

ОТ РЕДАКЦИИ



главный редактор
Финаев
Сергей Владимирович,
член Комитета
по водоснабжению
и водоотведению
Экспертного совета по
ЖКХ при Госдуме РФ

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Рады приветствовать вас на страницах нашего журнала. Искренне надеемся, что издание будет интересным вам не только с научной точки зрения, но и станет реальным помощником в решении производственных проблем и вопросов, особенно в нынешней экономической ситуации.

В данный момент готовится к выходу февральский номер, в котором будут опубликованы следующие статьи:

- Принципы противоточного использования реагентов в технологии очистки сточных вод (Е.В. Алексеев, МГСУ),
- Проблемы водоснабжения и водоотведения нового строительства (А.А. Каждан, Е.М. Марголин ООО «Констал Инжиниринг»),
- Использование методов параметрической диагностики в ЖКХ (В.Н.Ижиков, ПФ ООО Новогор-Прикамье),
- Модульная установка для очистки подземных вод с использованием элементов нанотехнологии (В.В. Свиридов, УГЛТУ, Ю.А. Галкин, Г.А. Селицкий НПФ «Эко-проект»),
- Оценка влияния шлаковых отвалов предприятий черной металлургии на водные объекты на примере Чусовского металлургического завода (К.Г. Пугин, ПГТУ),
- Модель гидродинамических потоков в фильтре с загрузкой, основанная на электрической аналогии (В.Н. Лукерченко, Д.Н. Маслов, Т.М. Шабалина, В.А. Янушкевич, ЗАО «Конверсия»; Ю.П. Рыбаков, Г.Н. Шикин, Российский университет дружбы народов) и др.

Выражаем свою благодарность всем членам редсовета, авторам, экспертам за помощь в формировании издания, интересные статьи и всестороннюю поддержку. Отдельное спасибо нашим друзьям, таким как НИИ «Коммунального водоснабжения и очистки воды», ОАО «Водоснабжение и водоотведение», ЗАО «Агростройсервис», ООО «КФ-Центр», ООО «НОВОГОР-Прикамье», ООО «Тэко-Фильтр», а также нашему юридическому партнеру – Московской коллегии адвокатов «Князев и партнеры» в лице адвоката Владимира Юрасова. Ждем от Вас новых статей, интересных тем, замечаний и предложений.

*С уважением, редакция журнала
«Водоснабжение и канализация»*

P.S. Уважаемые подписчики, если Вы по какой-либо причине до 25 числа текущего месяца не получили очередной номер, обязательно сообщите об этом в редакцию. Журнал незамедлительно будет выслан повторно.

ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

№ 1, 2009

Редакционная коллегия:

Алексеев Е.В., доктор техн. наук, профессор. Московский государственный строительный университет;

Серпокрылов Н.С., д. т. н., проф. каф. «Водоснабжения и канализации» Ростовского государственного строительного университета, Заслуженный деятель науки РФ, академик ЖКА РФ, иностранный член Мексиканской академии наук об окружающей среде

Боровкова И.И., канд. техн. наук, ОАО «Инженерный

центр ЕЭС-филиал «Институт Теплоэлектропроект»;

Лысенко П.Е., чл.-корр. Академии проблем водохозяйственных наук, канд. техн. наук, проф., гл. эксперт НКФ «ВОЛГА»;

Очков В.Ф., доктор техн. наук, профессор МЭИ;

Баженов В.И., канд. техн. наук, ЗАО «Водоснабжение и водоотведение»;

Дзюбо В.В., канд. техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет.

Главный редактор
Финаев С.В.

Зам. главного редактора
Ермошкина Т.В.

Верстальщик:
Казначеева Е.Ю.

Корректор:
Кузина Т.М.

Адрес редакции:
107497, г. Москва, Щелковское ш.
91-3-506,

в редакцию журнала «ВВВ»

Тел. гл. редактора:
(495) 469-00-06

E-mail: sfinaev@yandex.ru

Тел. отдела подписки и
рекламы:

(495) 226-38-42

Факс редакции:

(495) 469-00-06

*Использование материалов
разрешается только с письменного
разрешения редакции.*

Отпечатано в типографии
ООО «Вива Стар»,

г. Москва, ул. Электrozавод-
ская, д. 20, стр. 3.
Тел. (495) 737-63-53,
780-67-40.

Подписано в печать
15.12.2008

ООО «Издательский дом «НиКа»

Подписку на журнал можно оформить с любого месяца, отправив заявку на адрес электронной почты: sfinaev@yandex.ru или по факсу (495) 469-00-06

АКТУАЛЬНО

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, МНЕНИЯ4

РОССИЯ И ДАНИЯ:
ВМЕСТЕ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ БУДУЩЕЕ.....6

ЭКОМОНИТОРИНГ

О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ОЗЕРА СЕВАН В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ9

Г.Г. БАБАЯН, К.А. АГАБАБЯН

ТЕХНОЛОГИИ

УВЕЛИЧЕНИЕ ГРЯЗЕЕМКОСТИ И РЕСУРСА РАБОТЫ
КАРТРИДЖНЫХ ФИЛЬТРОВ.....15

В.В. ДЗЮБО

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ СКОПЛЕНИЙ
ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЕЁ МЕСТО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ
ОТ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ.....20

Г.В. КАРАГОДИН, Ю.С. СОЛОДОВНИКОВ, В.Н. АЛЕХИН

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ.....27

Н.С. СЕРПОКРЫЛОВ, И.А. КУЛИК, А.А. МАРОЧКИН

ВОДОСНАБЖЕНИЕ

И

ВОДООТВЕДЕНИЕ

УПРОЩЕННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ
ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ПРИ КРУТОМ РЕЛЬЕФЕ МЕСТНОСТИ30

Ф.С. ГУЛИЕВ

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
НА БАЗЕ ПОКАЗАТЕЛЯ – ЗАТРАТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
(LIFE CYCLE COST)37

В.И. БАЖЕНОВ, Н.А. КРИВОЩЕKOVA

ВОДОПОДГОТОВКА	<p>РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПАРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ТИПА ПТВМ-18051 А.Н. ПОЛЕВИЧ, Т. Д. МОДЕСТОВА</p> <p>К ПРОБЛЕМЕ ПОИСКА ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖКХ56 В.М. БАХИР</p>
ПЕРЕДОВОЙ ОПЫТ	<p>РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ И ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ ОСВЕТИТЕЛЕЙ И ОТСТОЙНИКОВ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ63 Л.И. ВОЛЬФТРУБ, В.М. КОРАБЕЛЬНИКОВ</p> <p>ГИС И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В «САРАТОВВОДОКАНАЛЕ»: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CityCom68 С.А. НИКОЛАЕВ</p> <p>СЕТЧАТЫЙ ОРОСИТЕЛЬ — ГАРАНТИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ГРАДИРНИ 74 А.А. БУТОВ</p>
ПРОБЛЕМЫ И МНЕНИЯ	<p>НУЖНО ЛИ РОССИИ БИОТОПЛИВО?76 А. КОРЧЕВСКИЙ</p>
СТРАНИЦА ЮРИСТА	<p>ПРАВОВАЯ ПОДДЕРЖКА.....80</p>

СОБЫТИЯ, ФАКТЫ, МНЕНИЯ

РОСВОДОКАНАЛ ПРЕДСТАВИЛ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ГЧП В КОММУНАЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА МЕЖДУНАРОДНОМ ФОРУМЕ МАГ «СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КРУПНЫХ ГОРОДОВ»

В начале ноября в Москве, в здании Правительства Москвы проходит Международный форум Межпарламентской ассамблеи городов (МАГ) «Стратегии развития крупных городов. Инвестиционные строительные программы», активное участие в котором принимает Группа компаний «РОСВОДОКАНАЛ»

На Форуме был представлен ряд проектов МАГ, ориентированных на решение проблем, имеющих первоочередную значимость и отвечающих стремлению крупных городов к объединению усилий по преодолению негативных проявлений мирового кризиса.

Одним из наиболее современных методов стратегического и территориального планирования и привлечения инвестиций в инфраструктурные проекты крупных городов является государственно-частное партнерство. Именно этой теме был посвящен доклад Директора по связям с общественностью и государственными структурами ГК «РОСВОДОКАНАЛ» Алексея Евтеева в рамках «круглого стола» «Чистая вода и современные технологии: практика реализации в крупном городе».

В настоящее время в России существуют лишь единицы преуспевающих муниципальных водоканалов, в целом же по отрасли муниципальные предприятия, занимающиеся эксплуатацией городских водоканалов, десятки лет работают неэффективно. И связано это с недостаточным финансированием сектора ЖКХ из бюджета. Именно это привело к сегодняшнему плачевному положению дел в отрасли ВКХ.

По оценкам Минрегионразвития, в ближайшие 10 лет на модернизацию всей системы водоснабжения и водоотведения России необходимы 720 млрд рублей. Пока же из бюджета выделяется всего 14–15 млрд рублей. По мнению А. Евтеева, покрыть колоссальную разницу между этими объемами возможно лишь путем привлечения внебюджетных инвестиций, так как бюджет не может обеспечить полностью финансирование отрасли.

Решение проблемы инвестиций в ЖКХ западные страны нашли в модели государственно-частного партнерства (ГЧП). Передача водоканалов крупных городов в управление наиболее эффективным операторам выгодно с различных точек зрения. Муниципалитет получает скорейшее развитие инфраструктуры и приток частных инвестиций в ЖКХ, улучшается качество обслуживания и качество воды для горожан. Все это находится в русле последних действий Правительства РФ, которое делает шаги по активизации реформы отрасли ЖКХ в сфере именно водопроводно-канализационного хозяйства.

Доклад А. Евтеева вызвал большой интерес среди мэров городов-участников МАГ, которые в первую очередь сталкиваются с проблемой ветшающей коммунальной инфраструктуры. Участники форума высказали заинтересованность в дальнейшем информировании об успешном опыте «РОСВОДОКАНАЛА» по управлению водными хозяйствами крупнейших городов России и Украины.

Группа компаний «РОСВОДОКАНАЛ»

С 1949 года компания «РОСВОДОКАНАЛ» занимается эксплуатацией и строительством сетей и сооружений водоснабжения и водоотведения. С 2003 г. «РОСВОДОКАНАЛ» входит в состав «Альфа-Групп». Сочетание уникальной технической компетенции компании со значительными

инвестиционными ресурсами «Альфа-Групп» позволили ГК «РОСВОДОКАНАЛ» в короткий срок занять лидирующие позиции в России по управлению активами ВКХ.

На сегодняшний день под управлением «РОСВОДОКАНАЛА» работают водоканалы Барнаула, Калуги и Калужской области, Краснодар, Луганска и Луганской области, Омска, Оренбурга, Твери, Тюмени. По ряду показателей ГК «РОСВОДОКАНАЛ» входит в TOP-10 мировых лидеров среди частных операторов в сфере ВКХ.

ГК «РОСВОДОКАНАЛ» — крупнейшая компания отрасли. По результатам аудита годовой отчетности по МСФО консолидированные активы Группы составили 5,2 млрд рублей, выручка 6,7 млрд рублей, чистая прибыль 0,2 млрд рублей. В июле 2008 года Fitch Ratings присвоило Группе компаний «РОСВОДОКАНАЛ» долгосрочный кредитный рейтинг на уровне «BB-» со стабильным прогнозом. Также 21 июля 2008 года был присвоен рейтинг облигациям ООО «РВК-Финанс» на уровне «BB-» со стабильным прогнозом. Генеральный директор ГК «РОСВОДОКАНАЛ» — Малах Александр Ефимович

Межпарламентская Ассамблея столиц и крупных городов

Для организации совместных действий в целях социально-экономического развития городов 3 сентября 1998 года органами исполнительной власти 7 столиц и 19 крупных городов 9 стран СНГ создано общественное некоммерческое объединение — Международная Ассамблея столиц и крупных городов (МАГ). Президент МАГ — Мэр Москвы Ю.М. Лужков.

Международная Ассамблея столиц и крупных городов (МАГ) на сегодняшний день является самым крупным и авторитетным межгородским объединением, членами которого в настоящее время являются 81 город с населением свыше 54 млн человек.

НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕКАЧКИ ВОД И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Под таким названием 25 и 26 ноября 2008 года состоялась научно-практическая конференция, которую совместно провели Ростовский государственный строительный университет (РГСУ), ИТТ W&WW (известный специалистам под логотипом ИТТ Flygt) и дистрибьютер ИТТ W&WW в Южном Федеральном округе РФ ООО ПКФ «ЭПОС Плюс», с участием специалистов ОАО «ПО Водоканал» г. Ростов-на-Дону. (Днем ранее, 25 ноября, конференция проходила в г. Краснодаре с участием ООО «Краснодар Водоканал».)

В конференции приняли участие свыше 100 специалистов проектных и проектно-конструкторских специализированных организаций, профессорско-преподавательский состав кафедр водного профиля РГСУ, Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института), аспиранты, магистры, студенты старших курсов.

Леймотивом конференции стали слова проректора по научной работе проф. Шилова В. А., отметившего важность обмена научно-практическим опытом между специалистами и вузами, готовящими для них кадро-

вый резерв. Особенно это касается современной экономической ситуации и одной из логичных форм выхода из нее — развитие техники и технологии энерго- и ресурсосбережения.

«Работников «Водоканалов» больше всего интересуют вопросы энергосбережения. Рост тарифов на электроэнергию, которые составляют едва ли не половину себестоимости производства воды, не говоря уже об очистке сточных вод, выводит на первое место среди требований, предъявляемых к оборудованию, снижение его энергоемкости», — подчеркнул в своем выступлении главный инженер, первый заместитель генерального директора ООО «ПО Водоканал» г. Ростов-на-Дону к. т. н. Скрябин А.Ю.

Актуальность тематики вызвала активную реакцию участников к обсуждаемому материалу. Наибольший интерес как со стороны проектировщиков, так и со стороны служб эксплуатации «Водоканалов» имел доклад менеджера ИТТ W&WW по стратегическому развитию в России г-на М. Абоны, известного специалиста в области разработки и внедрения насосного оборудования. Особый акцент в докладе был сделан на комплексном анализе затрат электроэнергии в течение всего жизненного цикла оборудования на основе моделирования процессов в насосных станциях и очистных сооружениях канализации.

Завершая семинар, заведующий кафедрой «Водоснабжения и водоотведения» РГСУ, проф. Лысов В.А. отметил его высокий организационный уровень и подчеркнул причинно-следственную связь между наукой и практикой: «Преподавание на высоком техническом уровне таких дисциплин, как «Водоснабжение и водоотведение» возможно только при тесном контакте науки и производства. Лучше, чем разработчики оборудования, донести до заинтересованной аудитории новые тенденции в развитии конструкции насосов, азэраторов, оборудования для перемешивания не сможет никто. Мы готовы к продолжению встреч».

От редакции. *Мировой опыт, преломленный через особенности Российской экономики, несомненно, должен стать основой для обоснованного выбора современного оборудования в отечественной практике. Поставщику важно не только продать ту или иную продукцию, гораздо важнее донести полную информацию о возможностях этой продукции, ее технической и экологической идеологии. Тогда на первом этапе будут появляться «идеологические» союзники, а на последующих — сторонники и потребители. Именно такие семинары позволяют пользователю постигнуть технические нюансы от разработчика, именно поэтому их следует приветствовать и практиковать в дальнейшем с расширением географии проведения.*



РОССИЯ И ДАНИЯ: ВМЕСТЕ В ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ БУДУЩЕЕ

Вторая половина ноября 2008 года ознаменовалась для Москвы и Санкт-Петербурга событием, которое, без сомнения, станет новой вехой на пути экономической и научно-технической интеграции между Россией и европейским сообществом. Обе столицы принимали участников конференции «Российско-датские климатические дни», посвященной вопросам сбережения энергии в тепло- и водоснабжении. Лейтмотивом мероприятия стало сокращение объема выбросов в атмосферу парниковых газов за счет повышения энергоэффективности ЖКХ. Своим опытом в этой области поделились датские компании Kamstrup, Grundfos, Danfoss, Carl Bro, Aalborg Engeniring и другие. С российской стороны в форуме приняли участие около 200 специалистов, в частности, представители ГУП «Мосводоканал», ГУП «Мостеплоэнерго», ОАО «Мосэнерго», ОАО «Российские Коммунальные системы», ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» и пр. Открыли конференцию Его Королевское Высочество Принц Дании Йоаким и посол Дании Пер Карлсен.



ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Согласно данным Всемирного Банка, за счет применения энергосберегающих технологий Россия может экономить до 45 % потребляемой энергии и ежегодно сберегать 240 млрд кубометров природного газа, т.е. больше, чем экспортирует. Специалисты этой организации отмечают: энергосбережение сегодня гораздо выгоднее строительства новых энергетических мощностей. По данным экспертов, для достижения такого уровня эффективности экономике страны нужны инвестиции порядка 320 млрд долларов. Окупиться такие инвестиции могут всего за 4 года. К слову, увеличение производства энергии в тех же объемах требует одного триллиона долларов.

Повышение энергоэффективности экономики невозможно сегодня без комплексного реформирования ЖКХ. По данным Аналитического управления Аппарата Совета Федерации РФ, коммунальная теплоэнергетика потребляет более 20 % электрической и 45 % всей тепловой энергии, производимой в России. Существенная часть этой энергии затрачивается на обеспечение граждан водой и теплом. Чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами энергосбережения, Россия должна сделать небольшой, но очень важный шаг: преодолеть психологический барьер, привычку относиться к природным ресурсам как к неисчерпаемому источнику.

Особенно важна энергоэффективность в период экономических потрясений. Сокращая свои затраты, компании могут предлагать более выгодные условия сотрудничества партнерам, а частные лица — оптимизировать личный бюджет. Для предприятий ЖКХ энергосбережение если не полностью, то хотя бы частично может возместить возникший дефицит финансовых ресурсов. Как было отмечено в ходе конференции представителями крупнейшей в Северной Европе энергетической компании Fortum, затраты на энергию часто составляют более 85 % от всех производственных затрат, при этом потенциал ее сбережения может достигать 10–30 %.

Открывая конференцию, Его Королевское Высочество Принц Дании Йоаким отметил: «Экологически чистые технологии необходимы не только для сохра-

нения окружающей среды, но и для развития бизнеса. Энергосбережение добавляет конкурентоспособности компаниям, уменьшает их зависимость от минерального топлива и от колебания цен на него. В течение 25 лет для Дании характерен низкий уровень потребления энергоресурсов в сочетании с высокими показателями экономического роста. Это стало возможным в том числе благодаря датским энергосберегающим технологиям». Развивая начатую высоким гостем тему, менеджер проектов компании Grommij/Carl Bro Питер Соне добавил: «В 1980–2006 гг. рост ВВП Дании составил почти 80 %, при этом энергопотребление осталось на прежнем уровне».

КОРОЛЕВСТВО ЭКОНОМИИ

Достижения Дании в области экономии энергоресурсов заслужили международное признание. Как отметил недавно в своем интервью Reuters Джим Роджерс, руководитель американского энергетического концерна Duke Energy Corp, эта страна, наряду с Японией является сегодня абсолютным мировым лидером по уровню энергосбережения.

Однако такой результат не случаен. Он стал итогом целенаправленной деятельности всего государства, в которую были вовлечены и промышленные компании, и обычные граждане.

Датчане встали перед острой необходимостью снизить потребление ресурсов после кризиса 1973 года и катастрофического роста цен на топливо. Тогда правительством был разработан комплекс энергосберегающих мер, включавший установку стеклопакетов, утепление подвалов, стен и окон зданий, балансировку систем отопления, автоматическое регулирование температуры в помещении и другие рекомендации. Однако установка узлов учета у потребителей изначально не предусматривалась. По этой причине реализация проекта оказалась практически невозможной. Ведь все перечисленные мероприятия должны были оплачиваться потребителями, а в условиях оплаты по тарифу у них не было стимулов вкладывать деньги в энергосбережение. Сейчас, когда учет в Дании повсеместен, экономичные решения находят широкое применение.

Работу по пропаганде энергосбережения среди граждан взял на себя Копенгагенский офис по энергетике и охране окружающей среды (Copenhagen Energy and Environment Office — КМЕК). Организация, осуществляющая свою деятельность при поддержке государства, предоставляет консультации о различных технологических новинках, наглядно демонстрирует экономичные решения в действии.

И результат этой работы налицо. Например, на базе многих действующих котельных были созданы мини-ТЭЦ мощностью до 1 МВт. Такие установки, служащие для совместного производства тепло- и электроэнергии (когенерация), потребляют примерно на треть меньше топлива, чем расходуется при ее отдельной выработке. Кроме того, активно используется отходящее тепло про-

мышленного производства. Так, цементный завод «Ольборг Портланд» ежегодно отдает примерно 190 тыс. Гкал в систему теплоснабжения города Ольборга, что составляет около 15 % потребности этого населенного пункта в тепловой энергии.

В системах теплоснабжения страны повсеместно применяются эффективные пластинчатые теплообменники, насосы с регулируемым электроприводом, автоматика контроля и регулирования расхода теплоносителя, индивидуальные регуляторы тепла и иные современные решения. В условиях оплаты фактического потребления энергии экономия оказалась выгодна всем сторонам — и поставщикам, и покупателям коммунальных услуг.

УРОКИ ЭКОНОМИИ

В нашей стране вопросы, связанные с энергосбережением, контролируются на самом высоком уровне. Так, Правительство РФ планирует уже к 2020 году добиться почти двукратного снижения энергоемкости отечественной экономики. Большинство специалистов сходятся во мнении, что для успешного выполнения этой задачи внедрение приборного учета в России столь же необходимо, как это было в Европе. Опыт, уже накопленный в секторе ЖКХ, является тому наглядным примером.

«В России особенно заметно, как наличие перед глазами счетчика с цифрами расхода тепла позволяет в корне изменить отношение к энергосбережению. Если же учета нет, то ни о какой экономии не может быть речи: как можно сберечь неизвестное количество энергии?», — отметила Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства компании Kamstrup, ведущего мирового производителя и поставщика системных решений в энергоучете.

Учет и оплата энергии по факту должны повлечь за собой стремление потребителей искать такие решения, которые помогут снизить расходы и обеспечить комфорт. Для повышения теплоэффективности зданий особое внимание рекомендуется уделять утеплению домов, а также модернизации всех инженерных систем.

И уже есть примеры такой работы. В рамках конференции представитель компании Danfoss Андрей Моисеенко рассказал о тепловой реконструкции 14-этажного жилого дома на ул. Дыбенко в Санкт-Петербурге. Термограмма показала, что автоматическая балансировка и регулирование позволили выровнять температуру во всех квартирах и снизить потребление тепла в целом.

Не менее значимыми становятся показатели энергоэффективности техники, используемой в производстве и в быту. В Европе люди уже давно начали обращать внимание на этот фактор. «Например, годовая экономия электроэнергии при замене стандартного циркуляционного насоса категории D на аналогичный категории A составляет более 400 кВтч. И речь идет только лишь об одном устройстве», — пояснил Александр Яковлев, инженер группы управления проектами компании GRUNDFOS, производителя насосного оборудования. Учитывая,

что на насосное оборудование приходится около 80 % всех затрат электричества в водо- и теплоснабжении, его эффективность может сыграть важную роль в общем снижении энергозатрат.

Внедрение повсеместного учета, установка современного оборудования, утепление зданий и модернизация всех инженерных систем жилых и производственных объектов, переход на новые виды топлива — вот основные меры, которые помогут России стать по-настоящему энергоэффективной страной.

Показательно, что в нашей стране уже накоплен определенный опыт успешного применения энергосберегающих технологий, особенно в коммунальном хозяйстве. И опыт этот неразрывно связан с Данией. Датское оборудование уже давно эксплуатируется на объектах в большинстве российских городов. Вот характерный пример: недавно в одну из лабораторий города Ломоносова (Ленинградская область) прислали для поверки расходомер Kamstrup ULTRAFLOW® первой серии, выпущенный еще в конце 1980-х годов. Прибор проработал более 20 лет и продолжает исправно служить до сих пор. А установленные в 19-

62 году в гостинице «Россия» радиаторные терморегуляторы Danfoss не потребовали замены до самого сноса здания в 2006 году.

В заключение следует отметить, что для России, ратифицировавшей в 2004 году Киотский протокол, экономия топлива и сокращение выбросов в атмосферу продуктов его сжигания может стать весомым фактором экономического роста. Как известно, в рамках конвенции компании могут получать прибыль от продажи за рубеж квот на выбросы в окружающую среду парниковых газов. Этой возможностью активно пользуются в Дании, где квоты на выбросы углекислоты реализуются через Датское энергетическое агентство.

Возможно, это звучит странно, но именно благодаря некоторому отставанию в энергосбережении Россия имеет огромный потенциал в этой области. Воспользовавшись им сегодня, мы можем в значительной мере уменьшить влияние финансового кризиса на экономику страны, а также поднять на качественно новый уровень состояние многих отраслей промышленности. Главное — не потерять время: перспективы, такие близкие сегодня, могут оказаться упущенными уже завтра.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

ПРОКУРАТУРА КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕСИИ: В РЯДЕ ПОСЕЛЕНИЙ СТОКИ СБРАСЫВАЮТСЯ В РЕКИ БЕЗ ОЧИСТКИ

Прокуратурой Прикубанского района Карачаево-Черкесии проведена проверка соблюдения санитарного законодательства на объектах водопотребления и водоотведения Прикубанского муниципального района. Об этом сообщили в прокуратуре республики.

Проведенной проверкой установлено, что на территории Прикубанского муниципального района в населенных пунктах, где имеются канализации, кроме поселка Ударного, очистные сооружения канализации не функционируют и канализационные стоки без какой-либо очистки и обеззараживания сбрасываются в озера, пруды и реки.

Объекты инфраструктуры по водоснабжению и водоотведению в поселке Ударный Прикубанского муниципального района Карачаево-Черкесии переданы в хозяйственное ведение ООО «Маяк». Однако очистные сооружения канализации находятся в неудовлетворительном состоянии, стоки подвергаются только механической очистке с обеззараживанием хлорной известью, после чего поступают в БСК. Лабораторный контроль качества обеззараживания не проводится. Результаты проб воды, отобранных в большинстве населенных пунктов, не соответствуют санитарным правилам.

ИВАНОВСКАЯ ОБЛАСТЬ НАМЕРЕНА ВЛОЖИТЬ ОКОЛО 10 МЛРД РУБ. В ПРОГРАММУ «ЧИСТАЯ ВОДА»

В Ивановской области началась разработка концепции региональной целевой программы «Чистая вода» стоимостью порядка 10 млрд. руб. Ее ведет департамент административно-технического, экологического и ветеринарного контроля Ивановской области. Участники рабочей группы под руководством заместителя председателя областного правительства, руководителя комплекса госконтроля и природопользования Николая Соколова обсудили основные предложения по формированию программы.

