для сокращения расхода концентрата мембранных установок и для борьбы с коррозией



АРТЕМ ОЛЕГОВИЧ КРУПЕНКО
Кандидат экономических наук,
исполнительный директор НАВВ,
ответственный секретарь научно-
экспертного совета консорциума
«Строительство и архитектура».

централизованного водоснабжения [2, 4]. Однако и в схемах автономного водоснабжения имеются различные подходы к решению проблем очистки воды, которые могут значительно отличаться как по величине капитальных, так и по величине эксплуатационных затрат. В настоящей статье проведено экономическое сравнение традиционного подхода к очистке подземных вод для получения воды питьевого качества и борьбы с коррозией трубопроводов горячего водоснабжения, а также новых разработок кафедры «Водоснабжения и водоотведения» НИУ МГСУ. Технологические схемы процессов водоподготовки для водоснабжения автономных объектов представлены на рис. 1.

Необходимой ступенью схемы является очистка подземной воды от железа (рис. 1). Для удаления железа используются различные технологии [1]. Наиболее широко применяемой технологией является использование каталитических загрузок [1]. В случаях, когда подземные воды содержат в повышенных концентрациях жесткость, фтор, стронций, литий, аммоний, для очистки дополнительно применяют установки обратного осмоса. В случае если исходная подземная вода имеет высокую жесткость, для использования ее в горячем водоснабжении следует умягчать

исходную воду. Традиционно удаление жесткости производится с применением установок натрий-катионирования (рис. 1). Еще одна статья затрат для автономного горячего водоснабжения — затраты на поддержание качества горячей воды — борьба с коррозией. Для борьбы с коррозией в системе горячего водоснабжения в поступающую в бойлеры воду дозируются ингибиторы коррозии. Среди наиболее эффективных ингибиторов следует выделить «Аминат-ДМ» (производство «Траверс», г. Москва). Для успешного контроля коррозионных процессов концентрация ингибитора в циркуляционном контуре горячей воды поддерживается на уровне 1 мг/л. Однако переходящие в воду ионы железа связываются с молекулами ингибитора, что снижает его ингибирующее действие и требует дозирования дополнительного количества ингибитора. Поэтому для борьбы с коррозией в системе горячего водоснабжения требуется постоянное дозирование ингибиторов коррозии, что существенно влияет на величину эксплуатационных затрат общей системы водоснабжения объекта.

Для экономического сравнения вариантов водоподготовки для хозяйственно-бытовых нужд, а также для горячего водоснабжения жилого здания проведено сравнение

