МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САНИТАРНОМУ КОНТРОЛЮ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ И ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ДИСТИЛЛЯЦИОННЫХ ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Москва — 1988 год

gost.e-ecolog.ru

Методические указания разработаны в НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР (проф. Ю. А. Рахманин, к. м. н. Р. И. Михайлова, к. б. н. Г. В. Вербицкая, к. м. н. А. В. Филиппова, к. б. н. Ю. Н. Никитина, к. м. н. И. Н. Рыжова, О. И. Кулакова, В. С. Камбурова) при участии СЭС Центральной медико-санитарной части г. Шевченко Каз.ССР (В. Н. Тычинин, А. В. Артеменко, Н. И. Брюзгина, к. м. н. З. В. Гречановская), Центральной СЭС Минздрава СССР (А. М. Ковалев), Красноводской обл. СЭС Туркм.ССР (А. В. Валиев), НИИ санитарии и гигиены им. Г. М. Натадзе Минздрава ГССР (к. м. н. А. Р. Залкалиани, И. З. Папуашвили), Тбилисской гор. СЭС (к. м. н. М. В. Чхиквадзе), Дальневосточного отделения АН СССР (к. м. н. Н. Ф. Кушнерова), НИИ эпидемиологии, гигиены и профзаболеваний Республиканского центра гигиены и эпидемиологии Минздрава Аз.ССР (Д. Х. Айвазова), Дальневосточного технологического института Минбытпрома РСФСР (В. Н. Густилин), Мангышлакского энергокомбината (Ю. С. Баранов, Р. Н. Мусихин), Свердловского НИИИХИММАШ'а (В. Б. Чернозубов, А. П. Егоров), Института коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского (к. т. н. И. Г. Вахнин), Красноводской ТЭС Ю. Ш. Кегомян).

«Утверждаю»
Заместитель Главного
Государственного санитарного
врача СССР
А. И. Заиченко
№ 4687-88 от 1 августа 1988 г.

Настоящие «Методические указания по санитарному контролю за применением и эксплуатацией дистилляционных опреснительных установок» предназначены для врачей санитарно-эпидемиологических станций, а также исследователей, работающих в области опреснения воды в учреждениях, подведомственных Министерству здравоохранения СССР и минздравам союзных республик, и для специалистов технических и хозяйственных организаций, занимающихся разработкой и эксплуатацией дистилляционных опреснительных установок (ДОУ).

В «Методических указаниях» излагаются основные положения по организации и проведению санитарного контроля за применением и эксплуатацией дистилляционных опреснительных установок, определены санитарные требования к качеству исходной и питьевой опресненной воды. В связи с постоянным совершенствованием технологии опреснения и конструкций дистилляционных установок данные Указания могут в дальнейшем дополняться и изменяться.

I. Опреснение соленых и солоноватых вод методом дистилляции

Растущий дефицит доброкачественной пресной воды в ряде районов СССР определяет необходимость разработки и внедрения в практику водоснабжения новых методов водоподготовки, в том числе различных методов опреснения соленых и солоноватых вод.

Дистилляционный метод опреснения относится к самым дешевым крупномасштабным способам получения опресненной воды, в связи с чем в настоящее время как по количеству опреснительных установок так и, особенно, по их суммарной производительности методы дистилляции занимают доминирующее положение в опреснительной технике.

В технико-экономическом отношении дистилляция имеет ряд преимуществ по сравнению с другими методами опреснения: широкий диапазон производительности, полностью автоматизированный режим работы и длительный срок эксплуа-

тации установок, возможность использования в качестве источников тепловой энергии атомных электростанций и сбросного тепла ряда отраслей промышленности (металлургической, химической и др.). Производительность промышленных отечественных ДОУ различного типа составляет от 3,6 до 16,8 тысяч кубометров воды в сутки.

Наиболее широкое применение дистилляционные методы получили для опреснения соленых морских и океанических вод при организации водоснабжения населенных мест прибрежных районов и водообеспечения судов торгового и промыслового флота.

В настоящее время крупные опреснители обеспечивают хозяйственно-питьевое водоснабжение Мангышлакского территориально-производственного комплекса Казахской ССР (г. Шевченко с численностью населения более 160 тысяч человек, г. Н. Узень, пос. Жетыбай, Мангышлак, Ералиево), г. Красноводска и пос. Бекдаш Туркменской ССР.

Заслуживает внимания достаточно высокая эффективность использования дистилляционных установок для обессоливания сточных вод, в том числе и минерализованных шахтных стоков, в системе мероприятий по охране окружающей среды, что позволяет предотвратить загрязнение и засолонение пресноводных водоисточников и получить дополнительные ресурсы пресной воды для технических целей (для котельных, пылеподавления, технического водоснабжения горячей водой). Обоснование необходимости опреснения и очистки высокоминерализованных стоков целесообразно проводить с учетом «Временной типовой методики определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды» (1983 г.).

Исследованиями показано, что дистиллят промышленных опреснительных установок в гигиеническом отношении является наиболее неблагоприятной опресненной водой, характеризуется неудовлетворительными органолептическими и биологическими свойствами, недостаточными в ряде случаев безвредностью химического состава и эпидемической безопасностью, физиологической неполноценностью и невысокой стабильностью состава. Использование промышленного дистиллята ДОУ в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения может быть разрешено только при условии обязательного его кондиционирования, включая стабилизацию и понижение температуры, коррекцию солевого и микроэлементного состава, доочистку от органических примесей, мо-

гущих неблагоприятно влиять на органолептические и биологические свойства воды, а также обязательное заключительное обеззараживание.