Как пояснил Николай Соколов, сейчас на федеральном уровне сформулирована концепция целевой программы «Чистая вода». Предполагается, что разработка и утверждение ее положений завершится к середине 2010 года. По оценке разработчиков, вложения в проект составят около пяти трлн. рублей. Основное внимание в программе уделяется развитию и модернизации централизованных систем водоснабжения в населенных пунктах. Уровень софинансирования федерального бюджета в средних городах (с населением от 100 тыс. человек) составит не менее 50%, а для малых городов и сельских пунктов - до 90%.

«Условия софинансирования очень привлекательны, особенно для дотационного ивановского региона, - пояснил Николай Соколов. - По подсчетам специалистов профильных департаментов, для реализации программы «Чистая вода» на территории Ивановской области нужно около 10 млрд. рублей. Поэтому свою областную концепцию мы постараемся максимально увязать с разработками на федеральном уровне».

О НЕКОТОРЫХ ПРИЧИНАХ УХУДШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕРА СЕВАН В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ



Г.Г. Бабаян, д. т. н., начальник отдела качества воды
К.А. Агаббян, к. т. н., технический директор
ЗАО «Армводоканал»
Республика Армения, Ереван

Г.Г. Бабаян

В отличие от рек, которые относятся к открытым системам, озера — полузамкнутые системы. В зависимости от их проточности — соотношения объемов воды притоков, стока и самого озера и физико-географических условий формирования (климатические особенности, геологическое строение, возраст) в озерных котловинах могут образовываться различные в химическом отношении воды. Главный вопрос в отношении использования водных ресурсов оз. Севан состоит в том, чтобы найти динамическое равновесие между тем, сколько можно изъять воды из водоема для нужд народного хозяйства и сколько необходимо оставить в нем для оптимального развития экосистемы озера. Направленное изменение статей водного баланса неизбежно ведет к изменению всех параметров экосистемы. Здесь вопросы качества и количества воды представляют собой единое целое.



В результате искусственного повышения уровня озера Севан качество воды в нем значительно ухудшилось, достигнув в текущий летний сезон катастрофических показателей как по гидрохимическим, так и микробиологическим и гидробиологическим характеристикам, как по биотическим, так и абиотическим компонентам. На сегодня сложилась ситуация, когда ухудшение качества воды не прогнозируется, а фиксируется как уже свершившийся факт. При этом стандартным стало представление о том, что значительное ухудшение качества воды озера в настоящее время связано с масштабами хозяйственной деятельности в водосборном бассейне водоема и прежде всего с поступлением в притоки озера неочищенных сточных вод. С целью объективной оценки ошибочности этого положения рассмотрены тенденции изменения качества воды под влиянием водосборного бассейна и внутриводоемных процессов озера для характеристики доли участия каждого из них в сложившейся ситуации.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Озеро Севан — одно из самых хорошо изученных водоемов. Исследователям, изучающим озеро, представилась редкая возможность оценить характер изменения гидрохимического режима и трофности озера в результате изменения гидрологического режима — искусственного понижения уровня озера на 18,5 м. Для замедления эвтрофирования озера в 1981 г. началась эксплуатация канала Арпа-Севан с переброской в озеро р. Арпа, в 2001 г. — р. Воротан. В результате изменились статьи водного баланса оз. Севан — уменьшилось испарение и увеличился естественный сток. Уровень озера к 2007 г. повысился на 1,7 м (по сравнению с 1981 г.), обнажив примерно 5 тыс. га территорий [1].

По сравнению с началом подъема уровня в результате сокращения численности населения, а также промышленного и сельскохозяйственного производства значительно снизились нагрузки загрязняющих веществ со стороны водосборного бассейна. Промышленные предприятия сменили небольшие строительные и пищевые производства, прибрежные строения (дома отдыха, пансионаты, мотели). Значительно снизилась загрязненность рек. Так, напри-

мер, число случаев превышения максимальных предельно допустимых концентраций на р. Масрик в 1985 г. по взвешенным веществам составляло 62, р. Гаварагет — 42, р. Мартуни — 22, а в 2006 г. случаев превышения максимальных норм не наблюдалось [2]. Основными источниками загрязнения притоков озера являются города и поселки, среди которых наиболее крупные — Гавар, Варденис, Мартуни.

В настоящее время оз. Севан можно отнести к водоемам, с величиной общей минерализации 680 ± 20 мг/л, фоновыми показателями по солевому составу с преобладанием гидрокарбонат- и магний-ионов. В воде озера наблюдаются повышенные концентрации всех форм азота и пониженные — общего фосфора. Уровень трофии озера — мезотрофный [3].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве объектов исследований выбраны поверхностные и сточные воды бассейна, в качестве исходного экспериментального материала — данные наблюдений ЗАО «Армводоканал». Исследования проводились для определения степени очистки и расчета сооружений проектируемых очистных станций канализации городов Гавар, Мартуни, Варденис.

Пробы воды отбирались из фоновых, незагрязненных участков рек и из канализационных люков, наиболее полно характеризующих суммарный сброс сточных вод в реки. С целью получения объективных характеристик загрязненности сточных вод отбирались репрезентативные суточные, 24-часовые пробы воды в течение 2-х месяцев. Одновременно с отбором проб измерялся расход воды. Анализы проводились в Северо-Западной региональной лаборатории (г. Севан). В качестве методов анализа использовались [4,5]:

1. монометрическое определение биохимического потребления кислорода (BPK_5) с использованием измерительной системы OxiTop;
2. определение аммиака, нитритов, нитратов, общего азота, фосфатов, общего фосфора, фенола, формальдегида с использованием фотометрического анализа «HACH LANGE» (спектрофотометр DR 5000);
3. определение количества взвешенных частиц весовым методом после мембранной фильтрации;

На основании полученных данных рассчитывались средние концентрации загрязняющих веществ в сточных водах (мг/л) и их фактические сбросы (г/час).

Расчет предельно допустимых сбросов (ПДС) проведен для контрольного створа рек (1000 м), с учетом 5 %-го роста численности населения, норм водоотведения равным 200 л/сут на человека и перспективного развития промышленного производства. Принято, что весь объем сточных вод отводится в реки точечным выпуском. Т.е. к исходным данным предъявлены наиболее жесткие требования. Отношение объема воды в реке к количеству поступивших в нее сточных вод характеризует степень разбавления, гидравлические особенности реки — ско-

рость разбавления, процессы трансформации загрязняющих веществ в результате химических реакций и биологических превращений — степень самоочищения [6].

При обобщении полученных результатов использованы также следующие расчетные данные:

- 1) концентрация загрязняющих веществ (по количеству загрязнений на одного жителя канализованных и неканализованных районов);
- 2) условный показатель времени внешнего водообмена (отношение объема озера к количеству выносимой воды);
- 3) величина общей минерализации, концентрация основных загрязняющих веществ и период их стабилизации (для измененного гидрологического режима) [7,8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ ОЗЕРА СЕВАН

Централизованное водоснабжение в сочетании с канализованием населенных мест — одно из основных условий санитарного благоустройства населения. Основное назначение канализационной сети — транспорт бытовых и промышленных сточных вод на очистные сооружения. В процессе функционирования изношенных канализационных систем часто возникают разного рода аварии, приводящие к изливу канализационных вод на поверхность земли, а в условиях отсутствия канализационных очистных станций — к загрязнению поверхностных вод.

Сточные воды выпусков канализационных коллекторов Гавар, Варденис, Мартуни являются в настоящее время наиболее крупными точечными источниками загрязнения притоков озера. Население городов Гавар, Варденис и Мартуни составляет соответственно 25,8; 12,7; 12,0 тыс.человек. Забор воды из подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения — 12496,9; 2706,0; 2342,0 тыс.м³, водопотребление — 1112,3; 454,2; 324,4 тыс.м³, водоотведение — 263,7; 302,6; 229,1 тыс. м³ соответственно (данные за 2007 г.).

В 1976 г. были введены в эксплуатацию очистные станции канализации Варденис и Мартуни, которые начиная с 1990-х годов не действуют. Резкий спад потребления питьевой воды привел к сокращению количества сточных вод, поступающих в канализационную сеть; водоотведение Гавар уменьшилось в 26 раз; г. Варденис — 16; Мартуни — в 5 раз. К системам централизованного водоотведения подключено 50–60 % населения Гавар, 65–75 % — Варденис и 85–90 % — Мартуни. Сточные воды без очистки отводятся соответственно в реки Гаварагет, Масрик, Мартуни, которые имеют рыбохозяйственное значение. Ввиду изношенности водопроводных сетей в месяц регистрируется 10–15 аварий, при этом в последние 15–20 лет случаев залпового загрязнения рек практически не наблюдалось. В период работы канализационных очистных станций

Таблица 1

Степень очистки сточных вод на канализационных очистных станциях (в числителе — входящая, в знаменателе — выходящая вода)

Название станции	Место спуска сточных вод	Мощность м ³ /сут.	Концентрация, мг/л			
			1985 г.		1995 г.	
			БПК ₅	Взвешенные вещества	БПК ₅	Взвешенные вещества
Мартуни	р. Мартуни	4.0	$\frac{180.0}{21.0}$	$\frac{190.0}{17.0}$	$\frac{160.0}{45.0}$	$\frac{180.0}{45.0}$
Варденис	р. Масрик	4.0	$\frac{126.0}{17.0}$	$\frac{85.0}{20.0}$	$\frac{115.0}{52.0}$	$\frac{90.0}{50.0}$

Исследования качества сточных вод канализационных коллекторов за июнь-август 2008 г. позволили определить концентрации загрязняющих веществ (Табл. 2.) и сопоставить их с соответствующими концентрациями в реках.

Таблица 2

Результаты анализов воды притоков оз. Севан и сточных вод канализационных коллекторов, июнь-август 2008 г.

Место отбора проб	Концентрация, мг/л									
	БПК ₅	Взвешенные вещества	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	N _{общ.}	PO ₄ ³⁻	P _{общ.}	Фенол	Формальдегид
р. Гаварагет	9	4.8	0.08	0.01	2.38	3.2	0.4	0.42	0.00	0.00
Выпуск 1	317	26.8	21.1	0.25	0.40	22.5	9.4	11.11	1.56	0.50
Выпуск 2	143	28.5	13.0	0.12	0.24	14.2	2.5	3.93	0.61	0.23
р. Мартуни	8	1.9	0.01	0.02	0.98	2.0	0.4	0.42	0.02	0.00
Выпуск 1	21	10.0	0.62	0.16	2.05	4.0	1.0	1.14	0.05	0.03
Выпуск 2	47	7.4	2.20	0.06	0.73	4.0	1.0	1.17	0.17	0.07
р. Масрик	11	2.4	0.02	0.01	1.05	2.2	0.3	0.38	0.02	0.00
Выпуск 1	17	9.3	0.51	0.03	0.93	2.9	2.7	3.02	0.06	0.06
Выпуск 2	10	2.0	0.53	0.04	1.05	1.1	0.7	0.77	0.04	0.04

исследования качества сточных вод проводились в порядке надзора за работой отдельных звеньев очистных сооружений (Табл. 1). После 1995 г. анализ сточных вод не проводился.

Концентрация веществ в сточных водах города Гавар превышает соответствующие концентрации в фоновых участках в реке Гаварагет: аммиак — 200; БПК₅ — 25; нитритов — 19; фосфатов — 15, взвешенных веществ — 6 раз. Для города и реки Мартуни кратность превышений концентраций в сточных водах значительно ниже и составляет 140; 4; 5; 4; 3 раза соответственно. Концентрации загрязняющих веществ в сточных водах города Варденис практически равна соответствующим значениям в реке Масрик. На концентрацию загрязняющих веществ в сточных водах влияет часовой график подачи воды (в среднем Варденис — 24; Мартуни — 22; Гавар — 7 часов в сутки), численность обслуживаемого населения, количество и качество производственных сточных вод. Канализационные воды содержат в большом количестве легкоокисляемые органические вещества и фекальные загрязнения (БПК₅, азотсодержащие вещества), а показатели промышленного загрязнения (взвешенные вещества, фенол, формальдегид) значи-

тельно меньше допустимых значений. В то же время, по сравнению с периодом работы очистных станций концентрации поступающих в реки загрязняющих веществ уменьшились: взвешенные вещества — в 15–20 раз, БПК₅ — в 6–8 раз.

При обобщении полученного материала проведена сравнительная характеристика фактических (по результатам экспериментальных наблюдений), расчетных (по количеству веществ на одного жителя канализованного района) и нормированных (по утвержденным ПДС) сбросов основных загрязняющих веществ (Рис. 1). Принято, что потенциально опасное загрязнение может иметь место лишь при достижении фактических сбросов уровня предельно-допустимых, при котором экосистемы рек переходят в состояние экологической напряженности.

На основании полученных результатов можно заключить, что влиянию сточных вод Гавар, Мартуни и Варденис на качество воды притоков озера незначительно.

Помимо точечных источников загрязнения важное значение имеет диффузионный сток в озеро. Талые, ливневые стоки, атмосферный перенос и поверхностный сток в отдельные временные периоды может зна-

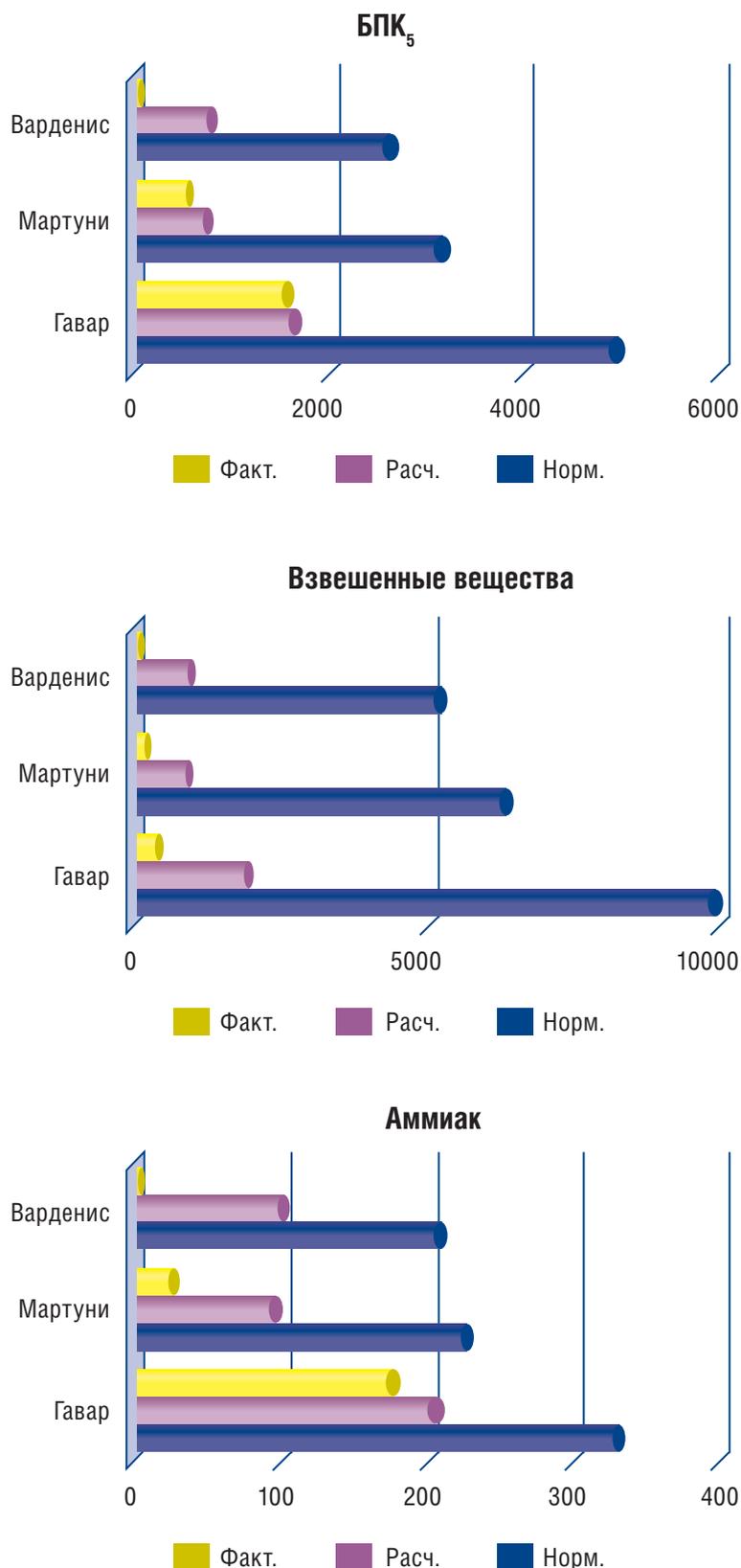


Рис. 1 Схематическое изображение фактических (Факт.), расчетных (Расч.) и нормированных (Норм.) сбросов загрязняющих веществ выпусков канализационных коллекторов Гавар, Мартуни и Варденис в притоки оз. Севан, г/час.

чительно ухудшать качество воды прибрежной зоны. В условиях отсутствия промышленного производства по численности неканализованного населения региона диффузионные сбросы хозяйственно-бытовых сточных вод по всему бассейну составляют примерно: БПК₅ — 3,2; взвешенные вещества — 3,7; аммиак — 0,4 кг/час. В целом диффузионный сток хозяйственно-бытовых сточных вод значительно меньше точечного сброса (сопоставим только с одним из изученных городов).

Качественная оценка диффузионного загрязнения позволяет отметить положительные тенденции сокращения загрязнения в бассейне. Среди них — снижение численности населения, объемов строительства, количества автотранспорта, сельскохозяйственного производства, площади орошаемых пахотных земель. В то же время намечены и отрицательные тенденции — изменение характера снегозалегаания и снеготаяния в результате вырубки лесов, распашки склоновых земель, пойм рек, использование ранее запрещенных хлорорганических пестицидов, недостаточное использование удобрений, приводящее к снижению противозрозионной устойчивости почв. На фоне свертывания промышленного и сельскохозяйственного производства существенный вклад в изменение качества воды береговой зоны приносит рекреация. В последние годы в бассейне ведется интенсивная, неконтролируемая застройка береговой зоны. Почти все прибрежные строения — дома отдыха, пансионаты, мотели, точки общественного питания и др. не канализованы. Многие из них не имеют выгребных ям (септиков) и фекальные воды сбрасываются непосредственно в озеро.

Таким образом, уменьшение поступления веществ из точечных и рассредоточенных источников загрязнения создает предпосылки для сокращения значимого влияния водосборного бассейна на качество воды озера в целом. Сточные воды, поступающие в реки и озеро, содержат много легкоокисляемых органических веществ, а их репрезентативными показателями являются БПК и азотсодержащие вещества.

Для проектирования и строительства очистных станций канализаций г. Гавар выбрана схема полной очистки (механическая и биологическая), а для Мартуни и Варденис — только механической.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИВОДЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ

Вопрос о влиянии затопленных территорий на качество воды в литературе изучен достаточно хорошо в связи с наполнением ложа создаваемых водохранилищ. Подъем уровня воды озера сопровождается интенсивной переработкой берегов, выравниванием береговой линии. На сегодняшний день при расчистке затопленных территорий удаляются в основном только крупные деревья, а их корни и мелкие кустарники остаются под водой. При этом часто расчистка проводится уже после затопления береговой зоны. Большая часть затопленного материала не подвергается немедленному потреблению и постепенно переходит в слой осадков. Известно, что наибольшее количество органических и биогенных веществ отдадут в воду затопленные луговая и лесная растительность, почвы, наименьшее — песок и глина. При разложении затопленной древесной, кустарниковой и луговой растительности максимальный темп накопления легкоокисляющихся органических веществ приходится на первые 10 дней, биогенных веществ — на конец второго месяца. Весь процесс минерализации растянут на 150 дней [9]. Наибольшее количество биогенных и органических веществ поступает при разложении высшей водной растительности, затем луговой и древесной. Практика создания водохранилищ показывает, что стабилизацию биохимических процессов в воде и исчезновение сероводорода в придонных слоях следует ожидать спустя 2–3 года с момента их эксплуатации в постоянном режиме.

В связи с вышесказанным, несмотря на проводимые мероприятия, отрицательное влияние затопленных территорий на качество воды прибрежных зон нельзя не учитывать. Это в большей степени сказывается на состоянии Большого Севана, заиление и заболачивание прибрежных зон которого наблюдается уже не первый год.

Вторым, и на наш взгляд, основным фактором, приводящим к ухудшению качества воды, является переход загрязняющих веществ из донных отложений в воду. Если на основании статей водного баланса за 2007 г. приблизительно оценить поступление и вынос основных веществ в оз. Севан, можно заключить, что уменьшение проточности водоема неизбежно приводит к увеличению аккумуляции в озере всех веществ. В итоге, по примерным оценкам, их накопление в озере увеличилось примерно с 70 % (за 1981 г.) до 89 %, а только за один год в озере накопилось примерно 100 тонн солей (по величине общей минерализации), 40 тонн органических веществ (по перманганатной окисляемости), 9 тонн тяжелых металлов (железо, марганец, цинк, медь, кобальт, никель) [10].



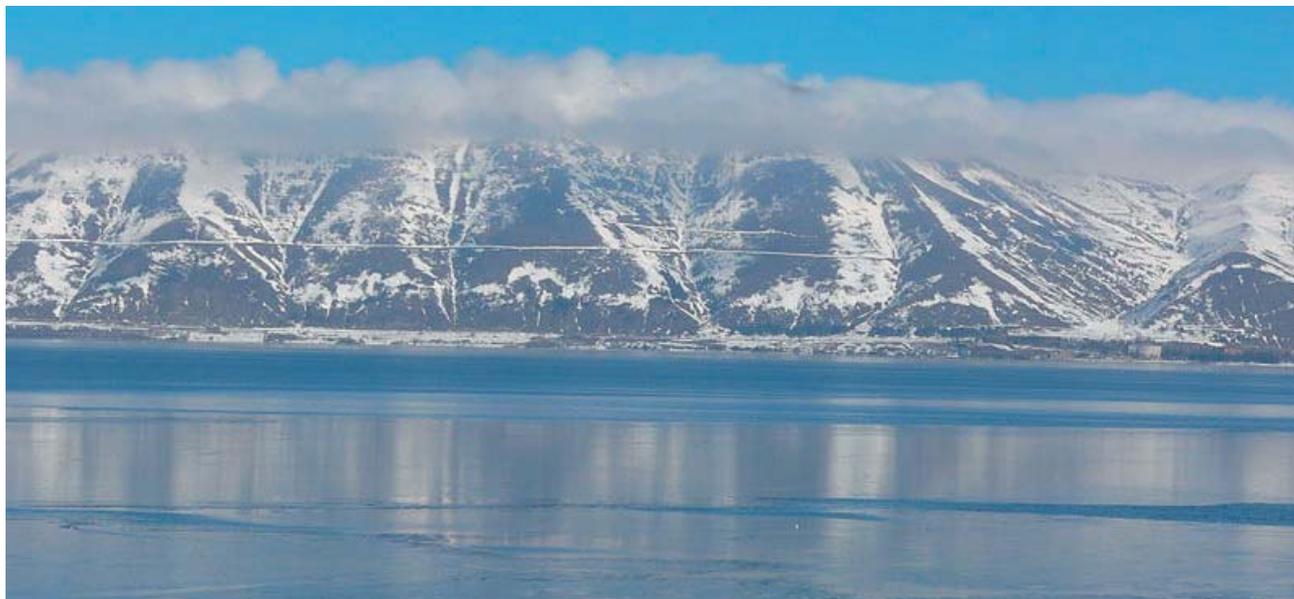
Однако следует отметить, что полученные балансовые данные не характеризуют общую ситуацию по режиму веществ в озере, т. к., попадая в водоем, они трансформируются, распадаются, накапливаются и принимают участие в различных биохимических процессах. Это приводит к потере вещества или в некоторых случаях к увеличению его содержания. При этом основным приемником неиспользованных и неразложившихся взвешенных и растворенных веществ в итоге являются донные отложения.

Процессы на поверхности раздела «донные отложения–вода» — наименее изученное звено и до сих пор не ясна их роль в потоке веществ в условиях замедленного стока. Временной разрыв между продуцированием органического вещества автотрофными организмами и его потреблением гетеротрофами неизбежен, а сроки минерализации органических веществ трудно прогнозировать. Прежде чем будет использовано все накопленное органическое вещество, могут пройти многие недели, месяцы, годы.

Считается, что существовать в течение длительного времени могут лишь устойчивые экосистемы. В литературе к настоящему времени накоплено значительное количество различных разработок по вопросу оценки качества воды, связанное с искусственным преобразованием режима озер. Авторами на основании опубликованных в литературе данных выполнено приблизительное теоретическое решение задачи о формировании качества воды озера Севан в связи с подъемом уровня воды, обусловленное только гидрологическими (поступление воды в водоем и его вынос) и гидродинамическими (перемешивание водных масс) факторами. Согласно полученным данным, в доспусковой период полная замена водных масс происходила за 1638,5, в период интенсивного спуска — 13–4,9, в современный период — 736,7, при прогнозируемом подъеме уровня на 6 м — 940,8 лет. Преобразование статей водного баланса озера приведут к незначительному изменению величины общей минерализации озера, полная стабилизация которой произойдет только через 350 лет. По сравнению с настоящим уровнем, минерализация воды уменьшится, концентрация остальных показателей

несколько увеличится. Стабилизация органических веществ по показателям перманганатная окисляемость и БПК наступит через 160–175 лет, биогенных элементов — азотсодержащих соединений, общего фосфора, железа, марганца — 90–95 лет, тяжелых металлов — 25–65 лет. Для процессов накопления и расходования веществ в озере, несмотря на увели-

чение притока примерно на 50 %, характерной особенностью будет продолжать оставаться инерционность — способность сохранять исходное состояние или плавно переходить в другое. [11].



Т. е. экосистема озера Севан достаточно устойчива к внешним воздействиям и нагрузкам, что еще не гарантирует ее экологического благополучия (стабильности). Изменение уровня режима, морфометрии, ухудшение водообмена между двумя частями озера приводит к дестабилизации экосистемы. А это приводит к изменению температурного режима, кислотно-щелочных, окислительно-восстановительных условий — к возрастанию скорости потребления кислорода иловыми отложениями и выходу загрязняющих веществ в водную толщу. Иловые отложения, сформированные в период интенсивного эвтрофирования озера и содержащие запасы биогенных и органических веществ, могут быть постоянным и залповым (при перемешивании) источником пополнения воды озера загрязняющими веществами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные экспериментальные исследования позволяют заключить, что наиболее значимые источники загрязнения озера — сточные воды выпусков канализационных коллекторов, не создают условий существен-

ного влияния водосбора на качество воды. Динамическим процессам внутреннего водообмена по-прежнему принадлежит основная роль в формировании качества воды. При этом определяющими являются процессы вторичного загрязнения воды из донных отложений, а также в результате затопления территорий, интенсивной переработки берегов, выравнивании береговой линии.