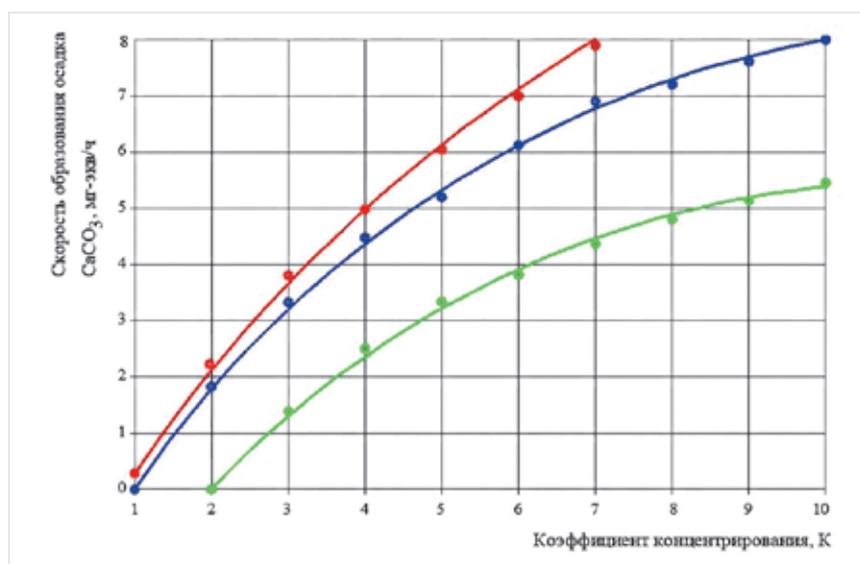


Рис. 2. Сравнение скоростей образования осадка карбоната кальция (зависимости скорости образования карбоната кальция от коэффициента концентрирования воды в установке K) в промышленных рулонных мембранных аппаратах с различными мембранами: 1 — аппарат с обратноосмотическими мембранами BLN, доза ингибитора «Аминат-К» — 5 мг/л; 2 — аппарат с нанофильтрационными мембранами 90 NE, доза ингибитора «Аминат-К» — 1 мг/л; 3 — аппарат с нанофильтрационными мембранами 70 NE, доза ингибитора «Аминат-К» — 1 мг/л

годовых эксплуатационных затрат всего комплекса оборудования. Расчеты затрат включают для установки обезжелезивания: годовые затраты на замену загрузок (BIRM), а также затраты на сброс в канализацию промывной воды фильтров. Для установки натрий-катионитового умягчения (подготовки воды для контура горячего водоснабжения) определялись расходы на: годовое потребление таблетированной соли, годовые расходы на замену ионообменной смолы, а также расходы на сброс в канализацию регенерационных растворов и вод отмытки. Для эксплуатации контура горячего водоснабжения важной статьей затрат является постоянное дозирование в исходную воду ингибиторов коррозии. Для определения годовых затрат на эксплуатацию установки обратного осмоса определяются затраты на замену мембран, на дозирование ингибиторов осадкообразования, на проведение химических промывок мембран, на замену картриджей предочистки, а также затраты на электроэнергию и сброс концентрата в канализацию. Результаты расчета затрат представлены в табл. 1. Для расчетов использовали данные фирм — изготовителей оборудования и поставщиков загрузок фильтров, мембран и реагентов.

Для нового варианта водоподготовки использовали разработанный авторами подход к созданию схем питьевого водоснабжения, описанный в [2]. Сущность подхода к производству питьевой воды с применением мембран состоит в применении нанофильтрационных мембран с величиной средней селективности по солям 70%.

Как показано в [2, 4], это позволяет сократить интенсивность осадкообразования, уменьшить дозу ингибитора до величины 1–2 мг/л, сократить расходы на химические промывки (табл. 2). Применение нанофильтрационных мембран позволяет разработать систему сокращения расхода концентрата до величины, не превышающей 5% расхода исходной воды, поступающей на очистку [2]. Для сокращения затрат в проекте отказались от системы предочистки с применением обезжелезивания, так как невысокая концентрация железа (до 1 мг/л) делает безопасной эксплуатацию установки при условии эффективного удаления железа при проведении химических промывок и одновременном удалении осадка карбоната кальция [5]. Применение нанофильтрационных мембран, имеющих более высокое значение удельной проницаемости, позволяет также сократить величину рабочего давления и общее количество мембранных аппаратов [5]. Для производства горячей воды эффективно использовать нанофильтрационные мембраны с величиной селективности 90% (табл. 2). Для этого часть аппаратов мембранной установки используют нанофильтрационные мембраны с более высокой селективностью, обеспечивающей снижение концентрации кальция на 90%, а щелочности на 80%. Это позволяет достичь качества воды на уровне требований для водогрейных котлов (величины карбонатного индекса — произведения кальция на щелочность 0,5). На рис. 2 показаны результаты определения скоростей образования осадка карбоната кальция



ТЕ 30 АУНГ (МЬЯНМА)
 Аспирант кафедры ВуВ НИУ МГУС.