II. Принцип действия и характеристика дистилляционных опреснительных установок

Получение пресной воды методом дистилляции основано на сепарации молекул воды из раствора солей путем изменения ее агрегатного состояния, т. е перевода воды с помощью тепла в парообразное состояние с последующей конденсацией пара.

Принципиально различаются 4-е основные разновидности технологических дистилляционных процессов, нашедшие наиболее широкое применение в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения: многоступенчатое тонкопленочное испарение, многоступенчатое мгновенное вскипание, парокомпрессию и гелиоопреснение.

По характеру использования тепловой энергии, необходимой для фазовых превращений воды, ДОУ делятся на одноступенчатые (однократное прохождение воды через испаритель), многоступенчатые (в которых тепло конденсации пара предыдущего испарителя используется для подогрева и испарения воды в последующем испарителе) и парокомпрессионные (при предварительном повышении температуры первичного пара испарителя в компрессоре или паровом эжекторе). Все перечисленные типы установок могут иметь испарители, работающие в вакууме, при нормальном и избыточном давлении; по характеру испарения разделяются на пленочное кипение, кипение в толще испаряемой воды и в вынесенной зоне (адиабатные установки), а по характеру прохождения опресняемой воды разделяются на проточные (через которые вода проходит один раз) и циркуляционные (многократное прохождение воды).

В тонкопленочных испарителях соленая вода стекает сверху вниз по обогреваемым паром вертикально или горизонтально расположенным трубам, нагревается и частично испаряется за счет тепла, передаваемого через стенки этих труб. К достоинствам испарителей этого типа относится их высокие термодинамичность и коэффициент теплоотдачи (особенно при применении труб с рифленой поверхностью), к недостаткам — необходимость перекачки неиспарившейся воды после каждой ступени испарителя.

Многоступенчатые установки мгновенного вскипания (адиабатные испарители) характеризуются тем, что испарение происходит при поступлении нагретой воды в камеры с давлением, более низким, чем давление насыщения пара при данной температуре воды. Для крупномасштабных станций опреснение воды в многоступенчатых тонкопленочных дистилляционных установок может быть дешевле, чем в опреснителях мгновенного вскипания.

Парокомпрессионные установки, основанные на принципе комбинирования этих двух методов, способны работать с переменной производительностью в зависимости от потребности в пресной воде и являются наиболее экономичными. Они предусматривают возможность использования сбросной тепловой энергии промышленных предприятий.

Основным недостатком дистилляционных методов опреснения, с технологической точки зрения, является накипеобразование на поверхностях теплообмена, ведущее к уменьшению производительности установок, а также развитию коррозионных процессов.

Основные методы борьбы с накипеобразованием включают: добавление тонкодисперсных (10—40 мк) зернистых присадок (например, присадка мела, измельченной накипи, гидроокиси магния, сульфата бария, размолотого кварцевого песка и т. д.), контактную стабилизацию (например, рециркуляция рассола через фильтр с контактной массой из известняка), подкисление воды (серной или соляной кислотами), применение антинакипинов (таких как полифосфаты, полигликоли, полиакриловая кислота, ангидрид полималеиновой кислоты, органические антинакипины ПАФ-13А и ПАФ-13), гидрофобное покрытие (например, кремнеорганическими и бакелитовыми лаками) поверхности теплопередачи, умягчение (ионным обменом) питательной воды испарителей, физические методы (магнитная и ультразвуковая обработка воды), конструкционные и технологические приемы (использование полимеров, подкисление опресняемой воды сдувочной углекислотой и др.).

Основные типы производственных дистилляционных опреснительных установок, выпускаемые в настоящее время,— 5 и 10 корпусные вертикально и горизонтально трубчатые, многоступенчатые мгновенного вскипания ДОУ. Технические характеристики данных установок представлены в приложении 3; общие технические требования к конструкциям и изготовлению ДОУ регламентируются ГОСТом 266446-85 «Установки дистилляционные опреснительные стационарные».

Широкое промышленное внедрение получили преимущественно многокорпусные дистилляционные установки с вертикальными длиннотрубными выпарными аппаратами разработки Свердловского НИИХИМАШа. Обогрев головных аппаратов установок осуществляется греющим паром от ТЭЦ с давлением 0,6 МПа *, максимальная температура рассола в головных аппаратах установок — не выше 110° С. В последнем корпусе поддерживается температура кипения 40—45° С. Дистиллят (конденсат) из греющих камер аппаратов, подогревателей и конденсаторов собирается по системе трубопроводов и самоиспарителей в общий поток и насосом через охладитель дистиллята откачивается на станцию приготовления питьевой воды (СППВ) или другим потребителям.

В установках мгновенного вскипания опресняемая вода за счет тепла конденсации вторичного пара ступеней нагревается до температуры, при которой практически не наступает выпадения карбонатной накипи. Затем исходная вода направляется в головной подогреватель, где за счет тепла внешнего пара она нагревается до 102—104° С и попадает последовательно в камеры более низкого давления, где происходит ее мгновенное вскипание и образование пара. Таким путем удается разделить стадии нагрева и испарения.