Экосистема Севана подвержена хроническому стрессу, когда интенсивность изменения уровня продолжается годами. В короткий временной период, когда уровень озера относительно стабилизировался, произошло улучшение всех качественных характеристик воды. Начавшееся повышение уровня воды привело к повторному изменению направленности физико-химических, биохимических, биологических процессов. Колеблющийся в течение года и годов водный режим, а также уменьшение проточности озера не позволяют ему жить нормальной жизнью, ускоряя катастрофические последствия. Только повышение уровня озера до намеченной отметки позволит самостоятельно поддерживать нормальный режим жизни и самовосстановления озера Севан.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П. Оценка изменения водного баланса озера Севан при понижении его уровня//Вода: экология и технология ЭКВАТЕК-2008/М. 2008. С. 94.
2. Окружающая среда и природные ресурсы//Сборник Статуправления/Е. 2008. 82 с. (на армянском языке)
3. Программа годовых и комплексных мероприятий по восстановлению, охране, воспроизводству и использованию озера Севан/Закон РА от 14 декабря 2001 г. (на армянском языке)
4. Руководство по химическому анализу вод суши//Под ред. Семенова А.Д./Л-Гидрометеиздат 1977, 541 с.
5. WTW Application report 895230 «BOD measurement in household wastewater»
6. Методика расчета ПДС/Приказ N464 министра охраны природы от 10 декабря 2003 г. (на армянском языке)
7. Канализация. Наружные сети и сооружения СНиП 2.04.03-85.
8. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод // Под редакцией А.В. Караушева/Л. 1990.
9. Журавлева Л.А. Гидрохимия устьевой области Днепра и Южного Буга в условиях зарегулированного речного стока/К. 1988. 174 с.
10. Бабаян Г.Г. О некоторых прогнозируемых изменениях качества воды оз. Севан в связи с изменением гидрологического режима //Вестник МАНЭП/Е-2006-т.11-№8-С.107-110.
11. Бабаян Г.Г., Агабабян К.А. Современное экологическое состояние водных объектов Республики Армения//Водные ресурсы/М. 2008 г. 35. № 2. С. 245-250.

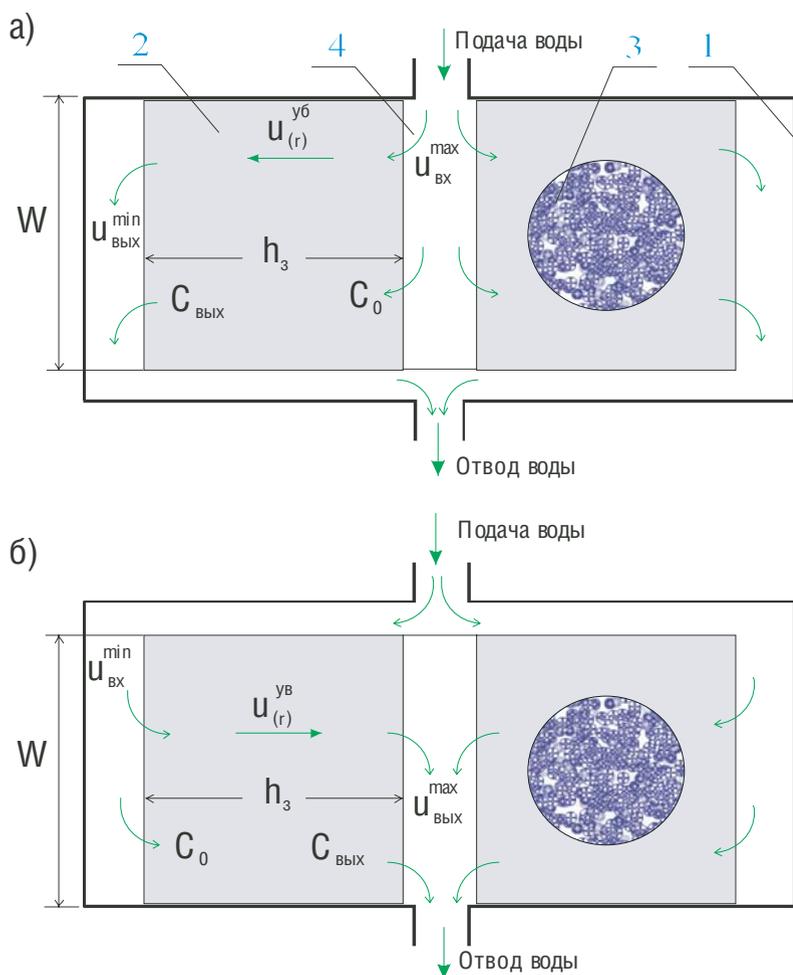
УВЕЛИЧЕНИЕ ГРЯЗЕЕМКОСТИ И РЕСУРСА РАБОТЫ КАРТРИДЖНЫХ ФИЛЬТРОВ



В.В. ДЗЮБО, докт. техн. наук, профессор
каф. водоснабжения и водоотведения

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Картриджные фильтры являются типичными представителями фильтров радиального типа. Переменная (непрерывно-уменьшающаяся) скорость фильтрования в радиальных фильтрах — от максимальной на входе до минимальной на выходе — позволяет увеличить грязеемкость фильтрующего материала и повысить эксплуатационные характеристики фильтров без ущерба для качества получаемого фильтрата по сравнению с традиционными технологиями фильтрования.



Картриджные фильтры [1], как правило, реализуют технологию радиального фильтрования, которое осуществляется в режиме переменных скоростей, при этом фильтры делятся на две основные группы (рис. 1), разница между которыми заключается в том, что первые реализуют технологию фильтрования со скоростями — от максимальных на входе до минимальных на выходе (фильтрование от центра к периферии), вторые — наоборот (фильтрование от периферии к центру фильтра). Характер технологических параметров работы таких фильтров приведен на рис. 2.

Проведенными исследованиями [2, 3] установлено различие в характере распределения примесей в толще фильтрующей загрузки фильтров, работающих

Рис. 1
Принципиальные схемы радиальных фильтров:
а — фильтрование от центра к периферии (тип 1);
б — фильтрование от периферии к центру (тип 2);
1 — корпус фильтра;
2 — картридж фильтра;
3 — фильтрующий материал;
4 — центральный канал картриджа;
 Ω — высота фильтрующего картриджа;
 v — скорость фильтрования;
 h_3 — толщина фильтрующего слоя по радиусу картриджа;
 $C_0, C_{\text{ВЫХ}}$ — концентрация примесей на входе и выходе

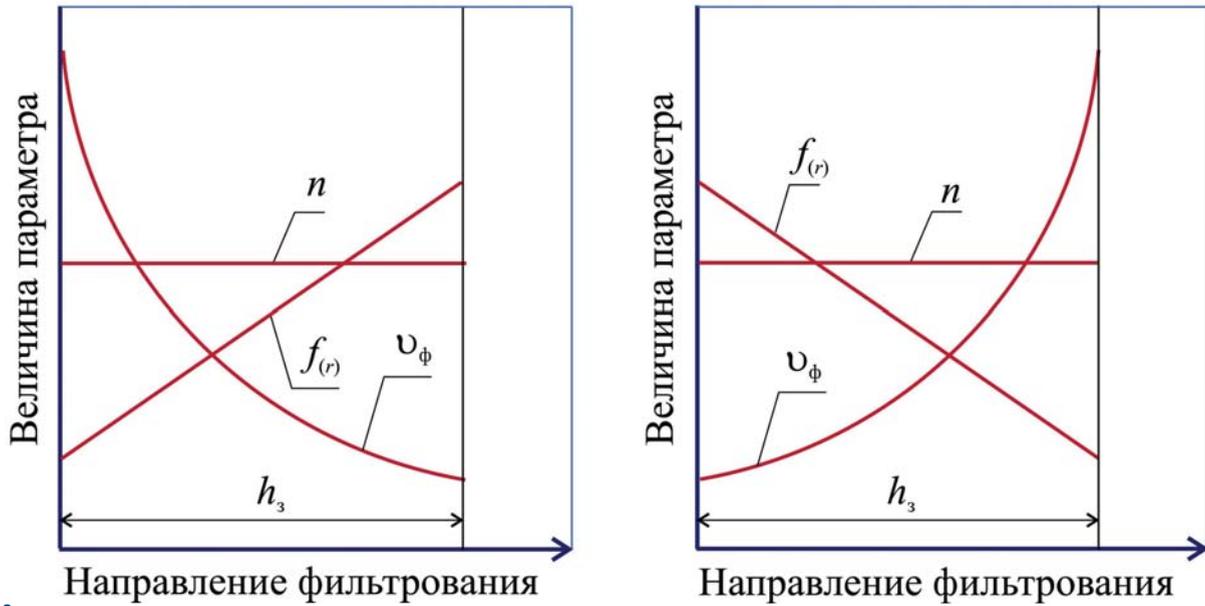


Рис. 2. Технологические параметры радиальных фильтров: а — тип 1; б — тип 2; v_ϕ — скорость фильтрации; n — пористость фильтрующего материала; $f(r)$ — площадь сечения по радиусу картриджа

с постоянной и переменной скоростью фильтрации и показано, что характер распределения массы задерживаемых примесей по направлению фильтрации в толще фильтрующего слоя адекватен характеру изменения скорости фильтрации.

В фильтрах, предназначенных для очистки различных категорий вод, фильтрующий материал является основой, ответственной за реализацию технологического процесса очистки, и как структура характеризуется рядом параметров, влияющих и во многом определяющих эффективность процесса очистки. Кроме того, фильтрующий материал влияет и на экономические показатели работы фильтров, например, на продолжительность фильтроцикла, от которого зависит частота, продолжительность и интенсивность промывки материала, что требует определенных затрат при эксплуатации.

При постоянной скорости фильтрации по мере накопления отложений (примесей) в толще фильтрующей загрузки фильтра гидродинамическое воздействие потока усиливается в результате роста скорости движения жидкости в поровом пространстве загрузки. Удерживание примесей прекращается, когда слой загрузки достигает состояния предельного насыщения (состояние динамического равновесия между количеством задержанных и удаленных потоком жидкости примесей). Предельная насыщенность определяет емкость (грязеемкость) загрузки по удаляемым примесям, при этом, как правило, наблюдается ухудшение качества получаемого фильтрата (очищенной воды).

Работами [3, 4] показано, что одним из путей повышения грязеемкости фильтров по удаляемым примесям при очистке различных категорий природных вод является фильтрация с убывающей скоростью. Грязеемкость загрузки фильтров в режиме такого фильтрации зависит не от средней скорости фильтрации в течение всего периода работы фильтра между промывками, а от

минимальной скорости, при которой завершается работа фильтра, т. е. происходит исчерпание защитного действия загрузки или располагаемого напора. Чем меньше эта минимальная скорость, тем больше грязеемкость фильтра. Отмечено [4], что без реконструкции фильтровальных сооружений только за счет фильтрации с убывающей скоростью их среднюю суточную производительность можно увеличить на 25–50 % при повышении скорости фильтрации в начале каждого фильтроцикла.

Известно, что под грязеемкостью фильтров понимается количество задержанных загрязнений за определенный период времени. Под периодом времени понимается период защитного действия загрузки фильтра, который чаще всего оценивается по качеству получаемого фильтрата (т.е. период времени до момента ухудшения качества фильтрата сверх нормативного). В общем виде грязеемкость загрузки фильтров к моменту исчерпания ее защитного действия можно определить как:

$$\xi = (C_0 - C_{\text{вых}}) \cdot q_v \cdot t_\phi \quad (1)$$

а грязеемкость, отнесенную к единице объема загрузки (удельная грязеемкость), как:

$$\xi' = (C_0 - C_{\text{вых}}) \cdot q_v \cdot t_\phi / W_3 \quad (2)$$

где:

q_v — расход фильтруемой воды;

t_ϕ — продолжительность работы фильтра до момента исчерпания защитного действия загрузки;

C_0 и $C_{\text{вых}}$ — концентрация удаляемых примесей в исходной и очищенной воде;

W_3 — объем фильтрующего материала (загрузки) фильтра.

Оценить и сравнить грязеемкость той и другой группы картриджных фильтров по продолжительности (ресурсу) их работы при очистке воды определенного качества —

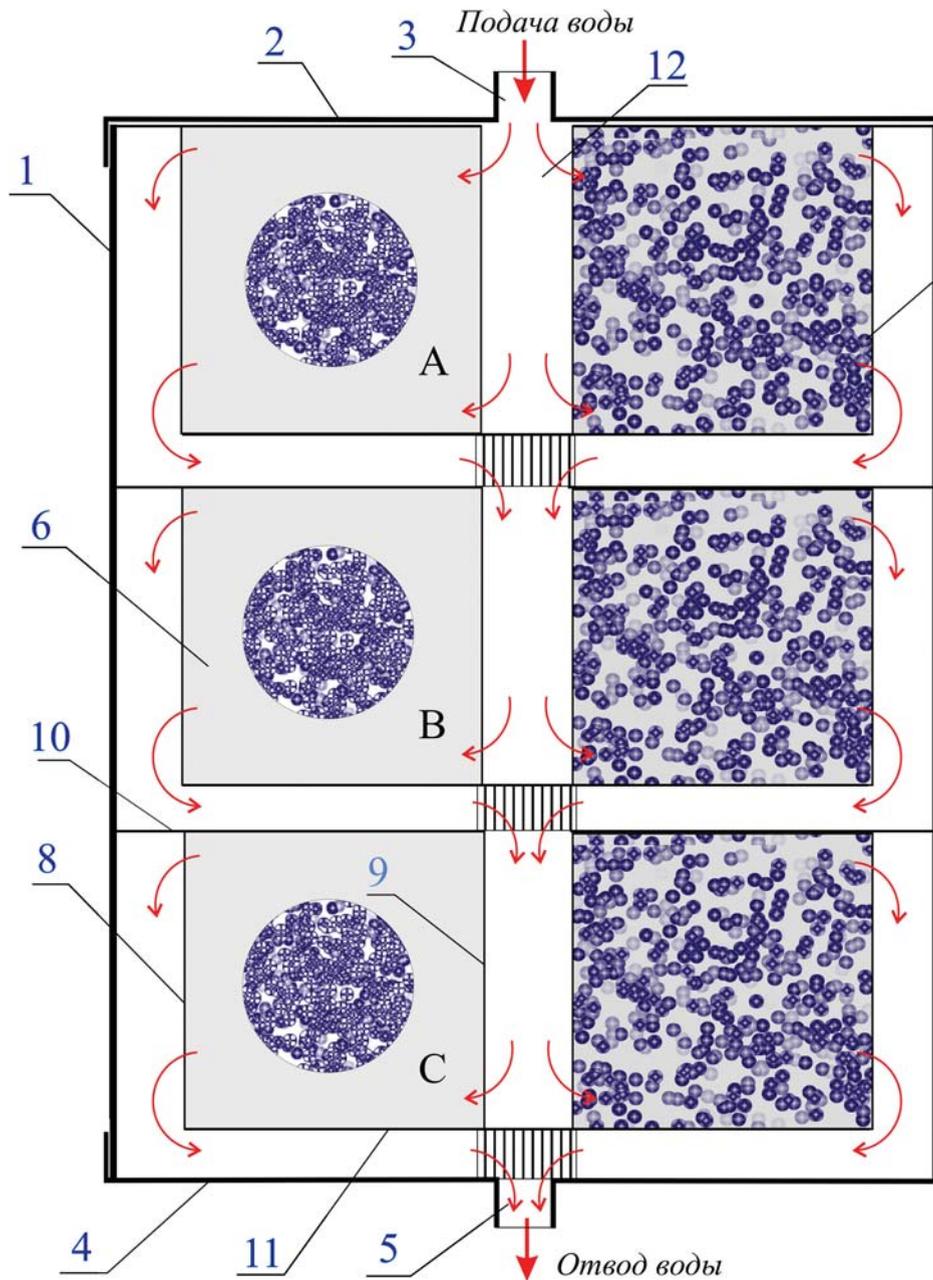


Рис. 3. Многоступенчатый картриджный фильтр

задача данной работы. В связи с этим были проведены сравнительные экспериментальные исследования работы двух типов радиальных картриджных фильтров, работающих в одинаковых условиях.

Поставленная в работе цель достигалась экспериментальной оценкой и сравнением продолжительности защитного действия и грязеемкости (по уравнениям 1 и 2) фильтрующего материала фильтров, работающих с переменной скоростью (тип 1 и тип 2) при очистке воды одинакового качества.

Критерием оценки работы исследуемых фильтров служила продолжительность их работы до момента ухудшения качества получаемой воды сверх нормативного [5] по контролируемым показателям качества воды при условии

что в фильтрах первого типа, т.е. при фильтровании от центра к периферии (рис. 2) скорость потока воды в толще фильтрующего материала непрерывно уменьшается при постоянстве расхода очищаемой воды, при этом адекватно снижается гидродинамический напор потока воды в поровом пространстве фильтрующего материала, а количество задерживаемых примесей нарастает по мере падения скорости фильтрования. Характер распределения задержанных примесей противоположен характеру изменения скорости фильтрования — от минимального количества примесей в начальных слоях фильтрующего материала, где скорость и гидродинамический напор максимальны, до максимального количества примесей в периферийных

обязательного соблюдения паспортных характеристик фильтров, рекомендуемых заводами-изготовителями или фирмами-поставщиками. По продолжительности работы фильтров (или по объему профильтрованной воды) и качеству очищаемой воды оценивалась и сравнивалась их грязеемкость.

Сравнение работы двух типов фильтров (тип 1 и 2) по продолжительности защитного действия фильтрующего материала равного объема, при очистке воды одинакового качества и при одинаковом достигаемом качестве очистки показало, что фильтры, реализующие технологию фильтрования с непрерывно уменьшающейся скоростью фильтрования (тип 1) имеют продолжительность защитного действия и соответственно грязеемкость в 1,2–1,4 раза выше, чем фильтры, реализующие технологию фильтрования с непрерывно нарастающей скоростью фильтрования (тип 2). С практической точки зрения это означает, что фильтры первой группы работают дольше без замены или регенерации фильтрующего картриджа.

На наш взгляд объяснением этому служит то,

слоях, где скорость фильтрования минимальна. При достижении состояния динамического равновесия, когда задержанные примеси не удерживаются в толще фильтрующего материала под воздействием напора фильтруемой воды и выносятся с фильтратом, грязеемкость загрузки исчерпывается, качество очищенной воды ухудшается, требуется регенерация фильтрующего материала или его замена. Финальная грязеемкость фильтрующего материала радиальных фильтров в режиме такого фильтрования зависит не от скорости воды на входе, не от средней скорости фильтрования в течение всего периода работы фильтра, а от той минимальной скорости потока на выходе, при которой наблюдается вынос задержанных примесей и завершается работа фильтра.

В фильтрах второго типа, когда очищаемая вода поступает с минимальной скоростью в периферийные слои материала, последние достаточно быстро накапливают задержанные примеси, образуя из них своеобразную «пробку», которая способствует увеличению гидродинамического напора потока воды. Внутренние слои и емкость фильтрующего материала остаются при этом неиспользованными полностью. Под воздействием гидродинамического напора потока воды задержанные примеси продавливаются в радиальном направлении, где скорость потока воды непрерывно возрастает, что способствует выносу их с очищенной водой, что ухудшает ее качество и требует регенерации или замены фильтрующего материала. Таким образом, в фильтрах второго типа емкость фильтрующего материала используется не полностью, особенно внутренних слоев, где примеси не могут удерживаться вследствие высоких скоростей потока воды.

Можно сказать, что процесс накопления примесей в толще фильтрующего материала будет настолько эффективнее (по количеству задержанных примесей на единицу объема загрузки), насколько оптимально:

- соотношение между принятой скоростью фильтрования воды, характером ее изменения по направлению фильтрования и качеством очищаемой воды;
- соответствие между скоростью фильтрования и характеристикой фильтрующего материала фильтра.

На основании анализа конструктивных особенностей картриджных фильтров различных фирм-производителей, опыта их эксплуатации и проведенных исследований по оценке грязеемкости фильтров в зависимости от технологии фильтрования, разработана конструкция многоступенчатого картриджного радиального фильтра (рис. 3) для очистки воды.

Представленный на рис. 3 картриджный фильтр имеет цилиндрический корпус 1 со съёмными верхней и нижней крышками 2 и 4, с патрубками 3 и 5 подачи и отвода воды соответственно.

Внутри корпуса друг над другом установлены картриджи 6, заполненные фильтрующим материалом 7. Картриджи фильтра выполнены в виде вертикально и ко-

аксиально установленных сетчатых обечаек 8 и 9. Сверху и снизу картриджи имеют заглушки 10 и 11. Верхняя заглушка каждого картриджа имеет центральное отверстие. Каждый картридж имеет внутренний центральный канал 12.

Вода, подлежащая очистке, подается через патрубок 3 в верхней крышке фильтра в первый (верхний) по ходу движения воды картридж, причем вода поступает (на рис. 3 показано стрелками) внутрь картриджа, в его центральный канал, и проходит через фильтрующий материал от центра картриджа к его периферии. Профильтрованная в первом картридже вода поступает через пространство между картриджами внутрь второго по ходу движения воды картриджа, при этом аналогично проходит фильтрующий материал от центра к периферии картриджа. Аналогичным образом вода последовательно проходит несколько картриджей, подвергаясь очистке на фильтрующем материале, при этом каждый установленный внутри фильтра картридж реализует технологию радиального фильтрования от центра к его периферии с непрерывно уменьшающейся скоростью фильтрования (тип 1, см. выше).

Число ступеней очистки воды в фильтре зависит от числа установленных картриджей, а количество устанавливаемых картриджей зависит от качества очищаемой воды, при этом в верхний картридж поступает вода с максимальным количеством примесей, а в каждый последующий — с уменьшающимся количеством примесей по мере ее очистки в предыдущих картриджах. Картриджи, установленные в фильтре, загрязняются извлекаемыми из воды в процессе ее очистки примесями в разной степени: максимально загрязняется первый по ходу движения очищаемой воды картридж, минимально — последний. При полной загрязненности первого (А, рис. 3) картриджа фильтр необходимо отключить от подачи воды, снять верхнюю и нижнюю крышки, загрязненный (верхний) картридж (А) извлечь из корпуса, закрыть верхнюю крышку, оставшиеся в корпусе фильтра картриджи (В и С) сдвинуть к верхней крышке до упора, а снизу в корпус вставить новый картридж. Картридж, который был вторым (В) по ходу движения очищаемой воды и полностью не выработал свой ресурс, становится первым и продолжает работать до полного исчерпания грязеемкости фильтрующего материала. После замены отработанного картриджа и установки нового картриджа нижнюю крышку следует закрыть и подключить к фильтру подачу воды, которая будет очищаться последовательно в картриджах аналогично описанному выше. Вставленный в корпус фильтра новый картридж является последним по ходу очистки воды и осуществляет ее глубоководную доочистку от оставшихся примесей после предыдущих картриджей.

Разработанная конструкция картриджного фильтра обеспечивает надежное получение воды в соответствии с нормами [5] и одновременно позволяет увеличить ресурс работы фильтра за счет более полного использования грязеемкости фильтрующего материала картриджа.

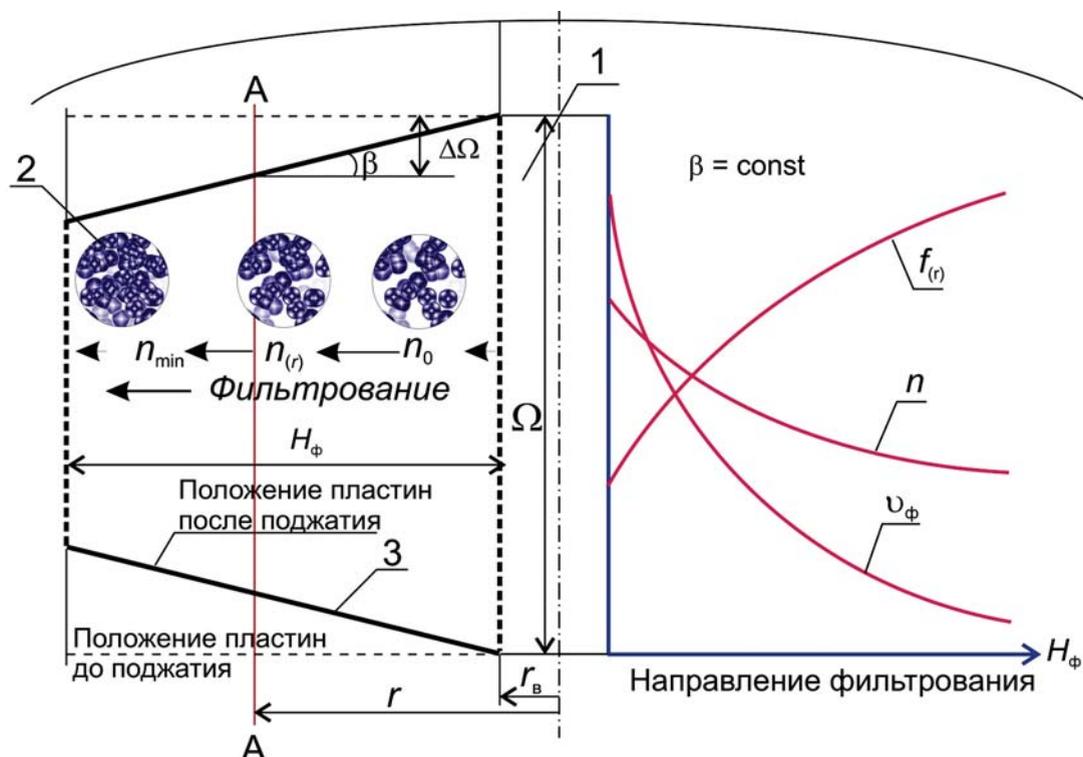


Рис. 4. Принципиальная схема картриджного фильтра с мягкой фильтрующей загрузкой (линейное двухстороннее поджатие)
 1 — центральный канал картриджа с радиусом r_v ;
 2 — мягкая синтетическая фильтрующая загрузка;
 3 — конические прижимные пластины;
 n_0, n_r, n_{min} — пористость материала в направлении фильтрации: начальная, промежуточная, конечная;
 β — угол поджатия материала;
 $\Delta\Omega$ — степень поджатия материала [8] для произвольного сечения A-A по радиусу r фильтра

В заключение следует добавить, что определенные перспективы увеличения грязеемкости фильтров, а следовательно и срока их службы, просматриваются при направленном (искусственном) формировании пористости мягких синтетических загрузочных материалов (рис. 4) в технологиях радиального фильтрования, где технологически можно обеспечить наиболее оптимальные соотношения между скоростью фильтрования, качеством очищаемой воды и характеристиками фильтрующего материала [6, 7].