Рис. 3. Установка обратного осмоса производительностью 30 куб. м в час для водоснабжения автономных объектов с системой сокращения расхода концентрата до 1–0,5 куб. м в час

Таблица 1. Сравнение технико-экономических показателей различных схем водоподготовки

№ п/п	Статьи затрат, параметры установок	Существующая (схема 1)	Предлагаемая технология (схема 2)
	1	2	3
1.	Установка обезжелезивания:		
1.1.	• капитальные затраты, руб.	1 860 000	—
1.2.	• производительность по чистой воде, м³/ч	33,0	—
1.3.	• сброс в канализацию, м³/ч	1,0	—
1.4.	• годовые затраты на замену загрузки BIRM, руб/год	132 270	—
2.	Установка На-катионирования:		
2.1.	• капитальные затраты, руб.	744 000	—
2.2.	• сброс в канализацию, м³/ч	1	—
2.3.	• годовые затраты на поваренную соль, руб/год	564 000	—
3.	Установка обратного осмоса:		
3.1.	• капитальные затраты, руб/м³	2 400 000	3 720 000
3.2.	• производительность, м³/ч	10,0	28,0
3.3.	• сброс концентрата в канализацию, м³/ч	3,0	1,0
3.4.	• годовые затраты на электроэнергию, руб/год	450 000	567 000
3.5.	• годовые затраты на покупку ингибитора, руб/год	560 000	210 000
3.6.	• годовые затраты на моющие растворы, руб/год	140 000	124 000
4.	Подготовка горячей воды:		
	Блок дозирования ингибитора коррозии:		
4.1.	• капитальные затраты, стоимость блока, руб.	100 000	80 000
4.2.	• годовые затраты на покупку ингибитора коррозии, руб/год	490 000	245 000
	Установка ультрафильтрации для очистки горячей воды, на байпасе:		
4.3.	• капитальные затраты, руб.	—	100 000
4.4.	• сброс в канализацию, м³/ч	—	0,05
5.	Общий расход сбросов в канализацию, м³/ч	5,0	1,05
6.	Общие годовые затраты на сброс в канализацию, руб/год	700 000	140 000
7.	Общие капитальные затраты на оборудование, руб.	5 104 000	3 900 000
8.	Сумма эксплуатационных затрат, руб/год	3 036 270	1 286 000
9.	Приведенные затраты, руб/год (З = К/6 + Сэкс.)	3 886 936,67	1 936 000



ЖКХ РОССИИ

18–20 АПРЕЛЯ 2023

ХІХ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГО- И РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЖИЛИЩНОГО ФОНДА,
КАПИТАЛЬНЫЙ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

СИСТЕМЫ КОММУНИКАЦИИ,
БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЯ

ВНУТРИДОМОВЫЕ
ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ПРОГРАММНОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ. УСЛУГИ ДЛЯ ЖКХ.

БЛАГОУСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ
И ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

СОВРЕМЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ
И ОБОРУДОВАНИЕ

КОММУНАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

РЕСТАВРАЦИЯ И СОХРАНЕНИЕ
ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ВОДООТВЕДЕНИЕ,
ПОДГОТОВКА И ОЧИСТКА ВОДЫ



ОДНОВРЕМЕННО
С «ЖКХ РОССИИ» ПРОЙДУТ
ИННОВАЦИОННЫЕ
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЕКТЫ:
РОССИЙСКИЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ,
ВЫСТАВКА СВАРКА/WELDING,
ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС
«ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»



ВЫСТАВОЧНАЯ ПРОГРАММА | КОНГРЕССНАЯ ПРОГРАММА | ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЛОВЫХ ВСТРЕЧ

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
EXPOFORUM
РОССИЯ, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ТЕЛ./ФАКС: +7 (812) 240 40 40 (ДОБ. 2622, 2245)
GKH@EXPOFORUM.RU, GKH.EXPOFORUM.RU
@ZHKHRUSSIA
САМАЯ АКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРОЕКТЕ
В НАШЕМ TELEGRAM-КАНАЛЕ!

18+



в обратноосмотических и нано-фильтрационных аппаратах в зависимости от значения коэффициента снижения объема исходной воды в установке: $K = Q_{и}/Q_{к}$. Благодаря применению нанофильтрационных мембран расход концентрата установки водоподготовки составляет не более 2,5–3% от расхода исходной воды, поступающей на очистку [6]. На рис. 3 представлены фото установки производительностью 30 куб. м в час, снабженной блоком мембранных аппаратов-концентраторов, позволяющих сократить расход концентрата до величины 1 куб. м в час.