III. Гигиенические требования к составу и качеству исходной опресняемой воды и ее подготовке

Состав исходной опресняемой воды может значительно влиять на качество получаемого дистиллята и, как следствие, на качество питьевой опресненной воды. Основными источниками для организации хозяйственно-питьевого водоснабжения населения опресненной водой являются солоноватые (поверхностные и подземные) и соленые (морские, океанические) воды.

Метод дистилляции наиболее эффективен при опреснении высокоминерализованных вод с солесодержанием более 13—15 г/л.

Выбор приемлемого водоисточника должен определяться прежде всего его дебитом, уровнем минерализации, качеством опресняемой воды, экономичностью и возможными энергоресурсами. При оценке дебита водоисточника следует учитывать, что он должен в среднем в 10 раз превышать производительность ДОУ. Использование маломинерализованных вод менее рентабельно, так как при высокхи энергозатратах в обоих случаях конечный продукт имеет одинаковые свойства.

---

* МПа — миллипаскаль.

При выборе источника водоснабжения необходимо проведение полного санитарно-химического и микробиологического анализа исходной воды в соответствии с ГОСТом 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» с указанием посезонного изменения уровня минерализации, макро- и микроэлементного и микробного состава, содержания основных органических загрязняющих веществ, характерных для конкретного водоисточника.

Оценка качества исходной воды должна проводиться также с учетом барьерной роли ДОУ в отношении ряда специфических загрязнений опресненной воды:

— учитывая высокую барьерную роль высокотемпературной дистилляции в отношении загрязнения воды микроорганизмами и канцерогенными ПАУ, исходное их содержание в опресняемой воде может быть на порядок больше, по сравнению с требованиями ГОСТа 2761-84 для поверхностных водоисточников 3-го класса;

— при дистилляционном опреснении содержание поверхностно-активных веществ (ПАВ) понижается в 2 раза, нефтепродуктов — на 80%, в связи с чем содержание указанных органических веществ в исходной воде допускается на уровне соответственно 1 и 1,5 мг/л;

— в связи с тем, что летучие фенолы могут возгоняться с водяным паром и концентрироваться в дистилляте (в 1,5—2 раза по сравнению с опресняемой водой), их содержание в исходной воде не должно превышать уровня 0,001 мг/л.

Процесс подготовки питьевой воды методом дистилляции определяет ряд дополнительных требований к качеству воды, подаваемой на опреснительные установки. Предварительная обработка исходной воды предусматривает мероприятия по ее предочистке и приданию воде необходимой технологичности. Наиболее широко в этих целях используются фильтрация, осаждение, умягчение, деаэрация, реагентная обработка.

Для обеспечения технологичности опресняемой воды необходимо соблюдать следующие требования:

— поскольку ДОУ, как правило, применяются для получения больших количеств воды и для опреснения используются, в основном, поверхностные (прежде всего, морские) воды, границы зоны санитарной охраны водозабора должны быть не менее 200 м во все стороны акватории;

— водозаборные сооружения должны быть оборудованы сетчатыми фильтрами для задержки плавающих водорослей. При наличии большого количества водорослей в районе во-

дозабора должна предусматриваться обработка воды биоцидными препаратами (хлор, сернокислая медь и др.) с целью их уничтожения и последующего осаждения;

— в целях уменьшения интенсивности процессов накипеобразования при высоких температурах в выпарных аппаратах, обусловленных большим содержанием в воде солей жесткости, рекомендуется предварительное введение в воду меловой затравки (с величиной фракции 10—40 мк) из расчета 8—15 кг/м³ опресняемой воды, полифосфатов — до 10 г/м³, серной кислоты—150 г/м³, органических антинакипинов «Belgard EV» или ПАФ-13А — до 10 г/м³;

— для снижения коррозионной активности вода, подаваемая на ДОУ, должна подвергаться деаэрации;

— способ предварительной обработки исходной воды не должен приводить к увеличению микробной обсемененности воды и ухудшению ее органолептических свойств.

В процессе дистилляционного опреснения образуются сбросные воды, которые состоят, главным образом, из концентратов (рассолов) и промывочных вод. Количество этих вод достаточно велико и составляет в среднем от 25 до 30% от общего количества опресняемой воды. В то же время по своему составу, физико-химическим и биологическим свойствам эти стоки представляют реальную опасность при попадании в открытые водоемы и водоносные горизонты.

Технологические схемы обработки концентратов определяются условиями выпуска сточных вод в окружающую среду и экономической целесообразностью того или иного метода их утилизации. Они могут предусматривать сброс без очистки (при отсутствии заметного загрязнения ими окружающей среды), обезвреживание концентратов (нейтрализация и т. д.), частичную (извлечение из сбросных вод отдельных ценных химических компонентов) и полную (получение сухих химпродуктов и дополнительных количеств пресной воды) их утилизацию.

Для снижения количества сбросных вод рационально применять схемы с частичной рециркуляцией концентрата.

Выбор других способов утилизации сбросных вод (отвод их по трубопроводам в море или другие водоемы, на испарительные площадки, пруды-накопители, закачка в подземные водоносные горизонты, спуск в водоемы или в системы канализации) должен проводиться с учетом местных условий с обязательным участием органов здравоохранения и гарантировать достаточную безопасность сбросных вод с точки зрения санитарной охраны окружающей среды, включая эко-

логические аспекты возможных неблагоприятных последствий от загрязнений, засоления и температурной стратификации.