ВЫВОДЫ

Радиальное фильтрование с непрерывно уменьшающейся скоростью позволяет без ущерба для качества получаемого фильтрата увеличить грязеемкость и фильтрующих картриджей за счет более рационального перераспределения массы задержанных примесей в толще фильтрующего материала, адекватного скорости фильтрования по сравнению с радиальным фильтрованием с непрерывно нарастающей скоростью фильтрования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Nino Zina. Методы фильтрации воды в системах водоподготовки // Сантехника. — 2005. — № 4. — С. 6–11.
2. Дзюбо В.В. Фильтрование подземных вод в режиме постоянных и переменных скоростей // Известия Вузов. Строительство. — 2007. — № 5. — С. 51–58.
3. Дзюбо В.В., Алферова Л.И., Бутовский М.Э. Оценка грязеемкости фильтров обезжелезивания подземных вод при непрерывно уменьшающейся скорости фильтрования // Сантехника. — 2007. — № 2. — С. 8–11.
4. Ярошевская Н.В. и др. Взаимосвязь между грязеемкостями зернистой загрузки при фильтровании с постоянной и убывающей скоростью // Химия и технология воды. — 1986. Т.8, № 3. — С. 76–77.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. — 2002. — 103 с.
6. Дзюбо В.В. Формирование пористости фильтрующих материалов // Экология и промышленность России. — 2007. — № 11. — С. 16–18.
7. Алферова Л.И., Дзюбо В.В. Формирование переменной пористости синтетических фильтрующих материалов в технологиях очистки воды // Сантехника. — 2006. — № 3. — С. 12–17.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИКВИДАЦИИ СКОПЛЕНИЙ ЖИДКИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ЕЁ МЕСТО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ РАБОТ ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ



Ю.С. Солодовников

**Г.В. Карагодин,
Ю.С. Солодовников,
В.Н. Алехин**

Украинский межрегиональный центр «Гидротон»,
Харьков, Украина

Загрязнение утерянными жидкими нефтепродуктами (УЖН) элементов окружающей среды, и прежде всего, подземной и поверхностной гидросферы, проблема глобального плана. Гигантские нефтеперерабатывающие комплексы, тысячи километров нефте- и газопроводов, нефтепромыслы, сотни нефтебаз, нефтяные терминалы, десятки действующих и бывших авиабаз, тысячи автозаправочных станций, — и всюду, признается это официально или нет, нормативные и сверхнормативные потери. Масштабы негативных явлений настолько велики, что ставят под угрозу разрушения биосферы Черного и Азовского морей, полную деградацию огромных территорий в республике Коми, в циркумполярных регионах Земного шара, на Камчатке и т. д.

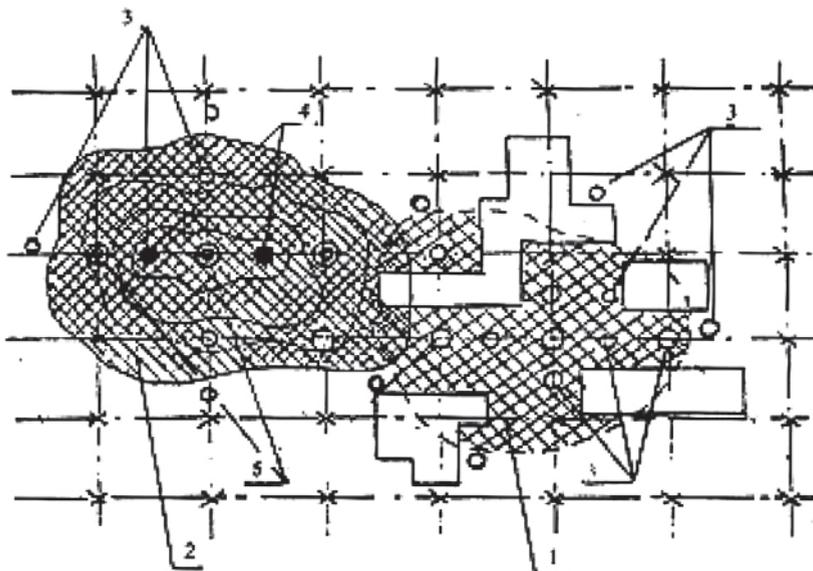


АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ

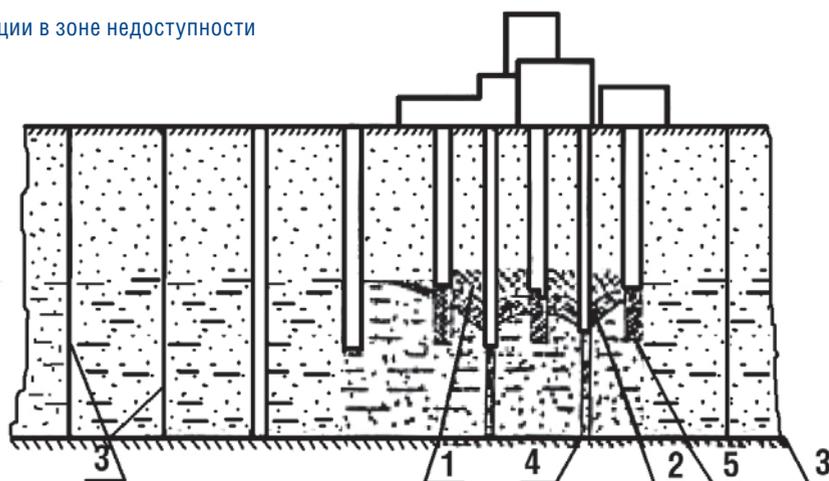
В 80–90-е годы минувшего столетия на страницах специальных публикаций появилась цифра прогнозируемых потерь углеводородного сырья в 2 % от объемов добычи. Но авторы публикации [1] вполне справедливо отмечают, что только официально учитываемые потери по Российской Федерации составляют порядка 7 % углеводородных продуктов, а сколько неучтенных!

Проникновение жидких нефтепродуктов (ЖН) в толщу почвогрунтов и грунтов зоны аэрации сопровождается их трансформацией, окислением, биохимической деструкцией и т. д., что подробно рассмотрено во многих фундаментальных публикациях, в частности [2,4]. Процесс завершается на первом этапе дифференциацией инфильтрующихся углеводородных соединений на множество форм от газообразных и твердых продуктов распада до несвязанных жидких форм, перемещающихся в поровом пространстве под действием сил гравитации (несвязанные жидкие нефтепродукты — НЖН, гравитационные жидкие нефтепродукты — ГЖН, терминология, по крайней мере в Украине, все еще не гостирована).

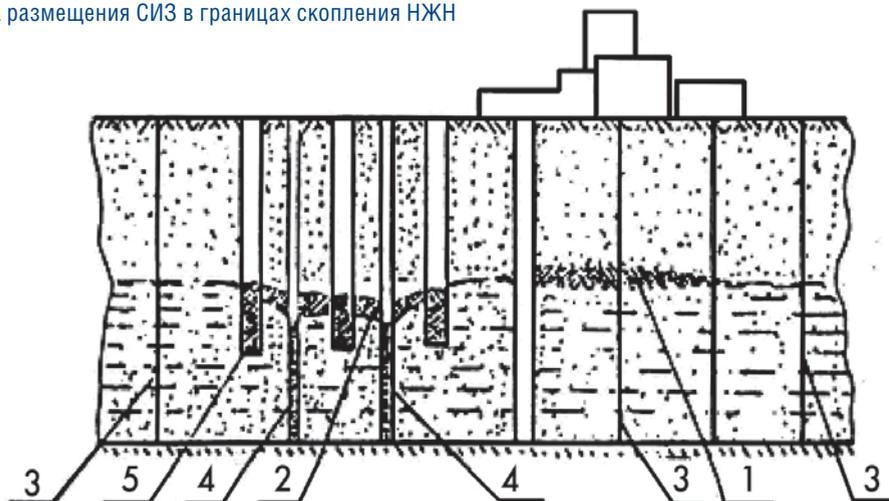
Какое-то количество НЖН в конце концов достигает первого от поверхности водоносного горизонта, где и образует чечевицеобразные скопления. В дальнейшем эти скопления мигрируют в направлении уклона зеркала подземных вод либо самостоятельно, либо с потоком подземных вод, загрязняя последние, в той или иной степени растворяясь в воде, загрязняя водоносные горизонты подземных вод, поверхностные водотоки и вызывая множество других негативных явлений в толще горных пород. Эта форма нахождения ЖН



Фиг. 1
Кинематическая схема санации в зоне недоступности



Фиг. 2
Принципиальная схема размещения СИЗ в границах скопления НЖН



Фиг. 3
Реальное расположение СИЗ вне зоны недоступности

- Рис. 1
1. Первоначальное скопление под установкой.
 2. Слой накапливающегося НЖН в депрессионной воронке водопонижительной скважины /4/.
 3. Скважины системы мониторинга. 4. Водопонижительные скважины. 5. Скважины очистные (нефтепродуктовые)

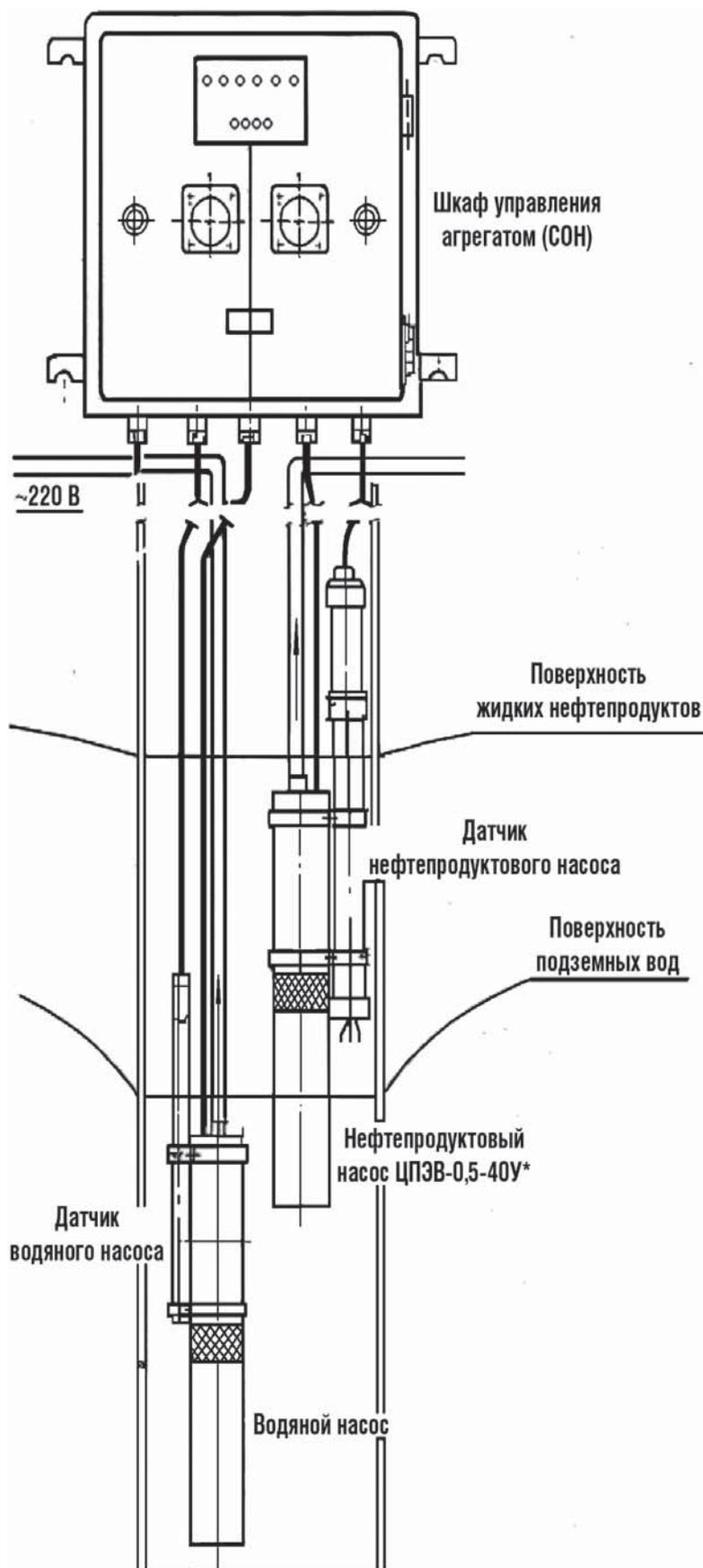


Рис. 2
Принципиальная схема оборудования очистной скважины.

в подземном пространстве в настоящее время большинством исследователей, в частности [2–4], и нормативными документами (например США) однозначно признается фактором максимального экологического риска, в связи с чем в системе инженерной защиты от нефтехимических загрязнений их удаление является первоочередной технической задачей. Именно поэтому авторы, вырабатывая технические условия на разработку методики и техники соответствующих работ, выбрали данное направление в качестве приоритетного.

МЕСТО В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ САНАЦИИ

Место этапа удаления НЖН с поверхности грунтовых вод в общем комплексе санационных работ определяется актуальностью задачи как первый, начальный этап. Следует отметить, что именно этот вид санационных работ требует максимального использования тяжелого оборудования, материалов, создания системы мониторинга подземной гидросферы, не говоря уже о проектно-исследовательских работах (ПИР). Необходимо признать, что определение данного этапа санации как начального не означает его дискретности. Работа системы инженерной защиты (СИЗ) по ликвидации скоплений УЖН во временном континууме зависит от характера защищаемого/санитируемого объекта. Так, на действующем предприятии, начав работу первого этапа, СИЗ продолжает функционировать на протяжении всего срока эксплуатации предприятия, предотвращая возобновление скоплений за счет нормативных и сверхнормативных потерь. Работа СИЗ продолжается параллельно глубокой санации (если таковая оказывается возможной технически и целесообразной экономически [4]). При отсутствии в подземном пространстве НЖН предлагаемая технологическая система переходит в режим ожидания и автоматически или по команде вновь включается при появлении мигрирующих и накапливающихся ЖН.

На ликвидированных объектах СИЗ работает как временная, до ликвидации скопления НЖН, а позднее используется как элемент системы глубокой санации, если таковая выполняется.

МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИЯ, ТЕХНИКА

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Формулируя постановку задачи на разработку методико-технологического комплекса приемов для выполнения определенного этапа борьбы с нефтехимическими загрязнениями, мы исходили из следующих принципиальных положений, которые впоследствии были выдержаны и полностью себя оправдали в практической реализации:

- все методические, технические и технологические компоненты комплекса должны быть отечественной разработки с соответствующей защитой авторских прав. (Здесь и далее употребляя термин «отечественный», мы подразумеваем круг стран Содружества, поскольку трансфер технологий и техники внутри него не представляет принципиальной сложности при элементарном желании сотрудничать);
- все элементы технологической цепи от методологии и конструкторских разработок до строительства и эксплуатации СИЗ должны обладать гибкой логической увязкой между собой, допускающей максимальную инвариантность, применительно к конкретным условиям защищаемой территории.

В основе конструкторских разработок лежит блочно-модульный принцип как пространственной компоновки СИЗ, так и устройства технического оборудования.

В основе используемой технологии санации лежит исключительно селективный способ извлечения ЖН и возвратной воды как обеспечивающий минимальное вторичное загрязнение воды и минимизацию вторичных энергетических затрат.

Все разработанные варианты установок должны допускать конструктивное сопряжение для максимальной адаптации к условиям конкретного объекта.

МЕТОДИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА

Принципиально идея возможности селективного извлечения утерянных ЖН и воды была высказана еще авторами работы [2]. Нами она была экспериментально реализована в 1987 году на одном из оборонных предприятий Харькова. Полученные результаты не только дали основание окончательно остановиться на селективной технологии, но и выработать принципиальные технические условия на конструкторские разработки оборудования. Именно с этой целью в 1994 году был создан Украинский межрегиональный центр «Гидротон ЛТД».

Опытно-производственные работы на конкретных объектах привели к еще одному практическому выводу: необходимости управления в процессе санации пространственным положением скоплений НЖН, что обеспечивает возможность использования технологий в условиях нефтегазоперерабатывающих предприятий, где максимальный процент территории составляют зоны недоступности по условиям взрыво- и пожароопасности [3].

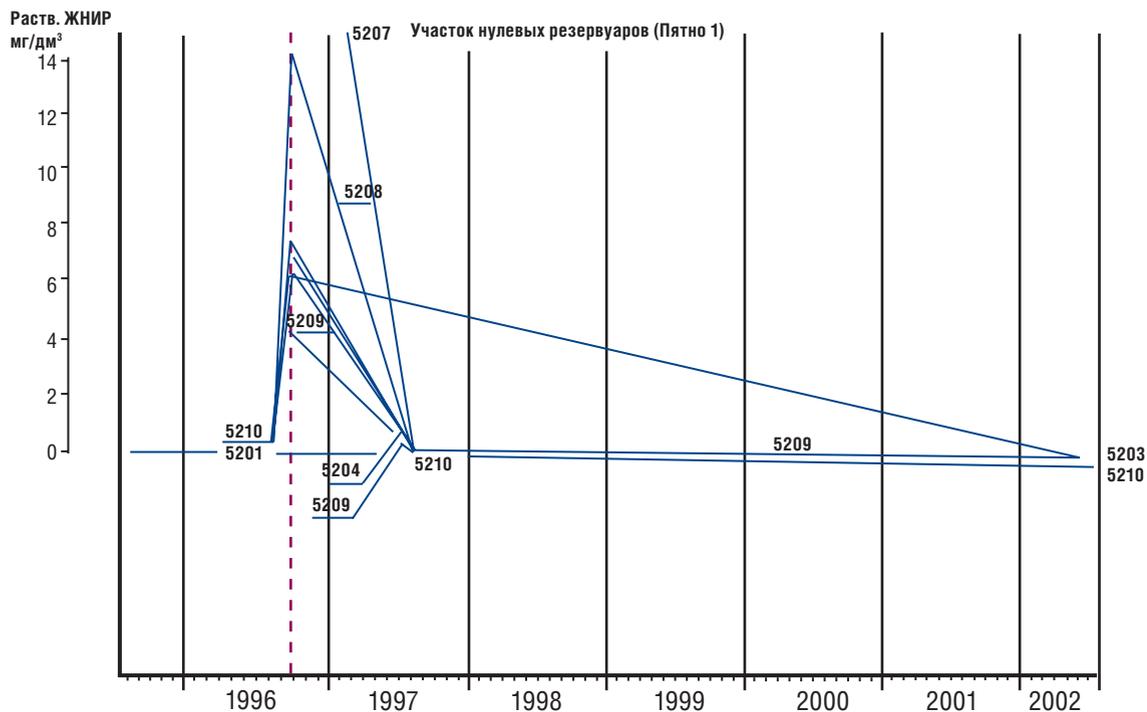
Конкретные варианты элементов СИЗ и самих систем рассматриваются ниже, но наиболее универсальный вариант был опробован и действует в условиях постоянного

развития с 1995 года на промплощадке АО «Укртатнафта» (г. Кременчуг, Украина). Подробно принцип работы системы приводится в описании к патенту РФ № 2142415 и Украины, № 29967 «Способ экологической защиты территорий от загрязнения нефтепродуктами». Схематически используемый принцип управления пространственным положением скопления НЖН и его ликвидация отражены на рисунке 1.

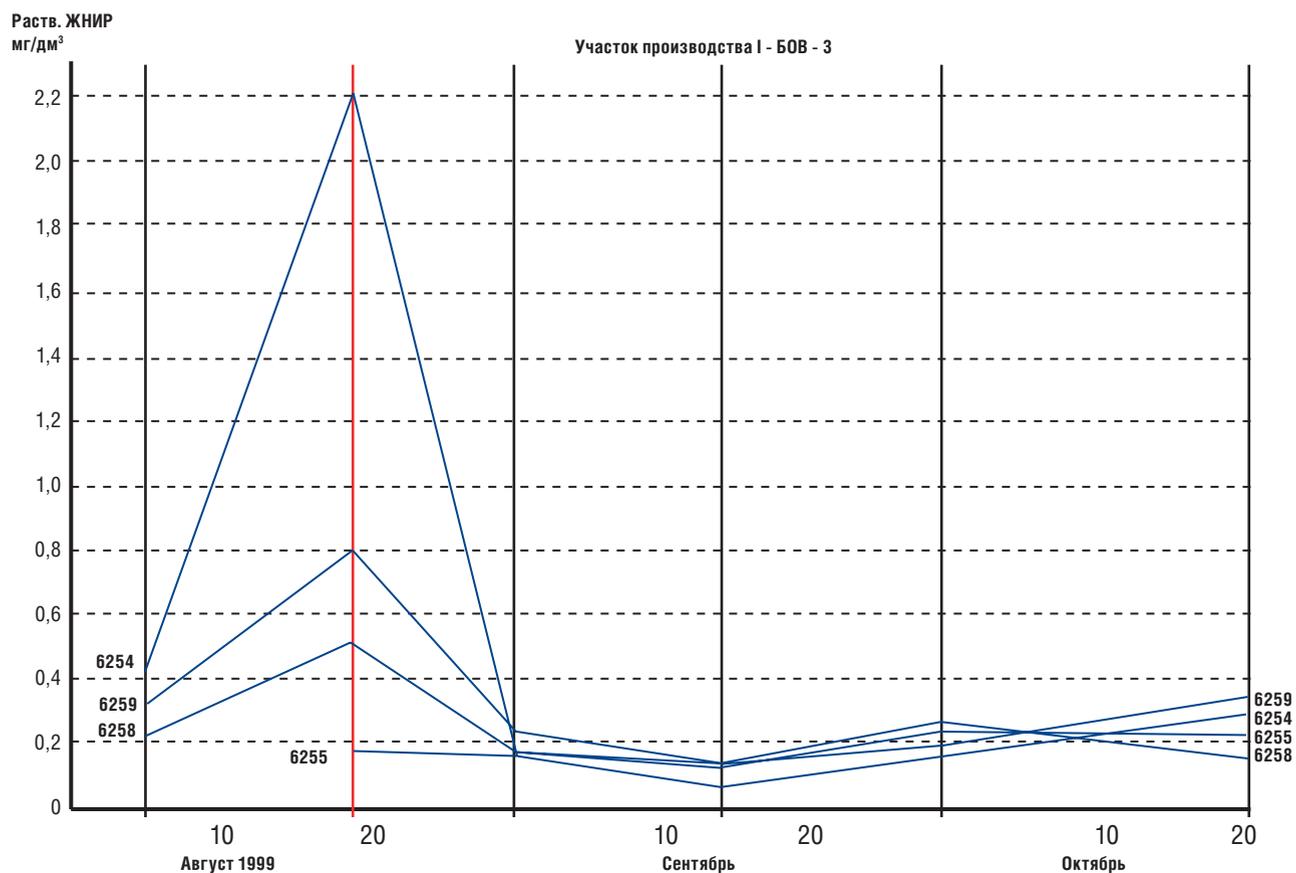
Основными горными выработками, образующими СИЗ, являются скважины, хотя в принципе возможно при том же оборудовании использование других сооружений. СИЗ предлагаемого и прошедшего испытания типа состоит из ряда модулей. Здесь и далее под этим термином подразумевается скважина или группа скважин, выполняющие определенные функции в системе и соответствующим образом оборудованные.

Водопонизительный модуль: водопонизительная скважина (4, рис.4) проводится на базальную водонасыщенную часть горизонта, сопровождается наблюдательной скважиной-пьезометром, оборудуется погружным насосом того или иного типа и системой автоматического управления (АСУТП) авторской разработки и изготовления. Такие скважины создают крупные депрессионные воронки, обеспечивающие концентрацию, локализацию и максимальное накопление УЖН на минимальной территории. Но использование их связано с извлечением больших количеств возвратных вод. Поэтому использование такого рода модулей целесообразно на крупных предприятиях, где и масштабы негативных явлений велики. На крупнейших нефтеперерабатывающих комплексах возвратные воды представляют собой ценное сырье, поступаая в оборотные системы водоснабжения. Тем самым сохраняются сотни тысяч куб. метров природных вод хозяйственно-питьевого назначения.

На небольших предприятиях, а также в определенное время года целесообразнее использование собственно очистных модулей. Такой модуль состоит из очистной скважины (5, рис. 1.), скважины-пьезометра и блока управления, по нормам безопасности относимого от скважины на 8 м. Скважина оборудуется двухнасосным агрегатом, принципиальная схема которого приведена на рисунке 2. Очистная скважина оборудуется погружным малогабаритным насосом длительного действия, центробежным для откачки воды, создающим депрессию на поверхности раздела нефтепродукты-вода; погружным взрывозащищенным насосом ЦПЭВ-0.5-40У* (производство ПО «Промэлектро» г. Харьков, патент Украины № 22034) и системой управления СОН, обеспечивающей работу насосных агрегатов в заданном режиме. Система управления разработана, исходя из постановки задачи, изложенной выше. Принципы и конструктивные разработки защищены патентами РФ №№ 2137946, 2154191, 2155265, 2302555 и Украины №№ 28556, 28839, 29180, 77470, в описаниях к которым можно получить более подробную информацию. Контроль заданного уровня режима осуществляется датчиками уровня воды и нефтепродуктов конструкции УМЦ «Гидротон ЛТД», изготавливаемых разработчиком. Очистные скважины могут работать как на фоне депрессионных воронок, создава-



Фиг. 1
Площадка нулевых резервуаров АО «Укртатнафта»



Фиг. 2
Площадка в северной части промплощадки АО «Укртатнафта»

Рис. 3
Динамика содержания растворенных нефтепродуктов в воде водопонизительных

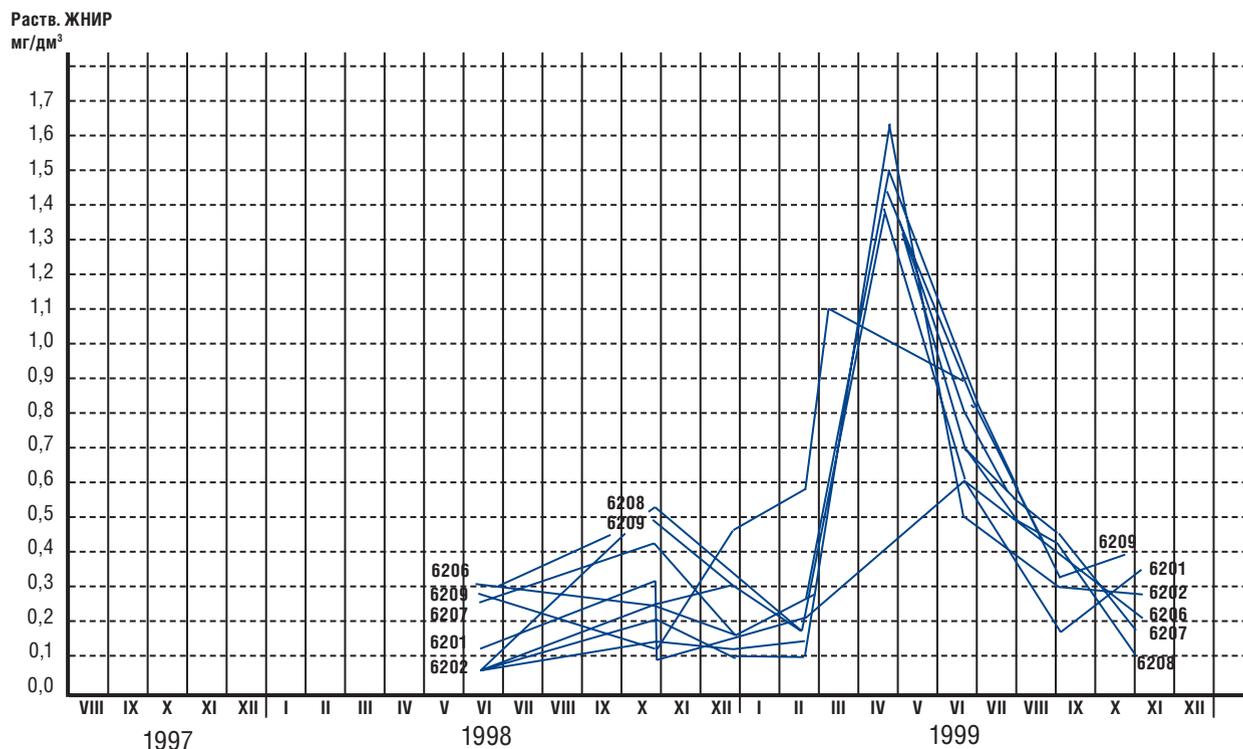


Рис. 4
Динамика содержания растворенных нефтепродуктов в воде очистных скважин

емых водопонижительными скважинами, так и самостоятельно. В последнем случае работа СИЗ, естественно, будет менее эффективной, но на малых объектах или в условиях, когда геологические условия не позволяют использовать площадное водопонижение, формирование СИЗ из очистных скважин более целесообразно.