При неравномерном отборе горячей воды, при преимущественном отборе в течение дневного времени, в ночное время вода циркулирует в контуре и происходит коррозия. Решение проблемы очистки циркулирующей воды от железа производится при использовании принципа «байпасной» очистки. Этот принцип заключается в непрерывном удалении накапливаемых в циркулирующей воде загрязнений путем пропускания ее через специальные фильтры. Производительность установки «байпасной» очистки подбирается таким образом, чтобы в течение суток через нее прошел весь объем циркулирующей в системе воды (рис. 4). Для очистки горячей воды используются половолоконные ультрафильтрационные мембраны, имеющие размер пор порядка 0,01 микрона, что позволяет им эффективно задерживать самые мелкие коллоиды гидроокиси железа. Ультрафильтрационная система «байпасной» очистки горячей воды производительностью 1000 литров в час представлена на рис. 5. Принцип работы системы ультрафильтрации состоит в фильтровании воды через ультрафильтрационные мембраны при низком давлении (0,5–2,0 бар). При этом на мембране образуется слой рыхлого осадка гидроокиси железа, который, по мере накопления, снижает производительность мембраны. Фильтроцикл, в зависимости от содержания в воде железа, длится от 10 до 30 минут. После окончания фильтроцикла следует цикл промывки. При этом очищенная (прошедшая через мембраны) вода подается под давлением в канал фильтрата «обратным током», проходит через мембрану,

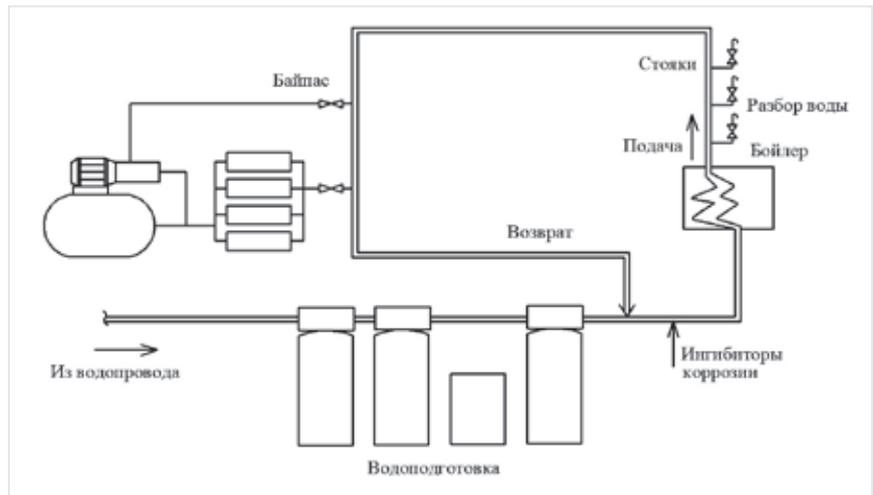


Рис. 4. Принцип «байпасной» очистки горячей воды от железа с применением установки ультрафильтрации



Рис. 5. Внешний вид установки ультрафильтрации для «байпасной» очистки горячей воды циркуляционного контура системы горячего водоснабжения гостиницы «Хаятт» (Москва). Производительность — 1000 литров в час