В отдельных случаях рассолы от опреснительных установок могут использоваться для канализационного слива санитарных приборов (при двухтрубной системе водоснабжения), в техническом водоснабжении (пылеподавление в рудниках и шахтах), а при опреснении слабосолоноватых вод — для водопоя скота (поскольку чувствительность животных к уровню минерализации питьевой воды ниже, чем у человека, и колеблется от 2,8 г/л для птиц до 12,9 г/л для отдельных видов овец, составляя для большинства из них 5 г/л).

Оптимальным решением вопроса утилизации промывочных вод является их повторное использование в замкнутых циклах водсочистки.

IV. Гигиенические требования к составу и качеству питьевой опресненной воды

Помимо общепринятых критериев оценки качества питьевой воды в соответствии с ГОСТом 2874-82 — благоприятных органолептических свойств, безвредности химического состава и безопасности в эпидемическом (инфекционном) отношении, для опресненной воды определены дополнительные критерии — физиологическая полноценность и стабильность качества.

Понятие физиологической полноценности научно обосновано гигиеническими исследованиями, показавшими неадекватность потребления полностью деминерализованной питьевой воды биологическим потребностям организма. Под влиянием питьевых вод с низким уровнем минерализации, щелочности, содержания солей жесткости и отдельных микроэлементов (например, фтора) в организме происходит ряд неблагоприятных изменений, в том числе нарушение водно-солевого гомеостаза (за счет вымывания из организма отдельных солей), функционального состояния сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной, костной и других систем. Исследования по разработке минимальных и оптимальных уровней содержания отдельных солевых компонентов явились научной основой получения питьевой воды из дистиллята и маломинерализованных (опресненных) вод, что утвердило себя в новом термине «коррекция солевого состава». Дополнительные требования к солевому составу питьевой опресненной воды представлены в таблице 1.

Таблица 1

Рекомендованные уровни содержания минеральных веществ в питьевой опресненной воде

Показатель, мг/л	Уровень содержания		
	минимально необходимый	максимально допустимый	оптимальный
Общее солесодержание:	100	1000	
— хлоридно-сульфатные воды			200—400
— гидрокарбонатные воды			250—500
Сульфаты (SO_4^{2-})		250	
Бикарбонаты (HCO_3^-)	30	400	
Кальций (Ca^{2+})	30	140	50—75
Магний (Mg^{2+})	5	85	
Натрий (Na^+)		200	
Фтор (F^-)	0,5	1,5	0,6—1,2 *
Жесткость, мг-экв/л	1,5	7	
Щелочность, мг-экв/л	0,5	6,5	

* В соответствии с «Методическими указаниями по осуществлению государственного санитарного надзора за фторированием питьевой воды», № 1834-78.

Для опресненной воды, полученной методом дистилляции, важное значение имеет определение и регламентация ряда микроэлементов и тяжелых металлов, поступающих в промышленный дистиллят при возгонке с водяными парами (бром, содержащийся в значительных количествах в морской и подземных водах), при выщелачивании из конструкционных материалов (медь, железо, никель, кадмий и др.— в зависимости от используемых металлов) вследствие повышенной коррозионной активности дистиллята, при нарушении режима эксплуатации и герметичности в отдельных узлах ДОУ (при частичном попадании в дистиллят опресняемой воды или концентрата).

При необходимости регламентирования содержания в питьевой опресненной воде ряда биологически активных микроэлементов и тяжелых металлов следует ориентироваться на нормативы, представленные в таблице 2.

Важное место в загрязнении готового продукта испарительных установок (дистиллята) могут занимать реагенты и полимеры, используемые как технологические или конструкционные материалы (гидрофобные теплоносители, теплообменные трубы, антикоррозионные покрытия, антинакипины).

Таблица 2

Регламенты содержания токсичных химических веществ в питьевой опресненной воде

Название элемента	Символ	ПДК, мг/л	Название элемента	Символ	ПДК, мг/л	Название элемента	Символ	ПДК, мг/л
Барий *	Ba^{2+}	0,1	Бор *	B^{3+}	0,5	Кобальт*	Co^{2+3+5+}	0,1
Титан**	Ti^{4+}	4,5	Бериллий*	Be^{2+}	0,0002	Никель*	Ni^{2+3+5+}	0,1
Теллур **	Te^{4+}	1,5	Бром *	Br^{+}	0,2	Серебро	Ag^{+}	0,05
Теллур *	Te^{2+}	0,01	Ванадий *	V^{5+}	0,1	Сурьма*	Sb^{3+5+}	0,05
Стронций	Sr^{2+}	7	Молибден	Mo^{6+}	0,5			

** Органолептический признак вредности.

*' ** Методы определения вредных веществ в воде водоемов (под редакцией А. П. Шицковой. — М., «Медицина», 1981, 376 с.).

Содержание в опресненной воде химических веществ, являющихся продуктами синтеза ряда антинакипинов, антикоррозионных покрытий, применяемых в технологии дистилляционного опреснения, должно лимитироваться допустимыми уровнями их миграции (ДУ), указанными в приложении 1.