В последний период (2006–2007 г.г.) была разработана и опробована конструкция, позволяющая отбор из скважин чистого ЖН в условиях отсутствия источников энергии (патент РФ № 2237800, Украины № 56538). Попытки использования подобных конструкций предпринимались неоднократно, но в данном случае она обеспечена гидродинамическим обоснованием, обеспечивающим целенаправленность и прогнозируемость работы.

Контроль эффективности работы СИЗ осуществляется системой мониторинга (скв. 3, рис. 1), без чего управление работой системы невозможно. Опыт работы на территории Украины показал, что эта часть СИЗ, во всех известных нам случаях либо вообще практически отсутствует, либо выполняется формально. В практике работ авторов условная плотность пунктов получения информации на saniруемой территории составляла 2,5–3 на гектар, причем с уменьшением размеров участка работ число точек наблюдения на единицу площади, естественно, растет.

Описанный комплекс допускает на только компоновку модулей разных типов в единую систему, но и изменение режимов работы СИЗ по сезонам, быструю трансформацию в плане. Однако следует иметь в виду, что интенсивность санации при видоизменении СИЗ в той последовательности, в которой она описана: работа водопонижительных

скважин и очистных — работа при водопонижении только в очистных скважинах — пассивный отбор ЖН — снижается в несколько раз, возможно, даже на порядок за счет снижения интенсивности воздействия на пласт.

УТИЛИЗАЦИЯ ВОЗВРАТНЫХ ВОД

Эта задача до настоящего времени не имеет окончательного решения. В работе [1] предлагаются десятки способов очистки почв, подразумевающие параллельную очистку также и грунтовых вод. Практически все они основаны либо на использовании реагентов, либо на введении штаммов бактерий-деструкторов нефтяных углеводородов. Однако за почти 20-летний период работ данной направленности нам не удалось получить достоверную информацию о реальной очистке воды в объемах в сотни, а нередко и тысячи куб. метров в сутки. Предлагаемые технологии за счет селективного извлечения нефтепродуктов и воды обеспечивают минимизацию остаточных содержаний растворенных ЖН в возвратных водах, что на нефтеперерабатывающих предприятиях делает их ценным источником подпитки оборотных систем водоснабжения. На рисунке 3 отражена динамика содержания растворенных ЖН в воде водопонижительных скважин, а на рисунке 4 те же показатели для возвратных вод из очистных скважин, полученные для промплощадки АО «Укртатнафта». Возвратные воды также могут использоваться для многократных промывок зоны полного насыщения, что в настоящее время по эффективности и стоимостной доступности, очевидно, является наиболее реальной технологией.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ

В настоящее время описанный комплекс СИЗ реализован на ряде объектов, из которых наиболее крупными являются:

- промплощадка АО «Укртатнафта», более 50-ти работающих очистных модулей и 20 водопонижительных;
- промплощадка Нижнеднепровской нефтебазы (г. Днепропетровск) — 2 очистных модуля и водопонижительная скважина;
- промплощадка бывшей базы ВВС «Веселое» (Джанкойский р-н АРК) — 3 очистных модуля;
- промплощадка Шебелинского ОПГКН (Харьковская область) — введен в работу первый модуль, проект реализуется в расчете на 17 очистных модулей и 8 водопонижительных скважин;
- промплощадка филиала №3 АО «Сумынефтепродукт» (г. Конотоп Сумской обл. Украины) — 3 очистных модуля;
- три площадки авиабаз ВВС на территории РФ и две на территории Украины.

Во многих случаях объекты выходят из-под контроля авторов, но всегда отнюдь не по техническим причинам. В период работ до настоящего времени не отмечено ни

одного случая, когда бы предлагаемая технология и техника оказались неадаптивными к конкретным условиям или неэффективными.

ВЫВОДЫ

Практическая апробация и внедрение в практику описанного методико-технологического комплекса для санации подземной гидросферы позволяют утверждать, что страны СНГ располагают в настоящее время технологической и технической базой соответствующей специализации, полностью избавляющей от необходимости импорта технических средств и методик из дальнего зарубежья, что не только обеспечивает четкую независимость при решении экологозащитных программ, но и обеспечивает максимальную адаптивность техники к климатическим и организационно-экономическим условиям наших стран, поскольку разрабатывались они применительно к последним.

В заключение следует отметить, что и экономически использование отечественного оборудования выгоднее, поскольку обладает за счет особенностей работы минимальной энергоемкостью, а стоимость комплекта оборудования, по меньшей мере, вдвое ниже зарубежного аналога.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами (2003). Справочник. РЭФИА и НИА — Природа. Москва. 258 с.
2. Гольдберг В.М., Газда С. Гидроэкологические основы охраны подземных вод от загрязнения. (1984). «Недра». Москва. 262 с.
3. Бабенко В.Д., Солодовников Ю.С., Карагодин Г.В., Петик В.А., Демехин Г.А., Беседин Н.В. Опыт создания и эксплуатации систем инженерной защиты подземных вод от загрязнения жидкими нефтепродуктами на промплощадках действующих предприятий нефтехимического комплекса. Сборник «Захист довкілля від антропогенного навантаження», вып. 1(3), (1999). Харьков — Кременчуг, с. 95–100.
4. Огняник М.С., Митропольский О.Ю., Білоус А.М., Яковлев Є.О. Деякі проблеми забруднення підземних вод нафтопродуктами, пов'язані з екологічною безпекою України (1997). „Знання» — „Геоєко-21». Киев. 28 с.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

ПРАВИТЕЛЬСТВО АРМЕНИИ ПРИНЯЛО РЕШЕНИЕ ОБ УРЕГУЛИРОВАНИИ ВОПРОСОВ АРЕНДЫ И ЗАСТРОЙКИ ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗЕРА СЕВАН

Правительство Армении приняло решение об урегулировании вопросов аренды и осуществления строительных работ на территории национального парка «Севан» и прилегающих к нему территориях. Как сообщили в пресс-службе правительства Армении, принятие решения было обусловлено необходимостью урегулирования данных вопросов в соответствии с прогнозируемым повышением уровня воды в озере.

Данные территории, согласно решению, предлагается разбить на три прилегающих друг к другу участка и объявить их зоной специального градостроительства. Принято также решение о создании межведомственной комиссии для предоставления права на отчуждение, аренду и проведение строительных работ на всех участках данной территории. Установлены также функции и полномочия комиссии. Согласно решению, сделки по предоставлению права на собственность, аренду и проведение строительных работ на первых двух участках должны быть заключены с ГНКО «Национальный парк «Севан», а на третьем участке - с председателем соответственной общины. Министру сельского хозяйства Армении, совместно с председателем государственной комиссии кадастра недвижимости при правительстве Армении, поручено в шестимесячный срок со дня принятия данного решения представить на обсуждение правительства сельскохозяйственные ограничения, относительно использования земли на территории парка. Министру охраны окружающей среды поручено в месячный срок представить на обсуждение правительства предложения, относительно создания и деятельности межведомственной комиссии.

Даны также указания в годовой срок привести в соответствие с требованиями данного решения все договора по аренде и строительству, заключенные с ГНКО «Национальный парк «Севан».

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ



Н.С. Серпокрьлов

**Н.С. Серпокрьлов,
И.А. Кулик,
РГСУ
А.А. Марочкин
ООО «Акватрат»,
г. Ростов-на-Дону**

В нашей стране малогабаритные очистные сооружения принято классифицировать по технологическому процессу очистки в зависимости от количества, состава и концентрации загрязнений сточной жидкости, а также от климатической зоны, где расположен объект канализования. Классификация малогабаритных сооружений облегчалась унификацией производительности очистных станций. Унифицированная шкала производительностей разделяла все системы очистных станций на местные, малые, поселковые, городские и районные, расчетные производительности которых составляли соответственно: 0,5–12, 25–700, 1400–10000, 17000–80000 и 100000–280000 м³/сутки.



Разработка и проектирование различных малогабаритных канализационных сооружений в нашей стране осуществлялась рядом крупных научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций с определенной специализацией. Разработанные в СССР и эксплуатируемые по сей день разновидности малогабаритных очистных сооружений канализации можно классифицировать по четырем основным признакам: производительности, технологическому процессу, конструктивным решениям и применяемому аэрационному и др. оборудованию.

На сегодняшний день в связи с изменением к подходу проектирования и требований, предъявляемых заказчиком к станциям очистки сточных вод, появилась необходимость в дополнении принципов разработки малогабаритных канализационных сооружений, в качестве основных аспектов которых можно выделить:

- изготовление очистных сооружений малой производительности целесообразно производить на заводах в виде транспортно-совместимых блоков и поставлять к месту применения полностью укомплектованными и после монтажа и пуска наладки готовыми к работе;
- основными параметрами, определяющими принципы проектирования малогабаритных канализационных сооружений и обуславливающими возможность их перемещения от места изготовления до канализуемого объекта, являются форма, размеры, а также конструктивные особенности частей — составных элементов. Для транспортировки готовых очистных установок в разобранном виде с завода-изготовителя до площадки монтажа можно использовать железнодорожный, автомобильный, морской, речной и воздушный транспорт. Сравнив требования к габаритам перевозки для всех видов транспорта, можно сделать вывод, что регламентирующими являются требования, предъявляемые железнодорожным транспортом, т.е. в качестве составных элементов установок очистки сточных вод малой производительности следует принимать блоки в форме параллелепипеда с параметрами $L \times B \times H = 6000 \times 3000 \times 2750$ мм с воз-

возможностью увеличения высоты по центральной оси продольного разреза [Инструкция Совета по железнодорожному транспорту государств-участников СНГ № ДЧ-1835 от 19 октября 2001 г.]. Для перемещения составных элементов конструкций данного размера можно использовать любой из вышеперечисленных видов транспорта, не принимая в учет требования, предъявляемые для перевозки самолетами. Подход к проектированию, применяющийся при разработке блочно-модульных станций очистки, подразумевает в себе требования к компоновке емкостных сооружений, оборудования и зон обслуживания с максимальной экономией пространства помещения, что позволяет, помимо соблюдения требований к габаритам грузов, минимизировать размеры площадки для размещения очистных сооружений;

- в регионах туристско-курортного использования, густозаселённых территориях России сокращение величины санитарно-защитной зоны чрезвычайно актуально, поэтому наряду с полной утилизацией осадков сточных вод необходимо обезвреживание и всего отработанного воздуха, улавливание и обеззараживание вирусных и микробных аэрозолей. По этой причине следует предусмотреть конструкцию очистных установок в полностью закрытом исполнении: помимо сокращения размеров санитарно-защитной зоны это обеспечит удобство эксплуатации в условиях холодного климата;
 - повсеместно на объектах, где используются малогабаритные канализационные очистные сооружения (малонаселенные места, вахтовые рабочие поселки, территории промышленных предприятий), отсутствует необходимый квалифицированный обслуживающий персонал и очистке сточных вод предается второстепенное значение. Поэтому одним из основных требований, предъявляемых к блочно-модульным очистным сооружениям малой производительности, следует принимать простоту в эксплуатации и отсутствие в необходимости специально подготовленного и опытного персонала. Также рекомендуется, по возможности, используя современные информационно-технологические достижения, обеспечить контроль и управление через Интернет, JPS;
 - применение блочно-модульного принципа проектирования целесообразно рассматривать при проектировании очистных сооружений для:
 - очистки хозяйственно-бытовых сточных вод производительностью 25–500 м³/сут;
 - очистки поверхностных сточных вод производительностью от 0 до 30 м³/ч;
 - очистки промышленных сточных вод различной производительности и технологических схем, индивидуально в зависимости от специфики производства, комплексо либо отдельными узлами, например на нефтепромыслах, непосредственно на площадке добычи нефти (от нефти, продуктов буровых растворов и т. п.);
 - в результате экспериментальных исследований с тщательной проверкой расчетно-конструктивных параметров сооружений на установках полупроизводственного и производственного масштаба разработана технологическая схема станции глубокой очистки сточных вод [ТУ 4859-003-73301426-2006], включающая в себя следующие сооружения и процессы:
 - задержание крупных отбросов, плавающих загрязнений, частично песка и взвешенных веществ на полотне устройства фильтрующего самоочищающегося (УФС);
 - усреднение расхода и состава сточных вод в усреднителе;
 - биологическая очистка сточных вод в аэротенке-нитрификаторе;
 - денитрификация;
 - разделение иловой смеси во вторичном отстойнике;
 - доочистка сточных вод в биореакторе, загруженном кассетами с синтетическими носителями прикрепленной биомассы;
 - удаление фосфатов с использованием коагулянтов;
 - глубокая доочистка фильтрованием;
 - обеззараживание очищенной воды ультрафиолетовым облучением.
- Данная технологическая схема, воплощенная при изготовлении станции в блочно-модульном исполнении, обеспечивает требуемое качество очистки сточных вод до норм сброса в водоемы рыбо-хозяйственного назначения при гораздо меньшей стоимости, по сравнению со стоимостью строительства классических очистных сооружений.
- Для сравнения определим стоимости строительства в республике Коми двух станций биологической очистки сточных вод с пневматической аэрацией производительностью 100 м³/сутки (для расчетной зимней температуры — 40 °С) с глубокой очисткой.
- В качестве очистных сооружений в классическом исполнении примем станцию, разработанную ЦНИИЭП инженерного оборудования (типовой проект 902-3-83.88) и представляющую собой комплекс, состоящий из производственно-вспомогательного здания и заблокированных к нему технологических емкостей. Емкостные сооружения, фундамент и каркас здания выполнены из железобетона, стены из керамзитобетонных панелей, кровля из пенобетона покрыта рубероидом, лестницы — стальные.
- Емкостные сооружения представляют собой два блока аэротенков, отстойников и контактных резервуаров. Также в состав станции входят: песколовка, приемный резервуар, входная камера, фильтры песчаные (2 шт.), камера иловая, дегельминтизатор, контейнеры для мусора (2 шт.), установки электролизные (2 шт.) и необходимые насосные и компрессорные агрегаты.
- Общая сметная стоимость строительства данной станции в ценах 1984 года составляет 94,16 тыс. руб. Воспользовавшись индексами и территориальными коэффициен-

тами для р. Коми, определим стоимость станции в ценах III квартала 2008 г., которая составит 11 768,3 тыс. руб.

Стоимость комплектной станции биологической очистки сточных вод заводского изготовления, состоящей из транспортно-совместимых блок-модулей и предназначенной для эксплуатации в районе с зимней температурой до -55°C , составляет от 7500 тыс. руб. (согласно технико-коммерческому предложению фирмы-изготовителя). В состав данной станции входят: устройство фильтрующее и самоочищающееся, усреднитель, аэротенк-нитрификатор, денитрификатор, вторичный отстойник, био-реактор доочистки, безнапорный фильтр тонкой очистки, установки ультрафиолетового обеззараживания, реагентное хозяйство, оборудование для дегельминтизации сточных вод, необходимое насосно-воздуходувное оборудование, помещение для обслуживающего персонала и подсобное помещение. Станция состоит из шести транспортно-совместимых блок-модулей размерами $L \times B \times H = 6000 \times 3000 \times 2750$ мм.

Для сравнения и сопоставления стоимости станции из транспортно-совместимых элементов и очистных сооружений по ТП 902-3-83.88, одинаковых по назначению и производительности, к базовой цене станции в блочно-модульном исполнении следует добавить стоимость транспортирования до канализуемого объекта (в данном случае — населенный пункт на р. Коми) и стоимость ее монтажа на площадке.

Стоимость транспортных услуг до места монтажа станции складывается из следующих затрат, определен-

ных на основании финансовых документов, представленных транспортными компаниями фирме-поставщику комплексной станции:

- оплата услуг автотранспорта от площадки завода изготовителя до ближайшей железнодорожной станции 30 тыс. руб.;
- погрузочные работы на станции отправления 9,2 тыс. руб.;
- услуги ж/д по доставке груза до станции назначения 394,8 тыс. руб.;
- разгрузочные работы на станции назначения 10 тыс. руб.;
- оплата услуг автотранспорта железнодорожной станции до места монтажа 30 тыс. руб.

Всего затраты на очистные сооружения в блочно-модульном исполнении с учетом стоимости станции, транспортных расходов и затрат на ее монтаж на площадке (которые определены заводом-изготовителем в размере 8 % от стоимости изделия, т.е. 600 тыс. руб. в данном случае) составят:

$$C = 7500 + 2 \cdot 30 + 9,2 + 10 + 394,8 + 600 = 8574 \text{ тыс. руб.}$$

Сопоставив капитальные затраты на обеспечение населенного пункта на р. Коми очистными сооружениями хозяйственно-бытовых сточных вод производительностью $100 \text{ м}^3/\text{сут}$, можно сделать вывод, что более экономичным вариантом является установка станции очистки сточных вод, состоящей из транспортно-совместимых блоков заводского изготовления.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

В РОССИИ МОЖЕТ ПОЯВИТЬСЯ ГОСКОРПОРАЦИЯ В СФЕРЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Председатель общественного совета при Ростехнадзоре Владимир Грачев предложил создать госкорпорацию в сфере водоснабжения и водоотведения. Как сообщили в пресс-службе Ростехнадзора, об этом Грачев заявил 17 декабря на заседании общественного совета. «Это была бы организация, сочетающая государственные функции и хозяйственные функции, что позволит в комплексе решать проблему чистоты водных объектов», - предположил он.

По мнению Грачёва, необходимо принять специальные законы по охране водных бассейнов, например, Невско-Ладужской водной системы, и принять технические регламенты по водоснабжению и водоотведению. Он также высказался за необходимость при сбросе сточных вод через коммунальные системы канализации возложить на хозяйствующие субъекты, осуществляющие такой сброс, обязанность оплачивать сверх договорной платы за водоснабжение и водоотведение полный объем платы за сбросы сточных вод предприятию, в ведении которого находится система канализации.

Кроме постоянных членов общественного совета Ростехнадзора, в дискуссии приняли участие представители Российской ассоциации водоснабжения и водоотведения, МГУП «Мосводоканал», ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», МУП «Уфаводоканал», МУП «Водоканал» (г.Казань), ОАО ПО «Водоканал г.Ростова-на-Дону», МУП «Производственное объединение водоснабжения и водоотведения» г.Челябинска, МУП «Водоканал» г. Екатеринбурга. Члены общественного совета выразили мнение в необходимости дальнейшего обсуждения этих предложений.

НОВОГОР ИЗМЕНИЛ ТЕХНОЛОГИЮ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ В НОВЫХ ЛЯДАХ

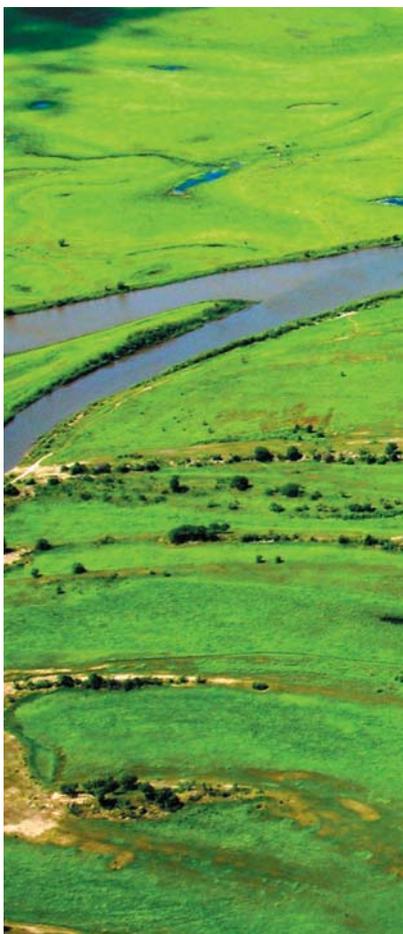
На сооружениях подготовки питьевой воды в поселке Новые Ляды в ноябре 2008 года введена в тестовую эксплуатацию установка обеззараживания воды гипохлоритом натрия, которая обеспечивает подачу в воду в качестве дезинфектанта гипохлорита натрия вместо жидкого хлора. Переход на новый реагент позволяет ликвидировать высокотоксичное хлорное хозяйство, обеспечить экологическую и технологическую безопасность при водоподготовке. Эффективность обеззараживания водопроводной воды при этом сохраняется на прежнем уровне. Стоимость проекта 2,5 млн/рублей.

УПРОЩЕННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ КРУТОМ РЕЛЬЕФЕ МЕСТНОСТИ



Ф.С. Гулиев, к. т. н., доцент
Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет
Международная Экоэнергетическая Академия, профессор

С дальнейшим развитием городов улучшение их благоустройства возможно при повсеместном строительстве современных подземных систем поверхностного водоотведения. При нормальных условиях работы водоотводной сети сечения городского коллектора должны полностью обеспечивать пропуск расчетных расходов поверхностного стока с застроенной территории города по закрытой системе, а при стоках, превышающих расчетные — совместной работой с уличными лотками проезжей части дорог. В отдельных случаях, в частности при расположении коллектора и бассейна стока на склонах с резко выраженным рельефом, при выпадении более редких по интенсивности дождей, превышающих расчетные, возможна существенная перегрузка водоотводной сети. При этом, не принятая ею часть расхода дождевого стока, превысив предельно допустимую высоту затопления улиц, может привести к неблагоприятным последствиям.



Расчеты сетей для отведения стока поверхностных вод отличаются определенной сложностью. Сложность вызвана необходимостью совместного определения расчетных расходов дождевых вод и размеров водоотводных сооружений с применением метода последовательных приближений, а также важностью правильного установления запаса надежности проектируемого коллектора.

По существующей методике /1,2,3/ расчет водоотводных сетей производят в следующей последовательности:

- с учетом климатических и других особенностей проектируемого объекта (рекомендаций норм /4/ по выбору для конкретных условий параметров формулы интенсивности дождя, коэффициентов стока, наиболее целесообразных величин периода однократного превышения расчетной интенсивности p , диктуемые условиями расположения коллекторов, рельефом местности, интенсивностью дождя q_{20}) определяют формулу удельного расхода дождевых вод $q_{уд}$, л/(с·га), постоянную для всего объекта канализования или для отдельных его районов с некоторыми входящими в неё величинами, изменяющимися в зависимости от характеристик участков сети (расчетной продолжительности протекания дождевых вод t , периода превышения p , принимаемого разным, возрастающим, при расположении коллектора на местности с крутыми склонами);
- в целях упрощения техники расчетов применяют графический способ вычислений $q_{уд} = f(t, p)$, используемый в практике проектирования дождевых сетей как наиболее распространенный из числа различных вспомогательных приемов;
- производят определение расчетного расхода дождевых вод Q_p совместно с гидравлическим расчетом трубопроводов, необходимость которого вызвана тем, что величина Q , связанная с временем протока t и, следовательно, со скоростью v , становится известной лишь при известной скорости v ; расчет производится методом последовательных приближений, примене-

ние которого приводит к существенному возрастанию объемов вычислений;

- по соответствующим таблицам гидравлического расчета подбирают диаметры d_{cr} , удовлетворяющих расчетному расходу Q_p и уклону I_{yn} ; необходимость обеспечения полного заполнения сечения труб может также привести к пересчету, поскольку расчет считается завершенным, если расхождение между пропускной способностью труб и вычисленным расчетным расходом не превышает $\pm(5\div 10)$; задача по расчету дождевой сети, решаемая методом подбора и многократного пересчета, существенно осложняется при значительном числе расчетных участков.

Однако применение механизации вычислений лишь в одном из этапов расчета по вычислению интенсивности стока $q_{yd} = f(t, p)$ в конечном счете не оправдывается, так как из-за недостаточной степени обоснованности назначения величины p , существенно влияющего на расход, в целом не обеспечивается повышение точности расчетов.

При расположении коллекторов на склонах (при продольных уклонах улиц I_{yn} более 0,005) на поверхности формируется сток при выпадении дождя, превышающего расчетный. При значительных уклонах поверхности территории наиболее вероятно при его переполнении затопление нижерасположенных улиц. Так, не принятые дождевой сетью большие объемы воды создают поверхностные потоки, наносящие городскому хозяйству определенный ущерб и нарушающие нормальные условия жизни города, вызывая серьезные затруднения в движении транспорта и пешеходов. Во избежание затопления территории этот сток должен учитываться дополнительно на последующих участках путем увеличения периода превышения p , исходя из пропускной способности уличных лотков Q_n .

Допуская в экстремальных условиях (при предельном периоде превышения интенсивности $P_{np} = 25\div 50$ лет) затопление проезжей части улиц на максимально допустимую глубину ($h_{max} \leq 0,15$ м), предусматривается определенный запас, предупреждающий возможные последствия от его переполнения. Тем самым могут быть учтены образуемые вследствие засоренности дождеприемников «проскоки» части дождевого потока мимо них, не принятые сетью расходы дождевой воды при недостаточной пропускной способности дождеприемников, при нерациональном их размещении, плохой организации поверхностного отвода и пр.