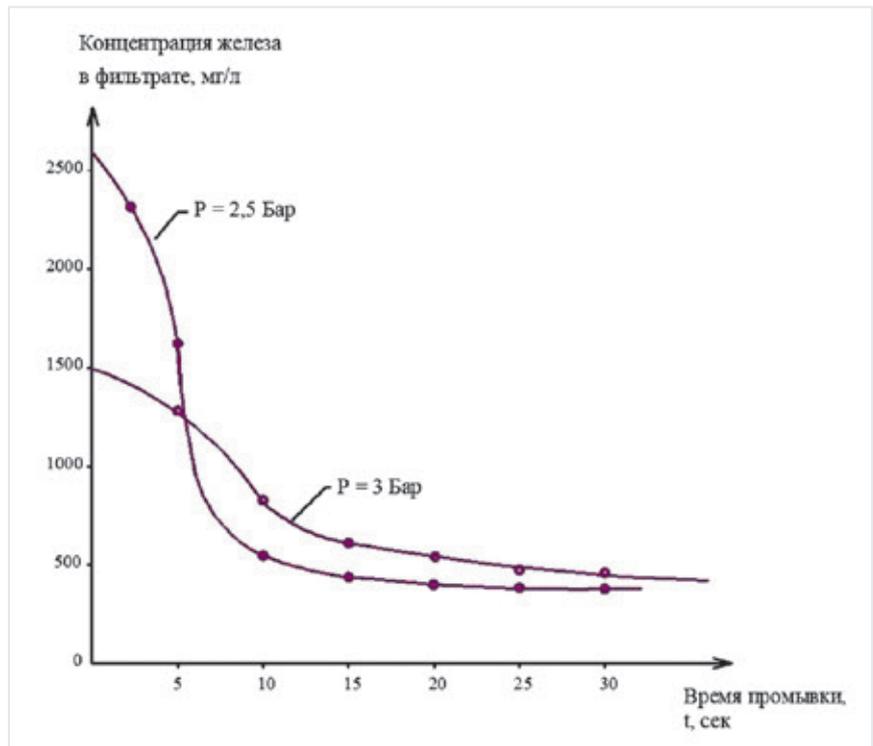


Рис. 6. Изменение концентраций железа в пробах промывной воды в зависимости от времени проведения промывки установки ультрафильтрации



INTERNATIONAL
ASSOCIATION OF
FOUNDATION
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ
АССОЦИАЦИЯ
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ 2023 года*

КОНФЕРЕНЦИИ, ФОРУМЫ И СЕМИНАРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

ЯНВАРЬ

СЕМИНАР «**Сейсмостойкое строительство и сейсмическое районирование**»
(курс лекций в АО «НИЦ «Строительство») Москва **25–26 ЯНВАРЯ**

МАРТ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Инженерная защита территорий, зданий и сооружений**» Сочи **22–23 МАРТА**

АПРЕЛЬ

СЕМИНАР «**Инженерные изыскания и проектирование фундаментов на многолетнемерзлых грунтах**» (курс лекций в НИИОСП им. Н. М. Герсеванова АО «НИЦ «Строительство») Москва **12–14 АПРЕЛЯ**

МАЙ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Основания и фундаменты: современные технологии, специальная техника, оборудование и материалы**» (в рамках выставки СТТ Expo) Москва **24–25 МАЯ**

ИЮЛЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства**» Санкт-Петербург **5–6 ИЮЛЯ**

СЕНТЯБРЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «**Мостовые сооружения: современные технологии проектирования, строительства и реконструкции**» Москва **20–22 СЕНТЯБРЯ**

НОЯБРЬ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ «АРКТИКА» Тюмень **14–16 НОЯБРЯ**

УЧАСТИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ В ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСТАВКАХ:

14–17 ФЕВРАЛЯ

SIBERIAN BUILDING WEEK
Новосибирск

2–3 МАРТА

АРКТИКА–2023
Москва

28–31 МАРТА

MOSBUILD
Москва

18–20 АПРЕЛЯ

INTERSTROYEXPO
Санкт-Петербург

18–20 АПРЕЛЯ

BUILD URAL
Екатеринбург

18–20 АПРЕЛЯ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ
Санкт-Петербург

25–27 АПРЕЛЯ

MININGWORLD RUSSIA
Москва

23–26 МАЯ

СТТ EXPO
Москва

6–8 ИЮНЯ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ
Москва

*В календарь 2023 года могут быть внесены изменения, касающиеся корректировки тематики, сроков и места проведения мероприятий.