В микробиологическом отношении дистилляционные методы характеризуются достаточно высоким обеззараживающим (особенно вирулицидным) действием. Вместе с тем дистилляционное опреснение не является само по себе достаточно надежным способом обеззараживания воды, что связано с возможностью как подсоса микробных загрязнений извне вследствие создания вакуума во внутреннем контуре опреснителей, а также в теплообменниках — конденсаторах, так и частичного заноса микроорганизмов с водяным паром. При этом отмечено, что общее число бактерий сохраняет, а содержание бактерий группы кишечных палочек может утрачивать свое санитарно-показательное значение в связи с пониженной их устойчивостью к высоким температурам.

Безопасность питьевой опресненной воды в эпидемическом отношении определяется общим числом микроорганизмов, числом бактерий группы кишечных палочек в соответствии с ГОСТом 2874-82, а также отсутствием отдельных видов микроорганизмов, имеющих санитарно-показательное значение для дистилляционного метода опреснения (термоустойчивые спорообразующие бактерии, железобактерии).

Контроль за содержанием термоустойчивых спорообразующих бактерий может проводиться по определению сульфитвосстанавливающих анаэробов (клостридий). Обнаружение и подсчет спор клостридий рекомендуется проводить в соответствии с международным стандартом (ИСО) 6461/1.

По показаниям при санитарно-микробиологическом контроле качества дистиллята следует использовать непосредственное определение содержания патогенных энтеробактерий.

Опресненная методом дистилляции вода должна подвергаться обязательному заключительному обеззараживанию. Поскольку при обеззараживании воды хлором в ней образуются галоформные соединения, многие из которых обладают неблагоприятными отдаленными видами биологических эффектов, их содержание в питьевой воде должно регламентироваться в соответствии с приложением 2. При этом важно отметить, что наиболее важное значение имеет определение хлороформа как индикаторного показателя содержания тригалометанов в питьевой воде. В количественном отношении следует ориентироваться на величины тригалометанов, рекомендованные Всемирной организацией здравоохранения. При невозможности достижения этих уровней допустимо придерживаться величин ориентировочных безопасных уровней воздействия (ОБУВ), утвержденных ГСЭУ Минздрава СССР.

Важным критерием оценки качества питьевой опресненной воды является ее стабильность.

Критерий стабильности отражает устойчивость качества опресненной воды и, прежде всего, ее коррозионную активность, поскольку именно активное протекание коррозионных процессов является основной причиной ухудшения органолептических свойств и микробиологических показателей водопроводной воды.

Для оценки коррозионной активности рекомендуются к использованию следующие показатели: показатель стабильности, индекс насыщения Ланжелье, показатели $П_1$ и $П_2$. Рекомендуемые величины вышеуказанных показателей и методы их определения представлены в приложении 4. Температура искусственно получаемой питьевой воды должна быть не более 25° С.

V. Санитарно-технические требования и кондиционированию питьевой опресненной воды

Вода, опресненная методом дистилляции, характеризуется глубокими структурными превращениями воды и изменениями ее газового, макро- и микроэлементного состава, содер-

жания отдельных органических веществ и микроорганизмов, что определяет необходимость ее кондиционирования.

Основными мероприятиями по кондиционированию дистиллята являются коррекция его солевого и микроэлементного состава, стабилизационная обработка, доочистка от неблагоприятных органических примесей, понижение температуры и обязательное заключительное обеззараживание.

Практическое применение получили 4 основных способа коррекции солевого состава опресненной воды: разбавление минерализованными водами, введение солевых добавок, фильтрационное и реагентное обогащение отдельными солевыми компонентами. При разбавлении дистиллята минерализованными водами необходимыми гигиеническими требованиями являются: предварительная очистка минерализующих вод от вредных химических компонентов и микроорганизмов до уровней, обеспечивающих после смешения их с дистиллятом соответствие качества опресненной воды требованиям ГОСТа 2874-82 «Вода питьевая», а также дополнительным гигиеническим требованиям по солевому составу, указанным в разделе IV (таблица 1, 2).

В качестве минерализующих вод показана возможность использования исходной опресняемой (в том числе, морской) воды, концентрата (рассола) опреснительных установок, воды другого минерализованного водоисточника, более благоприятного по химическому составу, чем опресняемая вода. В последнем случае разбавление дистиллята может быть использовано в более широком плане — как метод кондиционирования и других показателей качества питьевой опресненной воды: улучшения органолептических свойств, уменьшения содержания в дистилляте органических веществ и брома, обогащения его фтором, кальцием, бикарбонатами. Коррекция минерального состава опресненной воды посредством добавления солевых композиций используется, как правило, при ограниченных производительностях опреснительных установок (на судах). На крупных установках при необходимости должно проводиться фторирование воды.

При всех способах кондиционирования качества дистиллята путем смешения вод содержание отдельных химических компонентов (солей, микроэлементов, органических веществ) должно соответствовать балансовому уравнению:

$$C_{макс.} \cdot V_{\Sigma} \geqslant C_o \cdot V_o + C_p \cdot V_p = C_{опт.} \cdot V_{\Sigma} \geqslant C_{мин.} \cdot V_{\Sigma},$$

где **C** и **V** — соответственно концентрация вещества и объем воды;

макс. — максимально допустимая концентрация;

мин. — минимально необходимая концентрация;
опт. — оптимальное содержание;
Σ, О и Р — соответственно смешанная, опресненная (дистиллят), минерализованная (добавляемая для разведения, разводящая) воды.