В нормах /4, п. 2.13/ предлагается определение p для районов со значениями q_{20} менее 50 л/(с·га) производить специальным расчетом с учетом предельного периода превышения P_{np} . Для этой цели расчетная пропускная способность коллектора Q_p , отвечающая расчетному значению p , должна определяться как разность между полным расходом дождевых вод Q_{np} , вычисленным при P_{np} , и суммарной пропускной способностью лотков проезжей части улиц Q_n с учетом свободной емкости водоотводной сети [2,5,6]:

$$Q_p = K_\beta (Q_{np} - Q_n), \quad (1)$$

где:

K_β — коэффициент, учитывающий регулирующее влияние свободной емкости сети, принимаемый в среднем равным 0,75;

Q_p и Q_{np} — расчетные и предельные расходы дождевых вод, при высоком уровне благоустройства городской территории — при водонепроницаемых поверхностях более 30 % всей площади бассейна стока, определяемые по формулам:

$$Q_p = \frac{\psi_{cp} A_p}{t^n} F \quad (2)$$

и

$$Q_{np} = \frac{\psi_{cp} A_{np}}{t^n} F, \quad (3)$$

здесь:

ψ_{cp} — средний коэффициент стока;

F — площадь бассейна стока, га.

Параметры A_p и A_{np} в формулах (2) и (3) соответственно равны:

$$A_p = 20^n q_{20} (1 + C \lg p) \quad (4)$$

$$A_{np} = 20^n q_{20} (1 + C \lg P_{np}) \quad (5)$$

где:

q_{20} , n и C — параметры, зависящие от климатических условий.

Значения p , рекомендованные табл. 5 СНиП /4/, подобраны на основе уравнения баланса расходов (1) с использованием величин A_p и A_{np} , вычисленных соответственно по формулам (4) и (5). Однако для районов со значениями q_{20} менее 50 л/(с·га) применение нормативных значений p приводило к неприемлемым результатам в отношении частоты затопления. При неоправданном применении максимально допустимых значений Q_n подобранных сечений водоотводных сооружений в ряде случаев в указанных районах оказывается недостаточным, вследствие чего происходит затопление территории со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Существующие способы достаточно сложны и не позволяют при выборе сечения водоотводных сооружений надлежащим образом установить наивыгоднейшую частоту затопления, не затрачивая при этом значительного времени на расчеты.

В работе предлагается упрощенный метод для подбора диаметров водоотводных сооружений по заданным параметрам (не обращаясь к специальным таблицам гидравлического расчета), исходя из пропускной способности уличных лотков Q_n с учетом предельного периода превышения P_{np} , варьируя глубиной потока у бордюра.

Сущность этого метода состоит в следующем. Предлагается, ограничиваясь вычислением удельных расходов дождевых вод $q_{уд} = f(t)$ (с помощью вспомогательного графического приема) и расчетных расходов Q_p при $p = 1$, расчеты по выбору p для каждого участка производить непосредственно в процессе определения сечений водоотводных сооружений, пользуясь предложенным табличным методом. Этот прием обеспечивает полное использование наполнения сечения труб, исключает необходимость в вычислении расчетного расхода, а, следовательно, надобность в достижении практического совпадения расчетного расхода и пропускной способности трубопровода. При этом значительно упрощаются расчеты, т. к. исключается необходимость выполнения многократного пересчета.

После соответствующих преобразований формула (1) представлена в следующем виде:

$$K_p \sqrt{I} = 0,75(K_{np} \sqrt{I} - K_n \sqrt{I}) \quad (6)$$

и затем

$$(1 + C \lg p) = \frac{(1 + C \lg P_{np})}{(1/0,75 + K_n/K_p)}, \quad (7)$$

где:

$$K_p = \frac{Q_p}{\sqrt{I}}$$

и

$$K_n = \frac{Q_n}{\sqrt{I}} -$$

соответственно модули пропускной способности (расхода) трубы и лотков проезжей части улиц, л/с;

$$K_{np} = \frac{Q_{np}}{\sqrt{I}} -$$

модуль расхода при P_{np} .

Поскольку по экономическим соображениям наиболее целесообразно проектировать трубопровод с уклоном $I_{тр}$, равным уклону поверхности улицы $I_{ун}$, при преобразовании формулы (6) принято равным $I_{тр} \approx I_{ун}$.

При полном наполнении трубопровода (расход при уклоне, равном 1) модуль расхода, л/с, в формуле (6) равен

$$K_n = 1000 \omega_n W_n,$$

где:

ω_n — площадь живого сечения при полном наполнении, равная $0,785(d_{cm}/1000)^2$, м²;

W_n — модуль скорости, м/с, при полном наполнении (скорость при $I_{тр} = 1$), равный v_n / \sqrt{I}

Скорости при полном наполнении v_n , м/с, определены из преобразованной формулы проф. Н.Ф. Федорова

$$v_n = 17,718 \sqrt{R_n I} \left[-\lg 1/R_n \left(\frac{\Delta_э}{13,68} + \frac{a_2 v}{4v_n} \right) \right], \quad (8)$$

где:

R_n — гидравлический радиус при полном заполнении трубопровода, равный $R_n = 0,25 (d_{cm}/1000)$, м;

$\Delta_э$ — эквивалентная шероховатость, м;

a_2 — коэффициент, учитывающий характер шероховатости труб;

ν — коэффициент вязкости, м²/с.

При определении скорости v_n для труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) приняты следующие значения показателей: $\Delta_э = 4 \cdot 10^{-5}$ м, $a_2 = 20$, а также коэффициент вязкости $\nu = 1,41 \cdot 10^{-6}$ м²/с (при температуре сточных вод 10 °С и количестве взвешенных веществ 500 мг/л). В целях упрощения расчетов в формуле (8) принято допущение $l \approx 0,01$, что предполагается не вносит существенных погрешностей в конечные результаты при определении p .

На основании формул (7) и (8) составлена соответствующая таблица для определения сечений водоотводных сооружений исходя из пропускной способности уличных лотков Q_n с учетом предельного периода превышения P_{np} . В качестве примера в работе приведена таблица для труб из полиэтилена низкого давления (ПНД) диаметром 315 ÷ 1200 мм (таблица для бетонных и железобетонных труб с коэффициентом шероховатости $n_1 = 0,014$ приведена в работе /6/).

В таблице указаны значения модулей расхода K_n , л/с, и скорости W_n , м/с, для полиэтиленовых труб с полным наполнением сечения, подсчитанные с использованием формулы (8).

При необходимости значения K_n и W_n могут также определяться из следующих формул:

$$K_n \approx 32892 \left(\frac{d_{cm}}{1000} \right)^{2,62}, \quad \text{л/с,}$$

и

$$W_n \approx 41,9 \left(\frac{d_{cm}}{1000} \right)^{0,62}, \quad \text{м/с,} \quad (9)$$

где d_{cr} — стандартное значение диаметра, мм.

Подбор диаметров можно производить как непосредственно с использованием таблицы (графа 4), так и по расчету по формуле (10). В графах 5, 6, 7, 8, 9 (слабо и сильно затемненных) выделены значения p и $f(p)$ для рекомендуемых глубин потока h и отдельных диаметров d_{cr} со значениями K_n (соответственно для $P_{np} = 25$ и 50 лет). Эти ограничения на заполнение лотка введены исходя из следующих соображений: максимальная глубина h не должна превышать 5–6 см во внутриквартальных лотках (при $d = 315$ –400 мм), 12 и 15 см — на магистральных улицах (при $d = 800$ –1200 мм). При диаметрах коллекторов 450–710 мм предусмотрено постепенное увеличение h до 12 см, соблюдая тем самым определенное соответствие между подземным и поверхностным стоками.

Последовательность действий при подборе p и d_{cr} по таблице следующая: определяется Q_p и K_p при $p = 1$; по-

иском приемлемого диапазона модулей расхода (графа 4), соответствующего исходным данным P_{np} , C и выделенным h , в котором находится вычисленное значение K_p , подбирается d_{cr} (со значениями K_n и W_n); соотношение $K_n/K_p = f(p)$ позволяет определить p и соответствующую глубину потока h ; затем определяются остальные показатели V_p , Q_n и V_n . Если значение K_p находится в пределах диапазонов модулей расхода двух смежных диаметров, то подбор диаметра следует производить путем их сопоставления с разными значениями p .

Для вычисления расчетного значения диаметра, мм, рекомендуется следующая формула:

$$d_p = a K_p^x, \quad (10)$$

где:

$$K_p = K_n/f(p) \text{ — модуль расхода при } p = 1,$$

равный

$$K_p = \frac{Q_p}{\sqrt{I}},$$

здесь:

Q_p — расчетный расход дождевых вод, л/с, при $p = 1$, определяемый по формуле:

$$Q_p = q_{20} \Psi_{cp} (20/t)^n F$$

$$f(p) = (1 + C \lg p) \text{ —}$$

зависимость, вычисляемая с искомым значением p по формуле (7), значения которых приведены в графах 5, 6, 7, 8 и 9 таблицы;

x — показатель степени, равный $x = 0,39$, что соответствует рекомендуемой глубине потока h , выделенной в таблице для отдельных d_{cr} с модулями расхода K_n ;

a — параметр, значения которого получены сравнением двух зависимостей (9) и (10); значение параметра a при $C = 0,85; 1,0$ и $1,2$ равно соответственно 19,1; 20,0 и 21,5 (при $P_{np} = 25$ лет) и 19,8; 20,9 и 22,6 при $P_{np} = 50$ лет.

При таком расчете вначале также определяют Q_p и K_p при $p = 1$; вычислив расчетное значение d_p по формуле (10), подбирают d_{cr} (со значениями K_n и W_n); далее — как и по предыдущему.

Из-за простоты таблицы в использовании специальных разъяснений не требуется. Наглядность таблицы позволяет подбирать диаметры, варьируя значениями периода превышения p .

Порядок гидравлического расчета сети с использованием предложенной табличной формы следует из приведенного ниже примеров.

ПРИМЕР РАСЧЕТА 1.

Произвести подбор диаметра коллектора дождевой сети d_{cr} при следующих исходных данных:

- климатические параметры рассматриваемого района $q_{20} = 35 \text{ л/(с}\cdot\text{га)}$; $n = 0,65$; $C = 1,2$;

- условия расположения коллектора средние — магистральная улица с продольным уклоном $I_{yl} = 0,015$ (по нормам при этом $P_{np} = 25 \text{ лет}$);
- площадь бассейна стока $F = 84 \text{ га}$, средний коэффициент стока $\psi_{cp} = 0,45$;
- время протока до рассчитываемого участка согласно гидравлического расчета $t = 50 \text{ мин}$;

Расчет ведется в следующей последовательности:

1. Определяется расход дождевых вод при $p = 1$

$$Q_p = 35 \cdot 0,45 \cdot (20/50)^{0,65} \cdot 84 \approx 729 \text{ л/с}$$

2. Модуль расхода при $p = 1$

$$K_p = 729 / 0,015^{0,50} \approx 5952 \text{ л/с};$$

3. Расчетный диаметр

$$d_p = 21,5 \cdot 5952^{0,39} \approx 638 \text{ мм.}$$

По сортаменту подбирается ближайшее меньшее значение диаметра $d_{cr} = 630 \text{ мм}$, при котором $K_n = 9814 \text{ л/с}$ ($W_n = 31,5 \text{ м/с}$) и определяется соотношение модулей расхода, т.е. $f(p) = K_n/K_p = 9814 / 5952 \approx 1,65$.

Отсюда из предлагаемой таблицы при $P_{np} = 25$ и $C = 1,2$ имеем $p = 3,5$ года и соответствующее этому значению глубину потока $h = 10 \text{ см}$.

Скорость течения воды в трубе

$$V_p = W_n \cdot I^{0,50} = 31,5 \cdot 0,015^{0,50} \approx 3,86 \text{ м/с}$$

Пропускная способность лотка

$$Q_n = 1000 \cdot 1,98 \cdot 0,015^{0,50} \approx 242,5 \text{ л/с}$$

Скорость потока в лотке

$$V_n = W_n \cdot I^{0,50} = 7,9 \cdot 0,015^{0,50} \approx 0,97 \text{ м/с}$$

ПРИМЕР РАСЧЕТА 2.

Требуется подобрать диаметр трубы d_{cr} при следующих исходных данных: $q_{20} = 50 \text{ л/(с}\cdot\text{га)}$; $n = 0,60$; $C = 1,0$; $\psi_{cp} = 0,55$; $F = 129 \text{ га}$; $t = 65 \text{ мин}$; условия расположения коллектора неблагоприятные — магистральная улица с продольным уклоном $I_{yl} = 0,025$ (по нормам $P_{np} = 50 \text{ лет}$).

Решение:

$$1. Q_p = 50 \cdot 0,55 \cdot (20/65)^{0,60} \cdot 129 \approx 1749 \text{ л/с}$$

$$2. K_p = 1749 / 0,025^{0,50} \approx 11062 \text{ л/с};$$

$$3. d_p = 20,9 \cdot 11062^{0,39} \approx 789 \text{ мм.}$$

По сортаменту подбирается $d_{cr} = 800 \text{ мм}$, при котором $K_n = 18388 \text{ л/с}$ ($W_n = 36,6 \text{ м/с}$) и затем определяем $f(p) = K_n/K_p = 18388/11062 \approx 1,66$.

Отсюда по таблице при $P_{np} = 50 \text{ лет}$ и $C = 1,0$ имеем $p \approx 4,5 \text{ года}$ и соответствующую этому значению глубину потока $h = 12 \text{ см}$.

Скорость течения воды в трубе:

Диаметр d , мм; модули расхода K_n , л/с, и скорости W_n , м/с, для полиэтиленовых труб с полным наполнением сечения	Предельный период превышения $P_{пр}$, годы	Коэффициент C в формулах (4) и (5)	Модуль расхода дождевых вод K_p при $p=1$ и уклоне $I_{тр}=1$, л/с	Расчетный период превышения p [и соответствующие значения $f(p)$] при глубине потока в лотке проезжей части h , см				
				6	8	10	12	15
				5	6	7	8	9
315 ($K_n = 1581$, $W_n = 20,3$)	25	0,85	1375–3226	1,5 (1,15)	0,75 (0,89)	0,33(0,59)	0,25(0,49)	0,25(0,49)
		1	1275–3952	1,75(1,24)	1 (1)	0,5(0,7)	0,33(0,52)	0,25(0,4)
		1,2	1068–5646	2,5(1,48)	1 (1)	0,5 (0,64)	0,33(0,42)	0,25(0,28)
	50	0,85	1255–3226	2 (1,26)	1 (1)	0,5(0,74)	0,33(0,59)	0,25(0,49)
		1	1130–3952	2,5 (1,4)	1 (1)	0,5 (0,7)	0,33(0,52)	0,25(0,4)
		1,2	936–5646	3,75 (1,69)	1,5 (1,21)	0,75 (0,85)	0,5 (0,64)	0,25(0,28)
355 ($K_n = 2176$, $W_n = 22,0$)	25	0,85	1813–4441	1,75 (1,2)	1 (1)	0,5 (0,74)	0,33(0,59)	0,25(0,49)
		1	1612–5440	2,25 (1,35)	1,25 (1,1)	0,75 (0,88)	0,33 (0,52)	0,25(0,4)
		1,2	1319–7771	3,5 (1,65)	1,5 (1,21)	0,75 (0,85)	0,5 (0,64)	0,25(0,28)
	50	0,85	1624–3688	2,5 (1,34)	1,25 (1,08)	0,75 (0,89)	0,50 (0,74)	0,33(0,59)
		1	1413–4185	3,5 (1,54)	1,5 (1,18)	0,75 (0,88)	0,5 (0,7)	0,33(0,52)
		1,2	1170–5181	5,25 (1,86)	2,25 (1,42)	1 (1)	0,75 (0,85)	0,33(0,42)
400 ($K_n = 2971$, $W_n = 23,7$)	25	0,85	2285–5036	2,25 (1,3)	1,5 (1,15)	0,75 (0,89)	0,5 (0,74)	0,33(0,59)
		1	2063–5714	2,75(1,44)	1,5 (1,18)	1 (1)	0,5 (0,7)	0,33(0,52)
		1,2	1698–7074	4,25(1,75)	2,25 (1,42)	1(1)	0,75 (0,85)	0,33(0,42)
	50	0,85	2035–5036	3,0 (1,4)	1,5 (1,15)	1 (1)	0,5 (0,74)	0,33(0,59)
		1	1801–4244	4,5 (1,65)	2,25 (1,35)	1 (1)	0,75 (0,88)	0,5 (0,7)
		1,2	1478–4642	7 (2,01)	3,25 (1,61)	1,5 (1,21)	1 (1)	0,5 (0,64)
450 ($K_n = 4054$, $W_n = 25,5$)	25	0,85	3025–5478	2,50 (1,34)	1,75 (1,2)	1 (1)	0,75 (0,89)	0,5 (0,74)
		1	2633–5792	3,5 (1,54)	2 (1,3)	1,25 (1,1)	0,75 (0,88)	0,5 (0,7)
		1,2	2180–6334	5,25 (1,86)	3 (1,57)	1,5 (1,21)	1 (1)	0,5 (0,64)
	50	0,85	2777–5478	3,5 (1,46)	2 (1,26)	1,25 (1,08)	0,75 (0,89)	0,5 (0,74)
		1	2357–5792	5,25 (1,72)	3 (1,48)	1,5 (1,18)	1 (1)	0,5 (0,7)
		1,2	1903–6334	8,75 (2,13)	4,5 (1,78)	2 (1,36)	1,25 (1,12)	0,5 (0,64)
500 ($K_n = 5358$, $W_n = 27,3$)	25	0,85	3911–7240	2,75 (1,37)	2 (1,26)	1,25 (1,08)	0,75 (0,89)	0,5 (0,74)
		1	3349–7654	4 (1,6)	2,5 (1,4)	1,5 (1,18)	1 (1)	0,5 (0,7)
		1,2	2776–6304	6 (1,93)	3,75 (1,69)	2 (1,36)	1,25 (1,12)	0,75(0,85)
	50	0,85	3502–7240	4,25 (1,53)	2,75 (1,37)	1,5 (1,15)	1 (1)	0,5(0,74)
		1	2977–6089	6,25 (1,8)	3,75 (1,57)	2 (1,3)	1,25 (1,1)	0,75(0,88)
		1,2	2403–6304	10,5(2,23)	6(1,93)	3(1,57)	1,75(1,29)	0,75(0,85)
630 ($K_n = 9814$, $W_n = 31,5$)	25	0,85	6863–11027	3,25 (1,43)	2,5 (1,34)	1,75 (1,2)	1,25 (1,08)	0,75(0,89)
		1	5773–9814	5(1,7)	3,75 (1,57)	2,5 (1,4)	1,75 (1,24)	1 (1)
		1,2	4787–8111	7,5 (2,05)	5,5 (1,89)	3,5 (1,65)	2,5 (1,48)	1,5 (1,21)
	50	0,85	6097–9814	5,25 (1,61)	4 (1,51)	2,5 (1,34)	1,75(1,2)	1(1)
		1	5193–8922	7,75 (1,89)	5,75 (1,76)	3,75 (1,57)	2,5 (1,4)	1,25(1,1)
		1,2	4523–7608	–	9,5 (2,17)	5,75 (1,91)	3,75 (1,69)	1,75(1,29)
710 ($K_n = 13454$, $W_n = 34,0$)	25	0,85	9215–13454	3,5 (1,46)	3 (1,4)	2,25 (1,3)	1,75 (1,2)	1 (1)
		1	7822–12231	5,25 (1,72)	4,25 (1,63)	3 (1,48)	2,25 (1,35)	1,25(1,1)
		1,2	6407–10430	8,25 (2,1)	6,5 (1,98)	4,5 (1,78)	3,25 (1,61)	1,75(1,29)
	50	0,85	8254–12458	5,5 (1,63)	4,5 (1,56)	3,25 (1,43)	2,5 (1,34)	1,25(1,08)
		1	6971–10850	8,5 (1,93)	6,75 (1,83)	4,75 (1,68)	3,5 (1,54)	1,75(1,24)
		1,2	6563–9091	–	–	7,5 (2,05)	5,25 (2,86)	2,5 (1,48)

Диаметр d , мм; модули расхода K_n , л/с, и скорости W_n , м/с, для полиэтиленовых труб с полным наполнением сечения	Предельный период превышения $P_{пр}$, годы	Коэффициент C в формулах (4) и (5)	Модуль расхода дождевых вод K_p при $p=1$ и уклоне $I_{тр}=1$, л/с	Расчетный период превышения p [и соответствующие значения $f(p)$ при глубине потока в лотке проезжей части h , см				
				6	8	10	12	15
				5	6	7	8	9
800 ($K_n = 18388$, $W_n = 36,6$)	25	0,85	12341–17026	3,75 (1,49)	3,25 (1,43)	2,5 (1,34)	2 (1,26)	1,25(1,08)
		1	10568–14829	5,5 (1,74)	4,75(1,68)	3,75 (1,57)	3 (1,48)	1,75(1,24)
		1,2	8633–12949	8,75 (2,13)	7,25 (2,08)	5,5 (1,89)	4,25 (1,75)	2,25(1,42)
	50	0,85	11144–15323	5,75 (1,65)	5 (1,6)	4 (1,51)	3 (1,4)	1,75(1,2)
		1	9430–13134	9 (1,95)	7,5 (1,88)	5,75 (1,76)	4,5 (1,65)	2,5 (1,4)
		1,2	8474–11144	–	–	9,5 (2,7)	7 (2,01)	3,5(1,65)
900 ($K_n = 24989$, $W_n = 39,3$)	25	0,85	16549–20824	4 (1,51)	3,5 (1,46)	3 (1,4)	2,5 (1,34)	1,75(1,2)
		1	14198–18510	5,75 (1,76)	5 (1,7)	4,25 (1,63)	3,5 (1,54)	2,25(1,35)
		1,2	11677–15917	9 (2,14)	8 (2,08)	6,5 (1,98)	5,25 (1,86)	3 (1,57)
	50	0,85	15054–19222	6 (1,66)	5,5 (1,63)	4,5 (1,56)	3,5 (1,46)	2,25 (1,3)
		1	12685–16549	9,25 (1,97)	8 (1,9)	6,5 (1,81)	5,25 (1,72)	3,25(1,51)
		1,2	11732–13581	–	–	–	8,75 (2,13)	5 (1,84)
1000 ($K_n = 32892$, $W_n = 41,9$)	25	0,85	21783–26105	4 (1,51)	3,75 (1,49)	3,25 (1,43)	2,75 (1,37)	2 (1,26)
		1	18479–22842	6 (1,78)	5,5 (1,74)	4,75 (1,68)	4 (1,6)	2,75(1,44)
		1,2	15158–19123	9,5 (2,17)	8,5 (2,11)	7,25 (2,03)	6 (1,93)	4 (1,72)
	50	0,85	19579–23494	6,25 (1,68)	5,75 (1,65)	5 (1,6)	4,25 (1,53)	3 (1,4)
		1	16529–20558	9,75(1,99)	8,75 (1,94)	7,5 (1,88)	6,25 (1,8)	4 (1,6)
		1,2	14883–16612	–	–	–	10,25(2,21)	6,5 (1,98)
1200 ($K_n = 53016$, $W_n = 46,9$)	25	0,85	34651–39564	4,25 (1,53)	4 (1,51)	3,75 (1,49)	3,25 (1,43)	2,5 (1,34)
		1	29784–34426	6 (1,78)	5,75 (1,76)	5,25 (1,72)	4,75 (1,68)	3,5 (1,54)
		1,2	24208–28051	9,75 (2,19)	9 (2,14)	8,25 (2,1)	7,25 (2,03)	5,5 (1,89)
	50	0,85	31370–35110	6,5(1,69)	6 (1,66)	5,5 (1,63)	5 (1,6)	4 (1,51)
		1	26508–30469	10(2)	9,5(1,98)	8,5(1,93)	7,5 (1,88)	5,5(1,74)
		1,2	24432	–	–	–	–	9,5 (2,17)
Модули K_n , м ³ /с, и W_n , м/с, для одного лотка при ширине улиц 9–12 м ($n_r = 0,017$)			K_n	0,47	1,03	1,98	3,04	6,05
			W_n	5,2	6,4	7,9	8,45	11,2

Примечания:

- Для промежуточных размеров диаметров труб значения p следует определять интерполяцией. При этом значения K_n и W_n в графе 1 должны быть дополнены определением их по формуле (9).
- В графах 5, 6, 7, 8, 9 (слабо и сильно затемненных) выделены значения p и $f(p)$ для рекомендуемых глубин потока h соответственно при $P_{пр} = 25$ и 50 лет.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

НА ЧУСОВСКОМ ВОДОЗАБОРЕ ПЕРМИ ВВЕДЕНА ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОРАММОНИЗАЦИИ ВОДЫ

На Чусовских очистных сооружениях в октябре 2008 года введена в тестовую эксплуатацию установка хлораммонизации воды. Новое оборудование и новая технология обеспечивают подачу в воду сульфата аммония и имеют целый ряд преимуществ перед традиционным хлорированием. В частности, улучшаются вкусовые качества воды и повышается эффективность обеззараживания. Разработчик и исполнитель проекта - ЗАО «НПО Уралпромэкология». Стоимость работ составила около 5 млн/ рублей.

$$V_p = W_n \cdot I^{0,50} = 36,6 \cdot 0,025^{0,50} \approx 5,78 \text{ м/с}$$

Пропускная способность лотка

$$Q_{\text{л}} = 1000 K_{\text{л}} \cdot I^{0,50} = 1000 \cdot 3,04 \cdot 0,025^{0,50} \approx 480 \text{ л/с}$$

Скорость потока в лотке

$$V_{\text{л}} = W_{\text{л}} \cdot I^{0,50} = 8,45 \cdot 0,025^{0,50} \approx 1,34 \text{ м/с}$$

ВЫВОДЫ

Действующими нормами предусмотрено для районов с q_{20} менее 50 л/(с • га) период превышения p определять

расчетом исходя из пропускной способности уличных лотков $Q_{\text{л}}$ с учетом предельного периода превышения интенсивности дождя $P_{\text{пр}}$. Предложенный упрощенный способ, существенно снижая объем вычислений, позволяет определение p совмещать в единой таблице с конечным основным этапом расчета — установлением размеров водоотводных сооружений, варьируя глубиной потока в лотке проезжей части. Обоснованный предложенным способом выбор сечений коллекторов из полиэтиленовых труб обеспечит безопасность сооружений и сохранность нормальных условий жизни города, сводя к минимуму связанных с затоплением территорий убытков.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения. Стройиздат, М., 1987.
2. Дикаревский В.С., Таубин А.П. Расчет дождевых сетей канализации с помощью ЭВМ. Стройиздат, М., 1980.
3. Дикаревский В.С., Курганов А.М., Нечаев А.П., Алексеев М.И. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. Стройиздат, Л., 1990.
4. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. М., 1986.
5. Федоров Н.Ф., Гулиев Ф.С. Учет стока по уличным лоткам при расчете дождевой канализации. Санитарная техника. Материалы XXIX научной конференции ЛИСИ. Л., 1970.
6. Гулиев Ф.С. Определение размеров водоотводных сооружений. // Водоснабжение и сантехника. 2008. № 8.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

ЗАСТРОЙЩИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА ПРЕДПОЧИТАЮТ ПОЛИТИКУ ПОДКЛЮЧЕНИЙ «ВОДОКАНАЛА» ЗА ДОСТУПНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ

Единый порядок определения платы за подключение к системам электро-, тепло- и водоснабжения и водоотведения, в соответствии с ФЗ-210 и постановлением правительства РФ от 14.07.08, начнет действовать в 2009 году. Об этом говорилось на «круглом столе» в Санкт-Петербурге, посвященном проблеме взаимодействия строителей и монополистов из числа ресурсоснабжающих организаций (РСО).