За дополнительной информацией Вы можете обратиться по телефонам: +7 (495) 66-55-014, +7 (925) 575-78-10
e-mail: info@fc-union.com, www.fc-union.com

разрушает осадок и выносит его в канализацию. Продолжительность цикла промывки составляет от 20 до 40 секунд. Включение и выключение циклов промывки производятся автоматически с применением магнитных клапанов и реле времени. Для подбора установки байпасной очистки требуется знание скорости растворения железа, максимального значения концентрации железа в воде, циркулирующей в контуре в течение суток, значение циркуляционного расхода в контуре. Значение периода работы между проведением автоматизированных промывок (времени фильтроцикла) и продолжительности обратной промывки, а также величины рабочего давления и давления промывной воды определяются на основании проведенных исследований (рис. 6, 7 и 8).

В табл. 1 представлены результаты расчетов по определению величин эксплуатационных затрат установок, используемых в схеме очистки. Так, для установки обезжелезивания производительностью 30 куб. м/час в качестве загрузки используется гранулированный материал BIRM, поставляемый в мешках объемом по 28,3 л и стоимостью 4340 рублей. Для загрузки

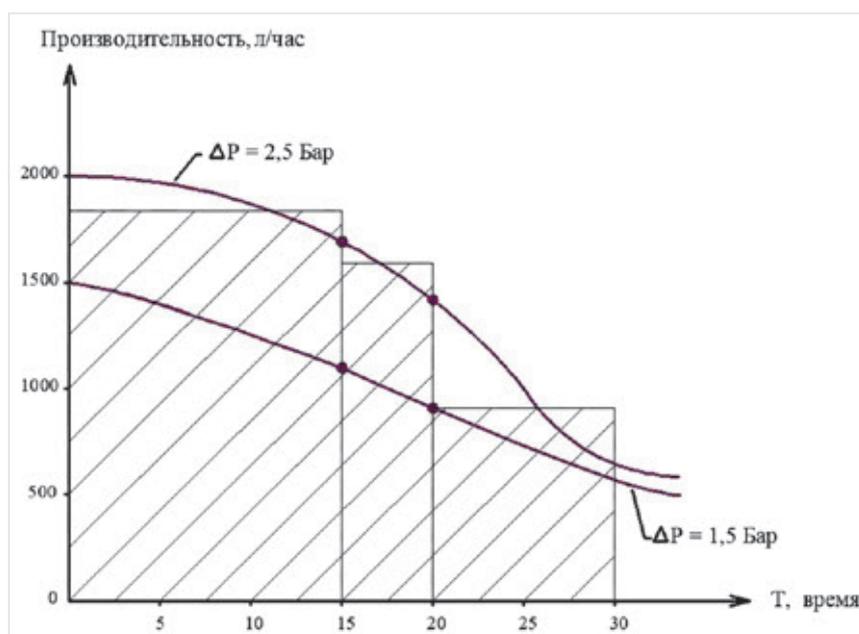


Рис. 7. График изменения производительности установки в течение фильтроцикла

фильтров требуется 61 мешок. Частота замены загрузки в фильтрах обезжелезивания составляет один раз в два года. Стоимость замены загрузок составляет 132 370 рублей в год.

Для эксплуатации установки обратного осмоса традиционно используется дозирование ингибитора осадкообразования в исходную

воду. Используется ингибитор «Аминат-К» производства фирмы «Траверс» (г. Москва). Доза ингибитора традиционно принимается 5 мг/л. Ингибитор поставляется в канистрах по 22 кг стоимостью 14 000 рублей. Общее количество закупаемого в год ингибитора составит 876 кг (40 канистр) стоимостью 560 000 рублей.