Особое место при коррекции солевого состава занимает обогащение дистиллята бикарбонатными солями кальция, что является важным фактором повышения вкусовых свойств воды, ее физиологической полноценности и стабильности (уменьшения коррозионной активности, агрессивности воды). В этих целях для крупных установок могут быть рекомендованы фильтрационные методы обогащения—фильтрация через минералы карбоната кальция (мрамор, доломит, кораллы) с предварительным вводом в фильтруемую воду диоксида углерода (углекислый газ) в количестве, эквивалентном ожидаемому повышению содержания кальция (1,1 мгCO_3/л на 1 мгCa/л).

Высокоэффективным способом является реагентный — обогащение бикарбонатом кальция за счет ввода в опресненную воду диоксида углерода (баллонного или сдувочных газов) и оксида кальция, гашеной извести или обожженной затравочной пульпы.

Для очистки дистиллята от возможных примесей легколетучих органических веществ и улучшения органолептических свойств (запаха) воды рекомендуется применение активированных углей. В качестве адсорбентов разрешены активированные угли марок БАУ и АГ-3. При понижении сорбционной способности углей в процессе эксплуатации ниже требуемых уровней должна проводиться их регенерация. Перед подачей населению дистиллят, прошедший систему сооружений его доочистки и кондиционирования, должен подвергаться надежному обеззараживанию, что связано не только с предупреждением кишечных инфекционных заболеваний, но и с возможностью интенсивного развития в водопроводной сети спорообразующих серо- и железобактерий, ухудшающих органолептические и физико-химические свойства опресненной воды.

Общими гигиеническими требованиями к организации необходимых систем предварительной очистки исходной воды, доочистки и кондиционирования опресненной являются: достаточная их эффективность, стабильность работы и эксплуатации при режимах, исключающих возможность альтернативных изменений других показателей качества обрабатываемой воды (отмечена, например, возможность ухудшения микро-

биологических показателей при очистке воды от органических веществ на сорбционных фильтрах).

VI. Технологическая схема и работа станций приготовления питьевой опресненной воды

Многообразие возможного слияния различных факторов (естественных, антропогенных, технологических) на качество опресненной воды определяет необходимость использования дифференцированных (в зависимости от конкретных условий обеспечения водоснабжения) технологических схем получения опресненной воды питьевого качества. Основными факторами, определяющими выбор той или иной технологической схемы, помимо дебита и качества воды источников водоснабжения, являются: эффективность изменения качества воды в процессе опреснения и при различных приемах ее обработки, существующие природно-климатические условия, а также возможность использования местных сырьевых ресурсов.

Например, в соответствии с комплексной технологической схемой получения хозяйственно-питьевой воды на основе промышленного дистиллята в г. Шевченко Каз.ССР исходная вода из водозаборного устройства подается через сооружения грубой механической очистки в приемник-накопитель, где при необходимости может подвергаться воздействию биоцидных веществ для уничтожения водорослей и планктона. После фильтрации через вращающиеся микросита исходная вода подается насосами на предобработку (фильтрация, дегазация, нагрев, введение антинакипинов) и опреснение.

Дистиллят освобождается от остаточных количеств агрессивного диоксида углерода на саморегулирующихся стабилизационных фильтрах (с мрамором, доломитом и др.) и затем поступает на станцию приготовления питьевой опресненной воды. Там дистиллят проходит доочистку от легколетучих органических веществ, способных влиять на запах воды (фильтрация через активированные угли), и после введения в него эквивалентного количества CO_2 обогащается гидрокарбонатными солями кальция на стабилизационных фильтрах (до разновесного содержания двуокиси углерода), после чего фторируется и смешивается в оптимальной пропорции с минерализованной водой, наиболее благоприятной из имеющихся в наличии по своему качеству и химическому составу и прошедшей определенную предварительную коррекционную обработку. Полученная таким образом питьевая опресненная вода после стабилизационной обработки (подщела-

чивания), обеззараживания и охлаждения (в теплообменниках) поступает в резервуары чистой воды и затем подается потребителю.

Гигиеническая эффективность выбранных технологических схем определяется степенью соответствия получаемой воды стандартам качества питьевой опресненной воды.

VII. Организация санитарного надзора за опреснением воды методом дистилляции

Важнейшим условием получения доброкачественной опресненной воды является проведение необходимого предупредительного санитарного надзора за проектированием и строительством опреснительных комплексов, а также текущего санитарно-технологического контроля их работы. При решении вопроса о возможности применения дистилляционного метода опреснения воды санитарно-эпидемиологической службе должны быть представлены на рассмотрение следующие материалы:

1. Обоснование системы водоснабжения путем подачи населению питьевой опресненной воды, полученной методом дистилляции (с учетом имеющихся и перспективных способов водообеспечения из естественных водоисточников, предлагаемого метода минерализации дистиллята, энергетических и материальных ресурсов, обеспечивающих получение доброкачественной питьевой опресненной воды, экономической рентабельности).

2. Санитарная, гидрогеологическая, гидрологическая и топографическая характеристика источника водоснабжения и условия водозабора:

а) дебит (для подземного источника) или расход воды (для поверхностного);

б) гидрологический или гидрогеологический режим;

в) возможность организации зон санитарной охраны;

г) санитарно-техническая характеристика водозаборных сооружений.

3. Данные об уровне минерализации, макро- и микроэлементном составе исходной воды (с учетом сезонных колебаний), по органолептическим, физико-химическим и бактериологическим показателям, предусмотренным ГОСТом 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения» и разделом IV настоящих Указаний (с учетом содержания нефтепродуктов, детергентов, ядохимикатов, канцерогенов и других специфических ингредиентов).