Уже сегодня известно, что в Петербурге тариф на подключение к системе холодного водоснабжения строящихся и реконструирующихся объектов в 2009 году может составить порядка 29,6 тысяч рублей за 1 куб. м в сутки. А тариф на подключение к системе водоотведения – 30,6 тысяч рублей за 1 куб. м в сутки. Чтобы точнее оценить величину платы за подключение к сетям «Водоканала», следует учесть тот факт, что ее доля в расчете на 1 возводимый кв. м площади составляет 698,5 (холодное водоснабжение) и 1083 рубля (водоотведение).

Несмотря на разницу в тарифах, как выяснилось в ходе «круглого стола», застройщикам хлопотнее всего иметь дело с теми РСО, которые уделяют меньше внимания информированию потенциальных клиентов о принимаемых ими решениях. «До сих пор у нас не было никаких проблем во взаимоотношениях с «Водоканалом Санкт-Петербурга», поскольку это предприятие выстроило очень доступное информационное поле. Все решения, которые нас интересуют, своевременно публикуются. А вот информационное поле ГУП «ТЭК Санкт-Петербурга» и ОАО «Ленэнерго» гораздо слабее и этот факт затрудняет взаимодействие, особенно в те моменты, когда принимаются новые решения, вносятся существенные изменения», – считает директор по управлению инженерным обеспечением ЗАО «Северный город» Владимир Кабанов.

Установление единых правил игры на рынке поставки ресурсов способно оказать существенное стабилизирующее влияние. Это станет существенным прогрессом в отношениях застройщиков и энергетиков, считает президент ЗАО «Мегалит» Александр Брега. По его словам, единые правила и тарифы предупредят ситуацию от попыток монополистов получить с застройщиков плату за подключение дважды – в качестве платы, определяемой в рамках единого тарифа, а также в рамках платы за ликвидацию технических ограничений.

Вместе с тем, далеко не все застройщики настроены столь оптимистично. «Сейчас все рассуждают об упрощении процедур в процессе подключения к инженерным сетям, а на деле это движение развивается в обратном направлении, и все только усложняется. По крайней мере, такова ситуация сегодня», – считает технический директор компании «Инжстрой СПб» Виталий Антонюк. По его словам, разделение тарифов на подключение к системам водоснабжения и водоотведения не упростит процесс. «Уже сейчас к плате за подключение водомерного узла добавилась за подключение так называемого «тройника», ообщил он, пояснив, что «тройник» позволяет провести воду по отдельной схеме – для владельцев квартир и для владельцев и арендаторов коммерческих объектов, которые занимают встроенные помещения многоквартирных жилых домов.

Однако этот вопрос может решиться только в том случае, если будет введен единый тариф как для физических и юридических лиц.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА БАЗЕ ПОКАЗАТЕЛЯ — ЗАТРАТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (LIFE CYCLE COST)



В.И. Баженов, к. т. н.,
Н.А. Кривощекова,
ЗАО «Водоснабжение и водоотведение».

В.И. Баженов

В России выбор инженерных решений основан на методе сравнительной экономической эффективности по показателю приведенных затрат [1].



Приведенные затраты (П) по каждому варианту представляют собой сумму:

$$P = C + E_n \cdot K, \quad (1)$$

или

$$P = T_n \cdot C + K \quad (2)$$

где:

C — эксплуатационные затраты по данному варианту;

E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K — капитальные вложения в строительство;

T_n — срок окупаемости капитальных вложений.

За рубежом основным инструментом, помогающим сократить убытки и увеличить энергоэффективность большинства типов инженерных систем, является анализ по стоимости жизненного цикла (Life cycle cost = LCC). Метод расчета LCC является результатом совместных исследований, проведенных институтом Гидравлики (www.pumps.org — Hydraulic Institute, USA), институтом Europump (www.europump.org) и Управлением промышленных технологий при Министерстве энергетики США.

Таким образом российский подход к технико-экономической оценке инженерных решений не поддерживается международной практикой, при этом сама оценка вариантов, подлежащих сравнению, тормозится в связи с отсутствием в России четкого механизма расчетов. Для насосных систем механизм расчетов с использованием LCC был опубликован [2].

Данные материалы предлагают детальное технико-экономическое сравнение трех вариантов современных блоков биологической очистки, при реконструкции и новом строительстве, расчетной производительностью 20 000 м³/сут, как наиболее капиталоемкого и энергозатратного для условий муниципальной очистки сточных вод:

1. стандартный вариант без удаления биогенных элементов на базе современных полимерных пневматических аэраторов, далее по тексту «стандартный»;

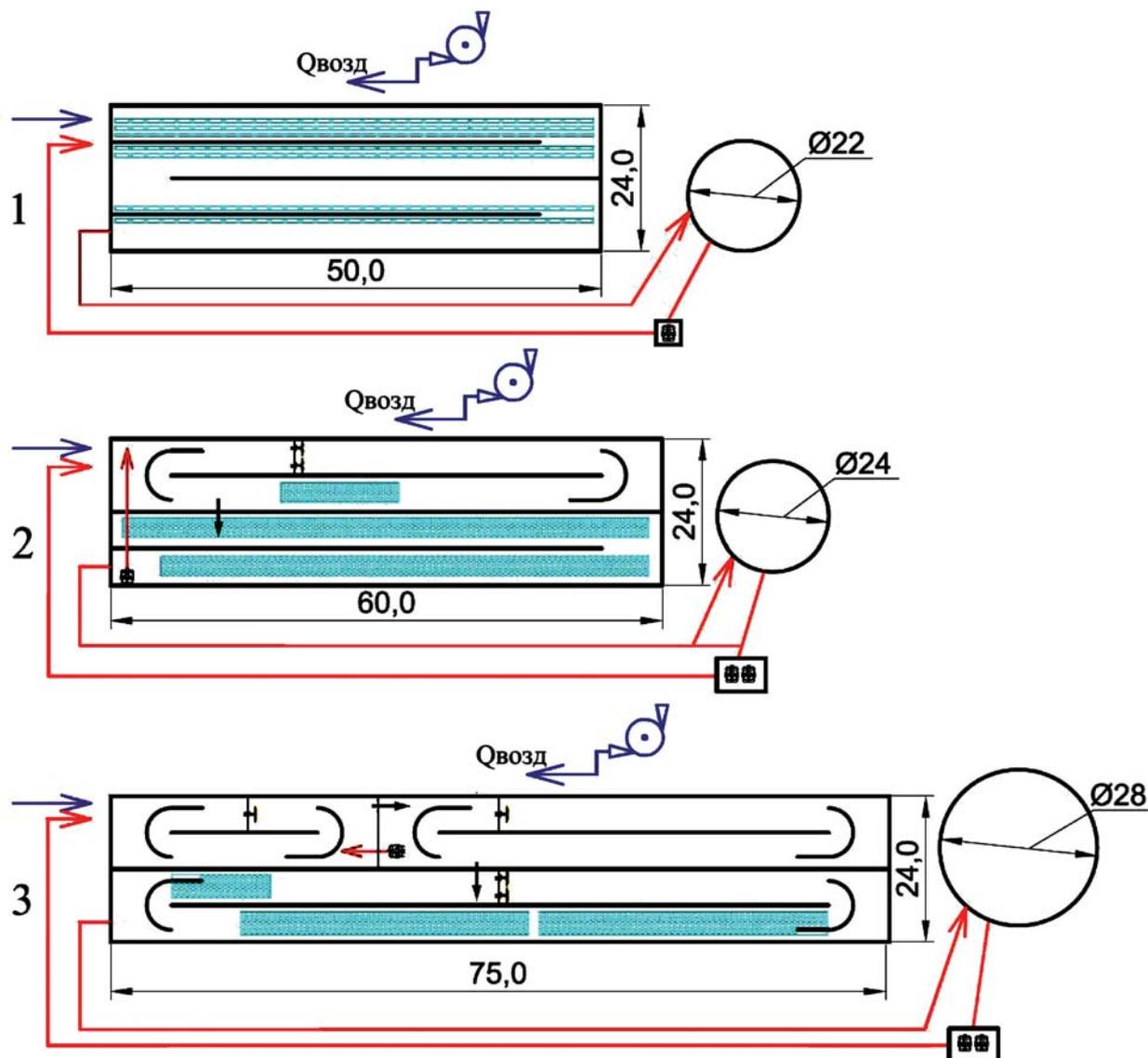


Рис. 1.

Схемы блоков биологической очистки по сравниваемым вариантам:

1. стандартный вариант без удаления биогенных элементов на базе современных полимерных пневматических аэраторов,
2. вариант при удалении азота с погружными мешалками и насосами, а также современных аэрационных систем с дисковыми мембранными аэраторами,
3. вариант при удалении азота и фосфора с погружными мешалками и насосами, а также современных аэрационных систем с дисковыми мембранными аэраторами.

2. вариант при удалении азота с погружными мешалками и насосами, а также современных аэрационных систем с дисковыми мембранными аэраторами, далее по тексту «с удалением азота»;

3. вариант при удалении азота и фосфора с погружными мешалками и насосами, а также современных аэрационных систем с дисковыми мембранными аэраторами, далее по тексту «с удалением азота и фосфора».

Затраты жизненного цикла (LCC) исчисляются за срок службы на покупку, монтаж, пусконаладку, эксплуатацию, техобслуживание, вплоть до затрат на утилизацию данного оборудования и его вывоза [3]. Анализ LCC по-

зволяет выявить наиболее выгодное решение в рамках доступных возможностей.

Ресурс насосных систем нередко составляет от 15 до 20 лет. С практической точки зрения рекомендуется исчислять текущее значение LCC за период 4–8, иногда 10 лет. И это не противоречит Российским нормам.

Проанализируем формулу (2): T_n — величина обратная E_n , а E_n по различным источникам принимается равной от 0,12 до 0,17 [1,4]. Таким образом, T_n распределяет эксплуатационные затраты C , на срок 6–8 лет.

Элементы затрат жизненного цикла LCC по каждому из сравниваемых вариантов выражаются уравнением:

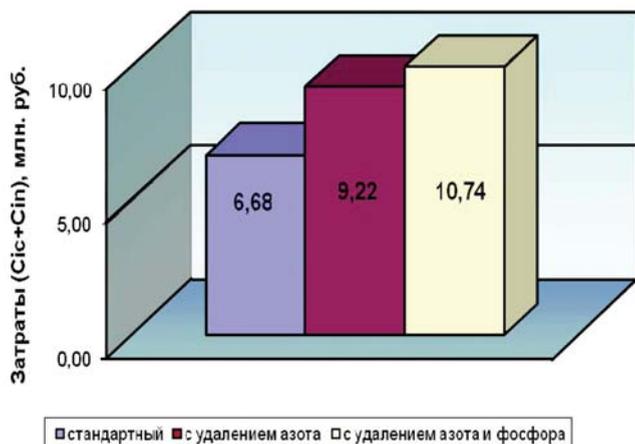


Рис. 2. Реконструкция объекта. Сравнительные капитальные затраты (C_{ic}+C_{in}) по трем вариантам блоков биологической очистки.

$$LCC = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d, \quad (3)$$

где:

C_{ic} — капитальные затраты (строительные работы, стоимость оборудования);

C_{in} — затраты на монтаж, пуско-наладку;

C_e — затраты на электрическую энергию;

C_o — текущие затраты (в основном затраты на оплату труда обслуживающего персонала);

C_m — затраты на сервис и техобслуживание (текущий и плановый ремонт, при необходимости замена оборудования);

C_s — затраты по причине простоя (упущенная выгода) или потере производительности;

C_{env} — затраты на охрану окружающей среды и предотвращение ущерба;

C_d — затраты на утилизацию, расчет остаточной стоимости оборудования для его будущего использования.

Целью LCC является оптимизация затрат для выбора наиболее подходящего варианта, в зависимости от поставленных задач. Расчет можно производить с учетом



Рис. 4. Реконструкция объекта. Сравнительные затраты на сервис и техобслуживание (C_m) по трем вариантам блоков биологической очистки.

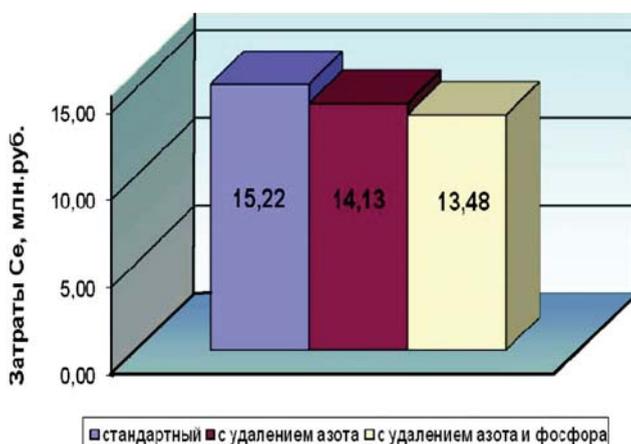


Рис. 3. Реконструкция объекта. Сравнительные затраты на электроэнергию (C_e) по трем вариантам блоков биологической очистки.

всех слагаемых LCC или исключить некоторые слагаемые например, ввиду их равнозначности по сравниваемым вариантам. Пользователь сам должен решить, какие именно затраты учитывать.

Так, например, особенностью представленных расчетов является C_o=0, поскольку этот фактор второстепенен и не характерен для сравниваемых вариантов, скорее он запутает логику пользователя (затраты на утилизацию и остаточная стоимость оборудования имеют разные знаки: «+» и «-»).

При этом показатель C_{env}, часто вообще не используемый в расчетах LCC, приобретает одно из ключевых значений, поскольку качество очистки сточных вод по вариантам будет существенно отличаться массовой долей загрязнений по органическим и биогенным элементам (азот и фосфор). Затраты C_{env} учитываются нами как ущерб, наносимый окружающей среде от сброса очищенных вод различного качества в соответствии с нормативами [5, 6,10].

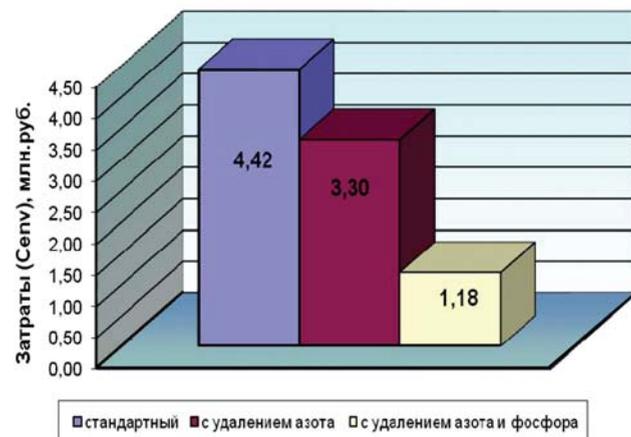


Рис. 5. Реконструкция объекта. Сравнительные затраты на окружающую среду (C_{env}) по трем вариантам блоков биологической очистки.

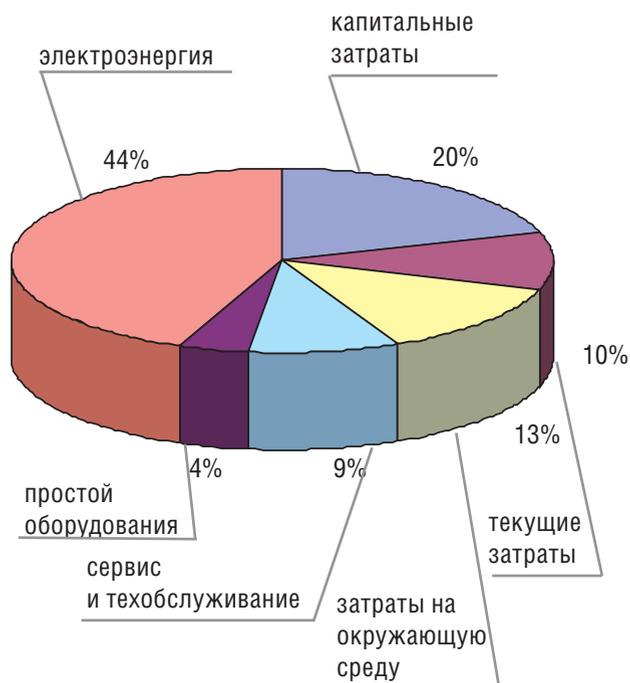


Рис. 6.

Реконструкция объекта. Затраты жизненного цикла LCC блока биологической очистки по стандартному варианту, где:

- 1 — затраты на электроэнергию (15 215 520,53 руб.);
- 2 — затраты на простой оборудования (1 246 464,92 руб.);
- 3 — затраты на сервис и техобслуживание (3 147 326,56 руб.);
- 4 — затраты на окружающую среду (4 421 198,80 руб.);
- 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
- 6 — капитальные затраты (6 680 000,00 руб.).

Главной целью метода является прямая выгода. Поэтому совершенно очевидно, что темп ежегодной инфляции (p) требуется компенсировать процентной ставкой (i), выраженной в долях ед.:

$$C_n = C_p \cdot (1 + (i - p))^n, \quad (4)$$

где:

n — расчетный период, лет, $n=8$;

C_p и C_n — текущие и предстоящие через « n » лет затраты;

i — процентная ставка, принимается с учетом депозитных ставок банков высшей категории надежности, приблизительно на настоящее время $i=16\%$.

p — годовой темп инфляции, $p=12\%$.

Следует учесть, что использование коэффициента дисконтирования позволяет привести разновременные затраты и результаты, осуществляемые и получаемые в ходе реализации проекта, к сопоставимому виду, т. к. очевидно, что ценность эквивалентных денежных средств, получаемых в различные моменты времени, неодинаковы.

С учетом коэффициента дисконтирования формула (4) примет вид:

$$C_n = C_p \cdot \alpha \quad (5)$$

где:

α — коэффициент дисконтирования вычисляется по формуле (6):



Рис. 7.

Реконструкция объекта. Затраты жизненного цикла LCC блока биологической очистки с удалением азота, где:

- 1 — затраты на электроэнергию (14 127 950,67 руб.);
- 2 — затраты на простой оборудования (0,00 руб.);
- 3 — затраты на сервис и техобслуживание (322 321,97 руб.);
- 4 — затраты на окружающую среду (3 298 368,29 руб.);
- 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
- 6 — капитальные затраты (9 223 949,00 руб.).

$$\alpha = [(1+p)^1/(1+i)^1] + [(1+p)^2/(1+i)^2] + \dots + [(1+p)^n/(1+i)^n] \quad (6)$$

Показатель степени в формуле — количество лет n . Как указывалось выше, годовой темп инфляции p принимается равным 12% , а процентная ставка i — 16% .

Исходные данные для расчета представлены в табл. 1, а схемы вариантов сравнения на рис. 1. Варианты включают: собственно сооружения биологической очистки активным илом (далее по тексту для упрощения — «азротенки»), вторичные отстойники, насосные станции рециркуляционного активного ила и воздушное оборудование. Как видно из таблицы, рассматриваемые варианты имеют одинаковую производительность ($20\,000\text{ м}^3/\text{сут}$) и исходные концентрации загрязнений, но отличаются качеством очистки, технологическими параметрами (которые определяют объемы сооружений и мощности энергоресурсов).

Конструктивные размеры сооружений указаны в табл. 2. Стоимость азротенка взята по т. п. 902–2–179 в ценах 1984 г. по [7]. Индекс перевода цен 1984 г. в текущие цены на данный момент принята 120. Азротенки оборудованы: по стандартному варианту полимерной трубчатой системой аэрации без установки мешалок и устройств внутренней рециркуляции, в остальных случаях — мелкопузырчатой дисковой мембранной систе-

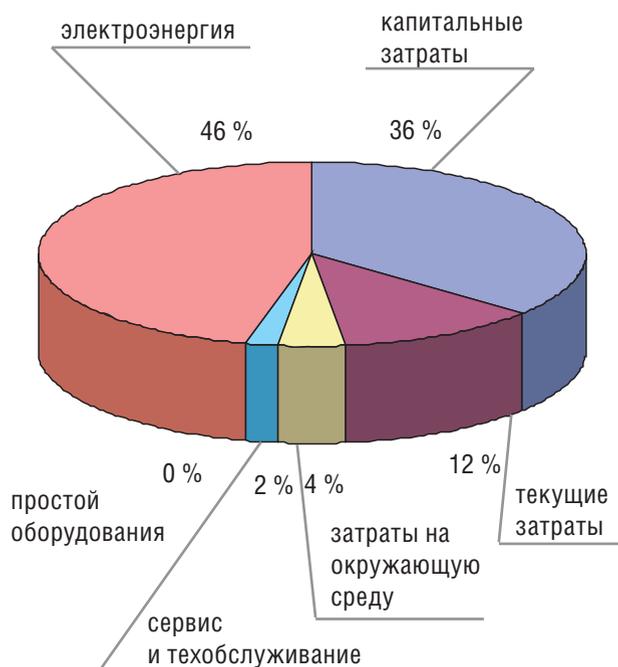


Рис. 8. Реконструкция объекта. Затраты жизненного цикла ЛСС блока биологической очистки с удалением азота и фосфора, где:
 1 — затраты на электроэнергию (13 479 591,72 руб.);
 2 — затраты на простой оборудования (0,00 руб.);
 3 — затраты на сервис и техобслуживание (476 482,85 руб.);
 4 — затраты на окружающую среду (1 179 027,35 руб.);
 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
 6 — капитальные затраты (10 739 978,00 руб.).

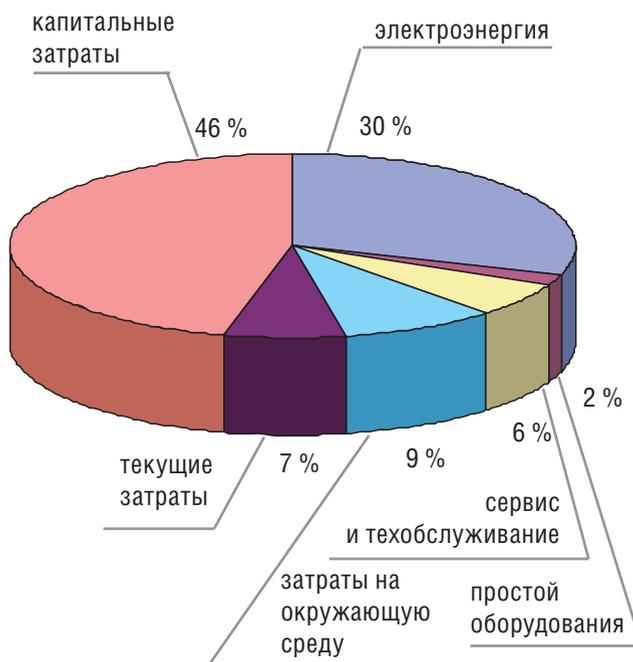


Рис. 10. Новое строительство объекта. Затраты жизненного цикла ЛСС блока биологической очистки по стандартному варианту, где:
 1 — затраты на электроэнергию (15 215 520,53 руб.);
 2 — затраты на простой оборудования (1 246 464,92 руб.);
 3 — затраты на сервис и техобслуживание (3 147 326,56 руб.);
 4 — затраты на окружающую среду (4 421 198,80 руб.);
 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
 6 — капитальные затраты (23 027 750,00 руб.).

мой аэрации с использованием погружных мешалок и рециркуляционных насосов. Тип вторичных отстойников — радиальный, при этом степень рециркуляции по двум вариантам с удалением биогенных элементов удвоена по отношению к стандартному варианту и составляет 150 %.

Экономические показатели эксплуатационных затрат рассчитывались при следующих условиях:

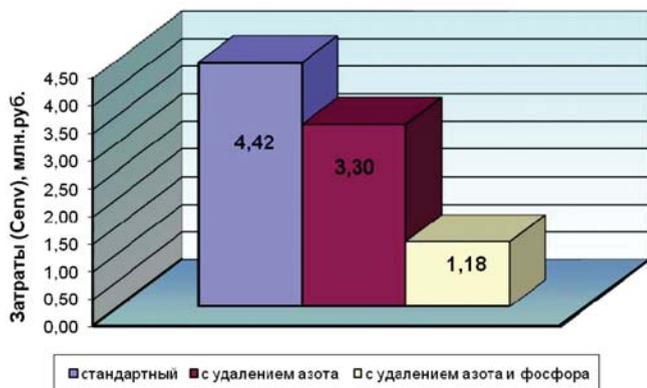


Рис. 9. Новое строительство объекта. Сравнительные капитальные затраты (C_{ic}+C_{in}) по трем вариантам блоков биологической очистки.