Таблица 2. Состав воды из скважины, содержащей литий (г. Видное) и качество пермеата

Показатели	Исходная вода / вода после обезжелезивания	Пермеат ОО	После смешения пермеат ОО: исходная вода		Пермеат NF70	Пермеат 90NE	Норматив СанПиН 2.1.4.1074.01
			1:1	2:1			
Ж _{общ.} , мг-экв/л	7,0	0,5	3,68	2,53	2,4	0,7	1,5–7,0
Ca ²⁺ , мг-экв/л	4,8	—	—	—	—	0,48	—
Mg ²⁺ , мг-экв/л	2,20	—	—	—	—	0,22	—
Na ⁺ +K ⁺ , мг-экв/л	0,62	0,1	1,36	0,27	0,2	0,1	—
Cl ⁻ , мг-экв/л	0,2	0,03	1,12	0,85	0,1	0,04	350 мг/л
SO ₄ ²⁻ , мг-экв/л	0,6	0,01	0,3	0,21	0,07	0,02	500 мг/л
HCO ₃ ⁻ , мг-экв/л	7,1	0,33	3,68	2,6	2,4	0,74	—
Fe ²⁺ , мг/л	0,48 / 0,1	0,01	0,05	0,08	0	—	0,3
NH ₄ ⁺ , мг/л	2,0	—	0,01	0,01	0,04	—	0,50
Li, мг/л	0,051	0,006	0,03	0,02	0,02	—	0,03
Общее солесодержание, мг/л	637	32	330	343	220	99	—
Карбонатный индекс K _н = [Ca][Щ], (мг-экв/л) ²	—	—	—	—	—	0,35	—

Главная выставка строительной техники
и технологий в России

23—26 мая 2023

Крокус Экспо, Москва

СТТ
EXPO



Получите бесплатный билет
по промокоду **MPCTTI**

www.ctt-expo.ru

При поддержке

 **КРОКУС ЭКСПО**
Международный выставочный центр

ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- Строительная техника и транспорт
- Производство строительных материалов
- Добыча, обогащение и транспортировка полезных ископаемых
- Запчасти и комплектующие для машин и механизмов. Смазочные материалы

Для умягчения воды (в установке водоподготовки для горячего водоснабжения) используется установка натрий-катионирования производительностью 6 куб. м в час. Для используемого в ней катионита «Акваион ДС-118» (объем 325 л) стоимость поставки составляет 120 руб/литр. Замена смолы производится один раз в четыре года, стоимость замены смолы составляет 9750 рублей в год. Расчеты показали, что для регенерации натрий-катионитовых фильтров требуется 25,74 кг технической соли в сутки. Для эксплуатации установки в течение одного года потребуется 376 мешков соли «Промсалт» стоимостью 1400 рублей, годовые затраты на соль составят 564 000 рублей.

Ингибитор коррозии «Аминат ДМ» дозируется в систему горячего водоснабжения для поддержания дозы 1 мг/л в объеме воды циркуляционного контура.

Годовое количество ингибитора составляет 744,6 кг. Ингибитор поставляется в канистрах по 22 кг. Использование установки ультрафильтрации для байпасной очистки горячей воды позволяет сократить скорость загрязнения горячей воды коллоидами железа и вдвое сократить количество используемого ингибитора.

Таким образом, как следует из табл. 1, применение новой усовершенствованной технологии водоподготовки позволяет значительно сократить эксплуатационные затраты на оплату холодной и горячей воды за счет сокращения сбросов в канализацию и за счет сокращения затрат на закупку реагентов.

Выводы

Как показывают результаты расчетов, применение мембран с низкой селективностью позволяет довести выход фильтрата до 96%, что в условиях высокой платы за воду делает системы нанофильтрации экономичными в отношении расходов на собственные нужды. Себестоимость очистки снижается с увеличением выхода фильтрата, что достигается использованием низкоселективных мембран (рис. 13, б), при этом ухудшается качество фильтрата. Выбор оптимального типа мембран определяется соображениями себестоимости, уровня загрязненности исходной воды и глубины ее очистки.