4. Проект дистилляционной установки, включая данные по технологическому режиму ее работы.

5. Проект опреснительного комплекса, в том числе, станции приготовления питьевой воды:

— технологическая схема предварительной подготовки воды (в случае необходимости);

— технологическая схема работы станции по приготовлению питьевой опресненной воды;

— технологическая схема обеззараживания опресненной воды;

— условия обезвреживания, отведения и утилизации сбросных вод.

Организация санитарных, гидрогеологических, топографических и других исследований входит в обязанность проектных и хозяйственных организаций.

Порядок проведения контроля за качеством воды, опресненной на дистилляционных установках, определяется требованиями ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» (если предусматривается централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение) и настоящими Методическими указаниями.

Ответственность за качество воды, подаваемой потребителю, несет организация (предприятие), монтирующее и эксплуатирующее опреснительную установку.

Санитарно-эпидемиологические станции в порядке государственного санитарного надзора выборочно проводят исследования исходной и опресненной воды (не реже 1 раза в квартал). Органы санитарно-эпидемиологической службы также осуществляют проверку работы производственных лабораторий, в обязанности которых должен входить систематический контроль:

— за качеством исходной, добавляемой для коррекции солевого состава и питьевой опресненной воды на всех этапах водоподготовки (по графику);

— за санитарно-технической эффективностью применяемых методов водоподготовки и санитарным состоянием водоочистных сооружений;

— за соблюдением технологического режима работы установок дистилляционного опреснительного комплекса.

Отбор проб воды для лабораторного анализа необходимо проводить на всех этапах обработки воды (предподготовка, деминерализация, кондиционирование, обеззараживание), из резервуара для хранения питьевой опресненной воды и разводящей сети, что дает возможность оценить эффективность каждого звена технологического процесса получения питьевой воды из высокоминерализованной.

VIII. Оценка эффективности работы дистилляционных опреснительных комплексов

В связи с тем, что дистилляционное опреснение является сравнительно новым методом получения пресной воды питьевого качества, настоящие рекомендации не могут охватить всего круга вопросов, возникающих в различных условиях применения этого метода. Это, а также необходимость совершенствования хозяйственно-питьевого водоснабжения населения опресненной водой обусловливают важность и актуальность дальнейших исследований по оценке гигиенической эффективности дистилляционного опреснения.

Изучение гигиенической эффективности работы дистилляционных установок рекомендуется проводить по следующей схеме *:

1. Общая санитарная характеристика населенного пункта:
   а) природные и климатические условия;
   б) демографические данные;
   в) перспективы развития.
2. Санитарно-гигиеническая характеристика хозяйственно-питьевого водоснабжения:
   а) общая схема хозяйственно-питьевого водоснабжения;
   б) расчетные и фактические данные по хозяйственно-питьевому водоснабжению на душу населения (зимний и летний периоды);
   в) характеристика источников водоснабжения;
   г) санитарно-гигиеническая оценка качества воды, используемой для разведения дистиллята.
3. Гигиеническая оценка качества опресненной воды по показателям:

— органолептическим (запах, привкус, мутность, цветность);

— физико-химическим (pH, общее солесодержание, общая жесткость, индекс стабильности, содержание натрия, калия, хлоридов, сульфатов, карбонатов, магния, кальция, железа, бора, брома, фтора, бериллия, молибдена, мышьяка, свинца, меди, цинка, селена, стронция, окисляемость (перманганатная, бихроматная), аммонийный азот, азот нитритов и нитратов, сероводород, растворенный кислород, нефтепродукты ПАВ, фенолы, канцерогенные вещества);

— микробиологическим (общее число бактерий, кишечная палочка, патогенные энтеробактерии, вирусы, железобактерии, при необходимости — содержание клостридий);

* Для санитарно-эпидемиологических станций выполнение исследований по предлагаемой схеме не является обязательным.

— отношение населения к потребляемой опресненной воде.

4. Изучение* состояния здоровья населения, длительное время (более 3—5 лет) использующего опресненную воду для питьевых целей.

5. Гигиеническая оценка способов удаления сточных вод опреснительных установок:

— изучение количества и качества образующихся в процессе дистилляции сточных вод;

— изучение влияния сточных вод (рассолов) на поверхностные и подземные воды;

Материалы по результатам оценки гигиенической эффективности работы дистилляционных опреснительных комплексов, уточняющие отдельные положения данных Методических указаний следует направлять в лабораторию гигиены питьевого водоснабжения и опреснения воды НИИ общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Сысина АМН СССР (Москва, 119833, ул. Погодинская, 10).

---

* Методика изучения состояния здоровья населения опубликована в сборнике «Медицинские проблемы охраны окружающей среды» (Москва, НИИОКГ им. А. Н. Сысина АМН СССР, 1981, с. 50—57).

Приложение 1

Допустимые уровни (ДУ) основных химических веществ, могущих поступать из полимерных материалов в опресненную воду

Наименование реагентов, конструкционных материалов	Мигрирующие химические вещества	ДУ, мг/л*
Антинакипины:		
«Белгард EV»	маленновый ангидрид	1
ПАФ-13А, ПАФ-13	формальдегид	0,05
Полимерные покрытия:		
УП-563	фенол	0,001
СК-25	эпихлоргидрин	0,01

* По данным ВНИИГИНТОКСА и в соответствии с «Инструкцией по санитарно-химическому исследованию изделий из полимерных материалов, предназначенных для использования в хозяйственно-питьевом водоснабжении и водном хозяйстве», № 4259-87.