Описанные технологии применяются при разработке:

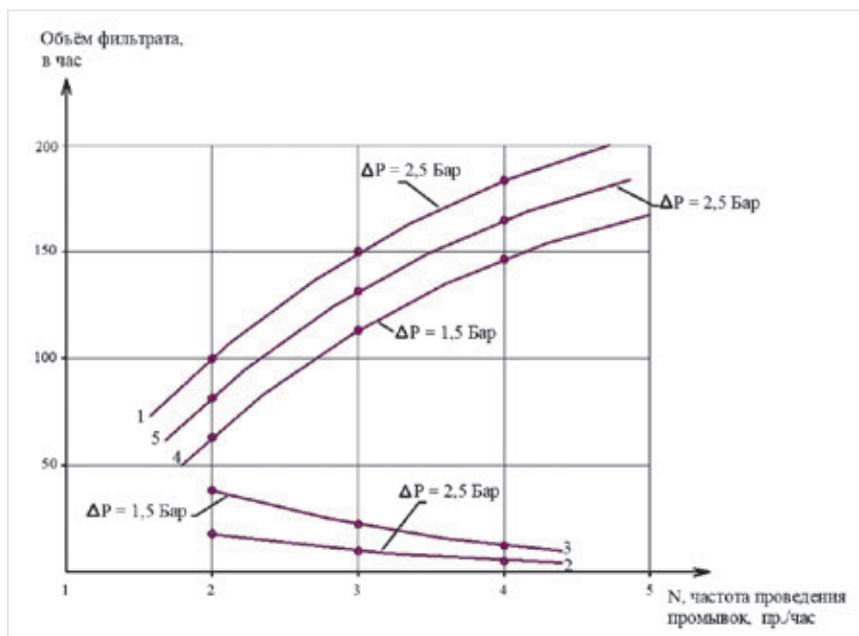


Рис. 8. Определение оптимального режима работы установки: определение N — частоты проведения автоматизированных промывок в час

- систем очистки воды для централизованного водоснабжения: станции очистки поверхностной воды и станций очистки подземной воды производительностью до 10 тыс. м³/ч (системы полностью безреагентные);

- систем очистки воды для микрорайонов и комплексов промышленных и торговых зданий;

- систем улучшения качества водопроводной воды для отдельных жилых и офисных зданий;

- систем подготовки воды подпитки теплосетей и бойлеров жилых и промышленных зданий;

- систем улучшения качества воды из технических водопроводов городских предприятий;

- систем подготовки питательной воды паровых котлов среднего и высокого давления («крышных котельных» и мини-ТЭЦ) для теплоснабжения зданий или городских жилых комплексов (ЦТП) в комбинации систем нанофильтрации с системами обратного осмоса.

В разработанных технологиях очистки воды на основе методов ультрафильтрации и нанофильтрации для систем водоснабжения и теплоснабжения городских зданий применяется компактное, легко монтируемое оборудование с простым наращиванием мощности. При этом обеспечивается автоматизированный круглосуточный режим работы, не требуются реагенты и расходные материалы, сервисное обслуживание проводится не чаще, чем через шесть месяцев непрерывной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первов А. Г. Технологии очистки природных вод. Учебное издание. — М.: Издательство АСВ, 2016. — 600 с.

2. Первов А. Г., Андрианов А. П., Спицов Д. В., Рудакова Л. В. Новые технологии и аппараты на основе методов ультра- и нанофильтрации для систем водоснабжения и теплоснабжения. Водоснабжение и санитарная техника, 2009, 7, стр. 12–19.

3. Первов А. Г., Бондаренко В. И., Жабин Г. Г. Применение комбинированных систем обратного осмоса и ионного обмена для подготовки питательной воды паровых котлов // Энергосбережение и водоподготовка. 2004. № 5.

4. Первов А. Г., Андрианов А. П., Спицов Д. В. Программа для технологического расчета систем нанофильтрации // Водоснабжение и сантехника. 2008. № 11.

5. А. Г. Первов, А. П. Андрианов, Р. В. Ефремов, В. А. Головесов. Новая технология сокращения расходов концентратов установок обратного осмоса. Мембраны и мембранные технологии, 2021, том 11, № 6.

6. А. Г. Первов, В. А. Головесов, Г. Я. Рудакова, Д. В. Спицов. Выбор мембран и сервисных реагентов для мембранных установок, применяемых для обработки подземных вод. Вестник МГСУ, 2020, т. 15, вып. 11.