Приложение 2

Гигиенические регламенты содержания в питьевой воде высокоприоритетных галоформных соединений, образующихся при обеззараживании ее хлором

Галогеносодержащие соединения	Гигиенические регламенты, мг/л	
	Рекомендации ВОЗ	ОБУВ
Хлороформ	0,03	0,06
4-х хлористый углерод	0,003	0,006
1,2-дихлорэтан	0,01	0,02
1,1-дихлорэтилен	0,0003	0,0006
Трихлорэтилен	0,03	0.06
Тетрахлорэтилен	0,01	0,02

Технические характеристики отечественных (Изготовитель основного нестандартного оборудования

Тип дистилляционной установки (ДОУ) / Производительность	Конструкционные материалы		
	основной	греющих трубок	оболочек сепаратора
ДОУ-5 корпусная прямоточной выпарки с естественной циркуляцией, 600 т/час (14 400 т/сут.)	сталь 12Х18Н10Т	сплав МНЖ-5-1	биметалл СТ. 3+ Х18Н10Т
ДОУ-10 корпусная прямоточной выпарки с принудительной циркуляцией 620 т/час (14 880 т сут.)	сталь Х18Н10Т	сплав ЛАМШ-77-2-006	—
ДОУ-10 корпусная модернизированная (отличается применением нового типа циркуляционных насосов и схемы 2-х ступенчатой аэрации), 613,3 т/час. (14 720 т/сут.)	сталь 12Х18Н10Т	сплав ЛАМШ-77-2-006	биметалл СТ. 3+ Х18Н10Т
ДОУ горизонтального типа, 700 т/час* (16 800 т/сут.)	сталь 08Х22Н6Т 12хМ	сплав ЛАМШ-77-2-005	—
ДОУ-34 ступенчатая мгновенного вскипания (скомпонована в 3 корпусах), 630 т/час (15 120 т/сут.)	сталь Х18Н10Т	сплав ЛАМШ-77-2-006	—

* Основной элемент — горизонтально трубной пленочный аппарат ратурная (темп. кип. = 108—80° С); II — среднетемпературная (темп.

дистилляционных опреснительных установок. указанных ДОУ — завод «Двигатель» г. Таллин)

Площадь застройки с машинным залом, м² / максимальная высота, м	Удельные расходы на производство 1 тонны дистиллята (Д)			Солесодержание дистиллята, мг/л	Стоимость установки, млн. руб.
	тепловой энергии, гкал/м³	электроэнергии, квтч/м³	морской воды, м³/м³ Д		
1950 / 27	0,128	1,5	6	200	3,25
6130 / 23	0,073	3,7	5	5	9
6620 / 23	0,073	4,2	4,2	5	11,89
636 / 25	0,0045	1,85	2	1	5,5
1240 / 15	0,065	3,8	4,5	200	3,58

НТА А-700.18 аппаратов, распределенные на 3 группы: I высокотемпе- кип.=85—60° С); III — низкотемпературная (темп. кип.=65—40° С).

Оптимальные показатели коррозионной активности воды

Показатели	Нормальные величины	Показатели	Нормальные величины
Показатель стабильности	*I*	$П_1$	$\geqslant 0{,}45$
Индекс насыщения (Ланжелье)	0,3	$П_2$	$\geqslant 0{,}35$

Для определения индексов стабильности и насыщения используются формулы:

$$Jстаб. = \frac{Щ_{исх}}{Щ_{нас}}, \quad (I)$$

$$Jнас. = pH - pHs, \quad (II)$$

где $Щ_{исх}$ — щелочность воды в естественном состоянии, мг-экв/л;

$Щ_{нас}$ — щелочность воды после встряхивания ее с карбонатом кальция, мг-экв/л;

pH — водородный показатель воды в естественном состоянии;

pH_S — водородный показатель воды в условиях насыщения ее карбонатом кальция, определяемый расчетным путем по номограмме, исходя из значений содержания кальция, общего солесодержания, щелочности и температуры воды (СНиП 2.04.0.2.84. «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»).

Поскольку индекс насыщения зависит не только от состояния карбонатного равновесия, а также от ее температуры и pH, необходимы максимально возможное понижение температуры и коррекция pH в щелочную сторону, но не более 8,5. Коррекция pH может достигаться введением кальцинированной соды, а понижение температуры — в теплообменниках перед подачей воды потребителю.

Определение расчетных показателей коррозионной активности $П_1$ и $П_2$ проводится по формулам: $П_1 = \frac{Ca}{Cl}$, (III); $П_2 = \frac{щелочность}{Cl + SO_4}$, (IV), где величины щелочности, содержания кальция (Ca^{2+}), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}) выражены в мг-экв/л.

Таким образом, при контроле воды на коррозионную активность определение таких оценочных показателей, как содержание кальция, величины водородного показателя (pH), щелочности, температуры, соотношений Ca/Cl ($П_1$) и щелочность/$Cl+SO_4$ ($П_2$) является определяющим при получении стабильной воды.

Подп. в печ. 01.08.1988 г. **Зак. 1330** Тир 500

Типография Министерства здравоохранения СССР

gost.e-ecolog.ru