- Эксплуатационные затраты рассчитывались с использованием формул (4, 5, 6) принимая во внимание годовые темпы инфляции, процентные ставки и коэффициент дисконтирования α .
- Затраты на электроэнергию C_e принимались в соответствии с потребляемой мощностью 1 кВт по одноставочному тарифу 177,38 коп/кВт.ч (для иных, прочих потребителей) в соответствии с постановлением РЭК г. Москвы [8].
- Текущие затраты C_o включали величину заработной платы обслуживающего персонала согласно [7]. Условно принято: количество обслуживающего персонала — 2 рабочих с зарплатой 20 000 руб./мес. (предполагая, что блок очистки производительностью 80 тыс. м³/сут обслуживают 8 рабочих).
- Затраты на сервис и техобслуживание C_m определились исходя из потребности на базовые ремонтные комплекты, затраты по замене полимерной трубчатой аэрационной системы через 4 года по стандартному варианту (руководствуясь опытом эксплуатации), а также трудозатраты на ремонт и замену оборудования, рассчитанные по ведомости трудозатрат.
- Затраты на охрану окружающей среды и предотвращение ущерба C_{env} рассчитывались как затраты на сброс загрязняющих веществ в водные объекты в соответствии с общепринятыми нормативами [6,10]:

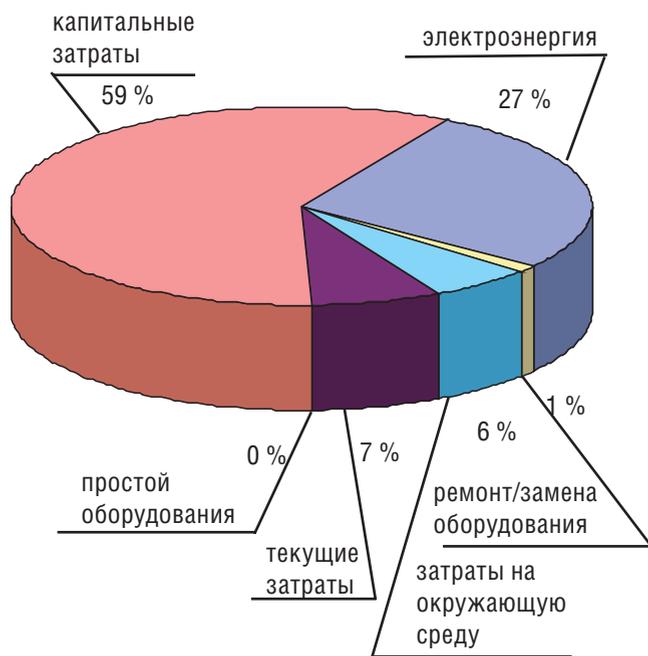


Рис. 11. Новое строительство объекта. Затраты жизненного цикла LCC блока биологической очистки с удалением азота, где:
 1 — затраты на электроэнергию (14 127 950,67 руб.);
 2 — затраты на простой оборудования (0,00 руб.);
 3 — затраты на сервис и техобслуживание (322 321,97 руб.);
 4 — затраты на окружающую среду (3 298 368,29 руб.);
 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
 6 — капитальные затраты (31 216 349,00 руб.).



Рис. 12. Новое строительство объекта. Затраты жизненного цикла LCC блока биологической очистки с удалением азота и фосфора, где:
 1 — затраты на электроэнергию (13 479 591,72 руб.);
 2 — затраты на простой оборудования (0,00 руб.);
 3 — затраты на сервис и техобслуживание (476 482,85 руб.);
 4 — затраты на окружающую среду (1 179 027,35 руб.);
 5 — текущие затраты (3 553 440,00 руб.);
 6 — капитальные затраты (41 023 478,00 руб.).

в пределах допустимых нормативов сброса для водоемов рыбохозяйственного назначения, а также за превышение лимитов. Исходные концентрации представлены в табл. 1. Очевидно, что при варианте биологической очистки с наихудшими параметрами очищенной воды платежи за сброс будут выше.

- По варианту затрат на простой оборудования C_s указывалось, что плановая остановка работы блока биологической очистки по стандартному варианту планируется через 4 года в связи с заменой системы полимерной трубчатой аэрации. Следовательно, остальные блоки биологической очистки по этому варианту будут принимать на себя дополнительную нагрузку. Планируется форсированный режим работы сооружений на протяжении 1 месяца (срок полной замены системы аэрации). Это приведет к сбросу в водный объект дополнительной массы загрязняющих веществ и увеличению платы по тарифам за сброс загрязняющих веществ в водный объект [6,10].

Расчеты капитальных затрат на установку и монтаж ($C_{ic} + C_{in}$) представлены в табл. 3 и табл. 10 для вариантов реконструкции и нового строительства соответственно. Варианты отличаются затратами на проведение общестроительных работ.

Итоговые таблицы по расчетам затрат жизненного цикла LCC сводятся в сводный расчет, представленный в

табл. 9 и табл. 11, также для вариантов реконструкции и нового строительства соответственно.

Слагаемые LCC затрат представлены на рис. 6–8 для вариантов реконструкции объектов и на рис. 10–12 для вариантов нового строительства.

АНАЛИЗ LCC ПОЗВОЛЯЕТ СДЕЛАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ВЫВОДЫ:

- Показатель LCC (затраты жизненного цикла) своевременен и важен. Целесообразность его использования определяется следующими задачами:
 - оптимизация инвестиционных и эксплуатационных затрат;
 - как технико-экономическая основа тендерных предложений различного уровня техники;
 - учет исходных к.п.д. оборудования как элементов затрат;
 - учет качества используемого оборудования как элементов затрат.
- Реконструкция действующих объектов биологической очистки более выгодна с точки зрения внедрения новых технологий, рассчитанных на удаление биогенных элементов в России, потому что доля капитальных затрат на общестроительные работы существенно превышает все остальные ежегодные эксплуатационные

затраты, включающие затраты на электроэнергию и штрафы за превышение показателей сброса.

3. При реконструкции современных сооружений аэробной биологической очистки в условиях действующих слагаемых затрат стандартный вариант наиболее затратен. Эта величина по циклу LCC за 8 лет составляет по сравнению с вариантом удаления азота — 12,2 %, с вариантом совместного удаления азота и фосфора — 16,4 %.
4. В условиях нового строительства современных объектов биологической очистки сточных вод использовать новые технологии удаления азота / азота и фосфора невыгодно и затратно на 3,8 % / 18 % соответственно.
5. Наблюдающийся в России потенциал роста затрат на эксплуатационные показатели (в первую очередь, на электроэнергию и штрафы за сброс биогенных элементов) в будущем определит выгоду от внедрения новых технологий, рассчитанных на удаление биогенных элементов.
6. Более дорогое, но энергоэффективное оборудование выгодно использовать в условиях реконструкции и строительства новых объектов.

Таблица 1

Исходные данные для расчетов по вариантам

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Расход, м ³ /сут	20 000	20 000	20 000
Исходные концентрации			
ХПК, мг/л	300	300	300
БПК ₅ , мг/л	150	150	150
N-NH ₄ , мг/л	30	30	30
P-PO ₄ , мг/л	4	4	4
Параметры очищенной воды			
ХПК, мг/л	50	30	30
БПК ₅ , мг/л	15	10	10
N-NH ₄ , мг/л	3	0,4	0,4
N-NO ₂ , мг/л	-	-	-
N-NO ₃ , мг/л	25	9,5	9,5
P-PO ₄ , мг/л	4	4	1
Аэротенк			
T _{среднее} в аэротенках, ч	8	10	12
Q _{возд} , м ³ /м ³	8	6	5
Вторичный отстойник			
Поверхностная нагрузка, м ³ /м ²	2,2	1,8	1,5

Таблица 2

Конструктивные размеры сооружений

Сооружение	Вариант		
	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Аэротенк четырехкоридорный	50х6х6м	60х6х6м	75х6х6м
Вторичный отстойник	Д=22м	Д=24м	Д=28м
Насосная станция рециркулирующего активного ила	Д=3м, Н=6м	Д=3м, Н=6м	Д=3м, Н=6м

Таблица 3

Расчет капитальных затрат, на установку и монтаж ($C_{ic} + C_{in}$). Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Система пневматической мелкопузырчатой аэрации	полимерная трубчатая	мембранные дисковые	мембранные дисковые
Количество	778 п.м.	1400 дисков	1200 дисков
Затраты с монтажом, руб.	1 750 000,00	1 402 555,00	1 202 190,00
Тип мешалок		SR 4430	SR 4430
Мощность, кВт		4,3	4,3
Количество, ед.		2	4
Затраты на мешалки с аксессуарами и с монтажом, руб.	—	1 716 394,00	3 432 788,00
Тип рециркуляционных насосов		PP 4650	PP 4650
Мощность, кВт		5,5	5,5
Количество, ед.		1	1
Затраты на насосы с аксессуарами и с монтажом, руб.	—	675 000,00	675 000,00
Итого по разделу, руб.	1 750 000,00	3 793 949,00	5 309 978,00
Вторичные отстойники	радиальный	радиальный	радиальный
Диаметр, м	22	24	28
Типовой проект		902-2-347	
Количество, ед.	1	1	1
Рециркулирующие насосы возвратного активного ила	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT
Количество, ед.	1	2	2
Мощность, кВт за ед.	9	9	9
Затраты, руб.	550 000,00	1 050 000,00	1 050 000,00
Итого по разделу, руб.	550 000,00	1 050 000,00	1 050 000,00
Воздуходувное оборудование			
Марка воздуходувки	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO
Количество, ед.	1	1	1
Общая подача, м ³ /час	6 670	5 000	4 170
Потребляемая мощность, кВт	136,5	103	88,2
Затраты на воздуходувное оборудование, руб.	4 380 000,00	4 380 000,00	4 380 000,00
Общие затраты на блок биологической очистки, руб.	6 680 000,00	9 223 949,00	10 739 978,00

Таблица 4

Расчет годовых затрат электроэнергии. Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Тип мешалок	—	SR 4430	SR 4430
Мощность, кВт		4,3	4,3
Количество, ед.		2	4
Годовая мощность на единицу, кВт/год		37 668	37 668
Затраты на электроэнергию на единицу, руб.		66 815,50	66 815,50

Всего, руб	—	133 631,00	267 261,99
Тип рециркуляционных насосов, установленных в азротенке	—	PP 4650	PP 4650
Мощность, кВт		5,5	5,5
Количество, ед.		1	1
Годовая мощность на единицу, кВт/год		48 180	48 180
Затраты на эл.энергию на единицу, руб.		85 461,68	85 461,68
Всего, руб	—	85 461,684	85 461,684
Рециркулирующие насосы возвратного активного ила	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT
Мощность, кВт за ед.	9	9	9
Количество, ед.	1	2	2
Годовая мощность на единицу, кВт/год	78840	78840	78840
Затраты на эл.энергию на единицу, руб.	139 846,39	139 846,39	139 846,39
Всего, руб.	139 846,39	279 692,78	279 692,78
Воздуходувное оборудование	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO
Потребляемая мощность, кВт	136,5	103	88,2
Количество, ед.	1	1	1
Годовая мощность на единицу, кВт/год	1 195 740,00	902 280,00	772 632,00
Затраты на эл.энергию на единицу, руб.	2 121 003,61	1 600 464,26	1 370 494,64
Итого, руб.	2 260 850,00	2 099 249,73	2 002 911,10

Таблица 5

Расчет стоимости текущих затрат. Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Заработная плата в текущих ценах, руб.	528 000,00	528 000,00	528 000,00
Итого, руб.	528 000,00	528 000,00	528 000,00

Таблица 6

Расчет затрат на сервис и техобслуживание С_м. Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Оборудование	полимерная трубчатая аэрация	мембранные дисковые	мембранные дисковые
Количество	778 п.м.	не требуется	не требуется
Затраты (приведена за 1 год), руб.	437 500,00	—	—
Оборудование	—	SR 4430	SR 4430
Затраты на базовый рем. комплект (приведены за 1 год), руб.	—	22 906,52	45 813,04
Оборудование	—	PP 4650	PP 4650
Затраты на базовый рем. комплект (приведены за 1 год), руб.	—	6 674,29	6 674,29
Оборудование	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT
Затраты на базовый рем. комплект (приведены за 1 год), руб.	2 156,25	4 312,50	4 312,50
Трудозатраты (приведены за 1 год), руб.	28 000,00	14 000,00	14 000,00
Итого, руб.	467 656,25	47 893,31	70 799,83

Таблица 7

Затраты на охрану окружающей среды C_{env} . Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Годовые платежи за сброс в водный объект по вариантам в текущих ценах, руб.	656 938,90	490 099,30	175 189,80
Итого, руб.	656 938,90	490 099,30	175 189,80

Таблица 8

Расчет стоимости затрат на простой оборудования. Реконструкция объекта

Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Платежи за сброс в водный объект при форсированном режиме работы сооружений биологической очистки, руб.	185 210,24	0,00	0,00
Итого, руб.	185 210,24	0,00	0,00

Таблица 9

Итоговая таблица LCC. Реконструкция объекта

Исходные данные к расчету LCC			
Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Расчетный период, лет	8	8	8
Процентная ставка, %	16	16	16
Годовой темп инфляции, %	12	12	12
Коэффициент дисконтирования	6,73	6,73	6,73
Капитальные затраты, установка, монтаж	6 680 000,00	9 223 949,00	10 739 978,00
Затраты на электроэнергию за год, руб.	2 260 850,00	2 099 249,73	2 002 911,10
Текущие затраты, руб.	528 000,00	528 000,00	528 000,00
Простой оборудования, руб.	185 210,24	0,00	0,00
Сервис и техобслуживание, руб.	467 656,25	47 893,31	70 799,83
Затраты на окружающую среду, руб.	656 938,90	490 099,30	175 189,80
Сумма годовых затрат, руб.	4 098 655,39	3 165 242,34	2 776 900,73
Ежегодные затраты, руб.	27 583 950,80	21 302 080,93	18 688 541,93
Результат расчета LCC			
Полные затраты жизненного цикла блока биологической очистки LCC, руб.	34 263 950,80	30 526 029,93	29 428 519,93
Слагаемые LCC:			
Затраты на электроэнергию (C_e)	15 215 520,53	14 127 950,67	13 479 591,72
Затраты на простой оборудования (C_s)	1 246 464,92	0,00	0,00
Затраты на сервис и техобслуживание (C_m)	3 147 326,56	322 321,97	476 482,85
Затраты на окружающую среду (C_{env})	4 421 198,80	3 298 368,29	1 179 027,35
Текущие затраты (C_o)	3 553 440,00	3 553 440,00	3 553 440,00
Капитальные затраты, а также затраты на установку и монтаж ($C_{ic} + C_m$)	6 680 000,00	9 223 949,00	10 739 978,00

Таблица 10

Расчет стоимости капитальных затрат на установку и монтаж ($C_{ic} + C_{in}$). Новое строительство объекта

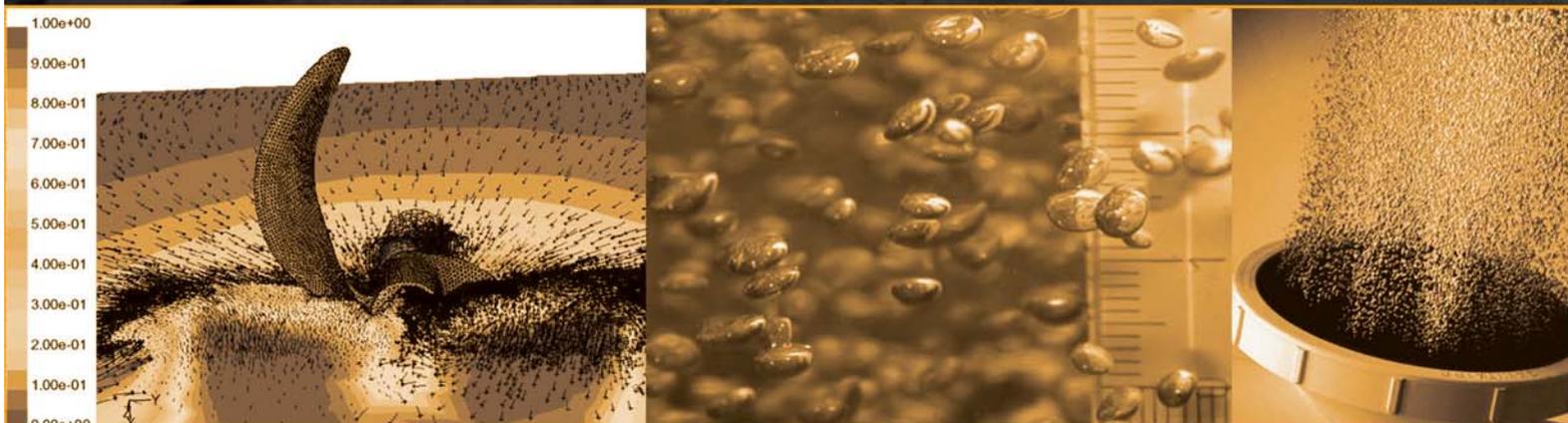
Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Аэротенк			
Затраты на СМР, руб.	12 000 000,00	16 428 000,00	22 500 000,00
Затраты на доп. потоконаправляющие стенки, руб.	-----	821 400,00	2 250 000,00
Система пневматической мелкопузырчатой аэрации	полимерная трубчатая	мембранные дисковые	мембранные дисковые
Количество	778 п.м.	1 400 дисков	1 200 дисков
Затраты на систему и монтаж, руб.	1 750 000,	1 402 555,00	1 202 190,00
Тип мешалок		SR 4430	SR 4430
Мощность, кВт		4,3	4,3
Количество		2	4
Затраты на мешалки с аксессуарами и с монтажом, руб.	-----	1 716 394,00	3 432 788,00
Тип рециркуляционных насосов		PP 4650	PP 4650
Мощность, кВт		5,5	5,5
Количество		1	1
Затраты на насосы с аксессуарами и с монтажом, руб.	-----	675 000,00	675 000,00
Итого по разделу, руб.	1 750 000,00	3 793 949,00	5 309 978,00
Вторичные отстойники	радиальный	радиальный	радиальный
Диаметр, м	22	24	28
Типовой проект		902-2-347	
Количество	1	1	1
Затраты на вторичный отстойник в комплектации с современными скребковыми механизмами, руб.	4 347 750,00	4 743 000,00	5 533 500,00
Рециркулирующие насосы возвратного активного ила	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT	NP 3153.181 LT
Количество	1	2	2
Мощность, кВт за ед.	9	9	9
Затраты, руб.	550 000,00	1 050 000,00	1 050 000,00
Итого по разделу, руб.	550 000,00	1 050 000,00	1 050 000,00
Воздуходувное оборудование			
Марка воздуходувки	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO	Siemens STC-GO
Количество	1	1	1
Общая подача, м ³ /час	6 670	5 000	4 170
Потребляемая мощность, кВт	136,5	103	88,2
Затраты на воздуходувное оборудование, руб.	4 380 000,00	4 380 000,00	4 380 000,00
Общие затраты на блок биологической очистки, руб.	23 027 750,00	31 216 349,00	41 023 478,00

Итоговая таблица LCC. Новое строительство объекта

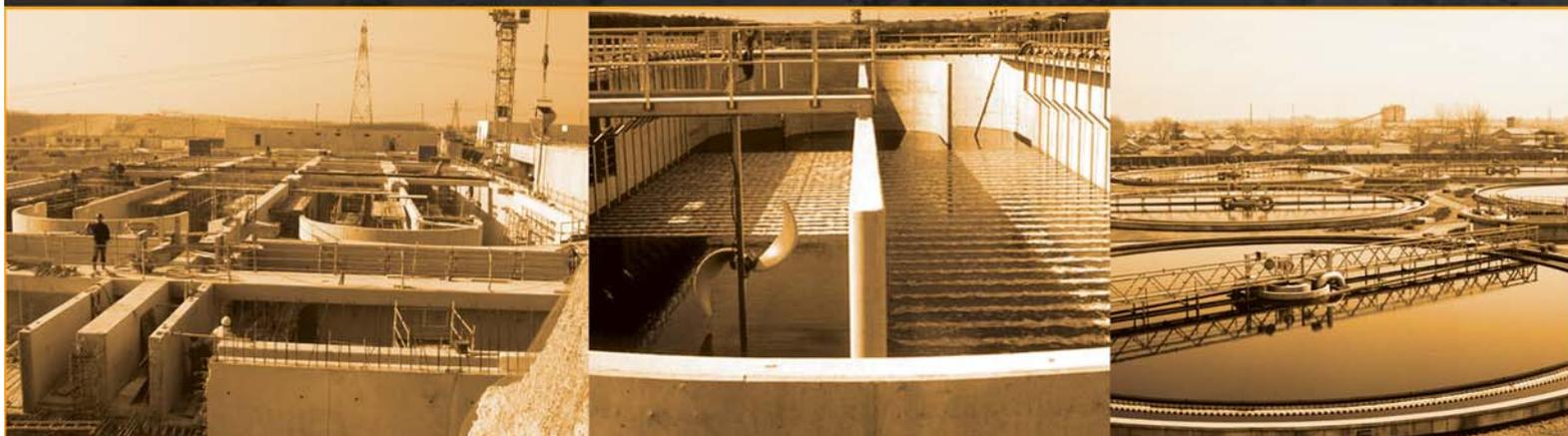
Исходные данные к расчету LCC			
Показатели	Стандартный	С удалением азота	С удалением азота и фосфора
Расчетный период, лет	8	8	8
Процентная ставка, %	16	16	16
Годовой темп инфляции, %	12	12	12
Коэффициент дисконтирования	6,73	6,73	6,73
Капитальные затраты, установка, монтаж, руб.	23 027 750,00	31 216 349,00	41 023 478,00
Затраты на электроэнергию за год, руб.	2 260 850,00	2 099 249,73	2 002 911,10
Текущие затраты, руб.	528 000,00	528 000,00	528 000,00
Простой оборудования, руб.	185 210,24	0,00	0,00
Сервис и техобслуживание, руб.	467 656,25	47 893,31	70 799,83
Затраты на окружающую среду, руб.	656 938,90	490 099,30	175 189,80
Сумма годовых затрат, руб.	4 098 655,39	3 165 242,34	2 776 900,73
Ежегодные затраты, руб.	27 583 950,80	21 302 080,93	18 688 541,93
Результат расчета LCC			
Полные затраты жизненного цикла блока биологической очистки LCC, руб.	50 611 700,80	52 518 429,93	59 712 019,93
Слагаемые LCC			
Затраты на электроэнергию (C_e)	15 215 520,53	14 127 950,67	13 479 591,72
Затраты на простой оборудования (C_s)	1 246 464,92	0,00	0,00
Затраты на сервис и техобслуживание (C_m)	3 147 326,56	322 321,97	476 482,85
Затраты на окружающую среду (C_{env})	4 421 198,80	3 298 368,29	1 179 027,35
Текущие затраты (C_o)	3 553 440,00	3 553 440,00	3 553 440,00
Капитальные затраты, а также затраты на установку и монтаж ($C_{ic}+C_{in}$)	23 027 750,00	31 216 349,00	41 023 478,00

ЛИТЕРАТУРА:

1. Составление технико-экономической части проектов внеплощадочных систем водоснабжения и канализации (Справочное пособие к СНиП). — М., Союзводоканалпроект, Стройиздат, 1991.
2. В.И. Баженов, С.Е. Березин, Н.Н. Зубовская, Экономический анализ насосных систем на базе показателя затраты жизненного цикла. Журнал руководителя и главного бухгалтера ЖКХ, №5, 2006.
3. Pumps Life Cycle Cost: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems. Copyright 2001, by Hydraulic Institute and Europump. Printed in USA.
4. Справочник проектировщика «Канализация населенных мест и промышленных предприятий». Под редакцией В.Н. Самохина. — М., Стройиздат, 1981.
5. Министерство природных ресурсов РФ. Приказ от 17.12.2007 №333 «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей.»
6. ПП РФ от 12.06.2003 №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».
7. Рекомендации по расчету сравнительной экономической эффективности научно-исследовательских разработок в области очистки сточных вод и обработки осадков. — М., 1984.
8. Постановление РЭК Москвы от 19.12.2007 № 86. Приложение 1.
9. Марголина Е.В.. Обоснование экономической эффективности инвестиционных проектов. Учебное пособие. Московский Государственный университет природообустройства. — М., 2002.
10. ПП РФ от 01.07.2005 №410 «О внесении изменений в приложение № 1 к ПП РФ от 12.06.2003 № 344»



Анализ
Математическое моделирование
Базовый инжиниринг
Проектирование очистных сооружений



ЗАО «Водоснабжение и водоотведение»,
дистрибьютор и изготовитель автоматики
для ITT Water & Waste Water в России.
тел.: (495) 641 00 41; факс: (495) 641 00 40;
e-mail: info@pump.ru; WEB: www.pump.ru.

ECOTECH

16-18 сентября 2009
Алматы, Казахстан

5-я ЮБИЛЕЙНАЯ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭКОТЕХНОЛОГИИ И ЭКОУСЛУГИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МУНИЦИПАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА



www.ecotech.kz



ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СБОРА, УТИЛИЗАЦИИ, ПЕРЕРАБОТКИ И РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ, ВОДООЧИСТКИ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, РЕЦИКЛИНГА, ОЧИСТКИ ГАЗОВ И ВОЗДУХА, ПОЧВЫ; ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНСАЛТИНГ; РАЗРАБОТКИ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Поддержка:



Министерство охраны окружающей среды РК



Акимат города Алматы



Торгово-промышленная палата РК

Официальные партнеры:



Казахстанская ассоциация природопользователей для устойчивого развития.



Республиканский научно-исследовательский Центр охраны атмосферного воздуха

Организаторы:



Тел.: + 7 727 258 34 34,
Факс: + 7 727 258 34 44
E-mail: ecotech@itesca.kz
Менеджер проекта - Олеся Сомкина

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ПАРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ С ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ТИПА ПТВМ-180



А.Н. Полевич

А.Н. Полевич, к. т. н.,
Т. Д. Модестова, инж.,
ОАО «ВТИ»

В ОАО «ВТИ» завершен первый этап стендовых исследований метода парохимической очистки (ПХО) эксплуатационных отложений с внутренних поверхностей нагрева котельных труб [1].



В ОАО «ВТИ» завершен первый этап стендовых исследований метода парохимической очистки (ПХО) эксплуатационных отложений с внутренних поверхностей нагрева котельных труб [1].

Метод ПХО основан на одновременном воздействии на эксплуатационные отложения паровой и химической сред (ПХС). Основным химическим реагентом в паровой среде применяется двухзамещенная натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, именуемая трилоном Б.

Выбор трилона Б в качестве основного компонента парохимической среды определен следующими факторами [2]:

- высокой скоростью протекания процесса комплексообразования;
- устойчивостью образующихся комплексонатов;
- отсутствием явления повторного выпадения комплексонатов на поверхностях нагрева при снижении температуры парохимической среды по тракту очистки;
- рН получаемой парохимической среды на входе в контур очистки 5,0–5,5, что является оптимальным для удаления эксплуатационных отложений, состоящих в основном из железооксидных соединений;
- рН парохимической среды за контуром очистки 7,5–8,5.

На основании данных стендовых исследований вводятся следующие критерии метода ПХО:

- удельное содержание трилона Б ($\Delta_{\text{тр.Б}}$) — количество трилона Б в граммах, находящегося в 1 килограмме парохимической среды;
- удельная очищающая способность парохимической среды ($\Delta_{\text{ПХС}}$) — количество железооксидных отложений в граммах, удаляемых 1 килограммом ПХС;
- коэффициент соотношения расхода трилона Б и удаленных железооксидных отложений (k) — количество трилона Б в граммах расходуемого на удаление 1 г железооксидных отложений.

Выводы из результатов стендовых исследований:

- при прохождении парохимической среды через образец длиной 100 мм успевает прореагировать как минимум 30 % трилона Б, что подтверждает

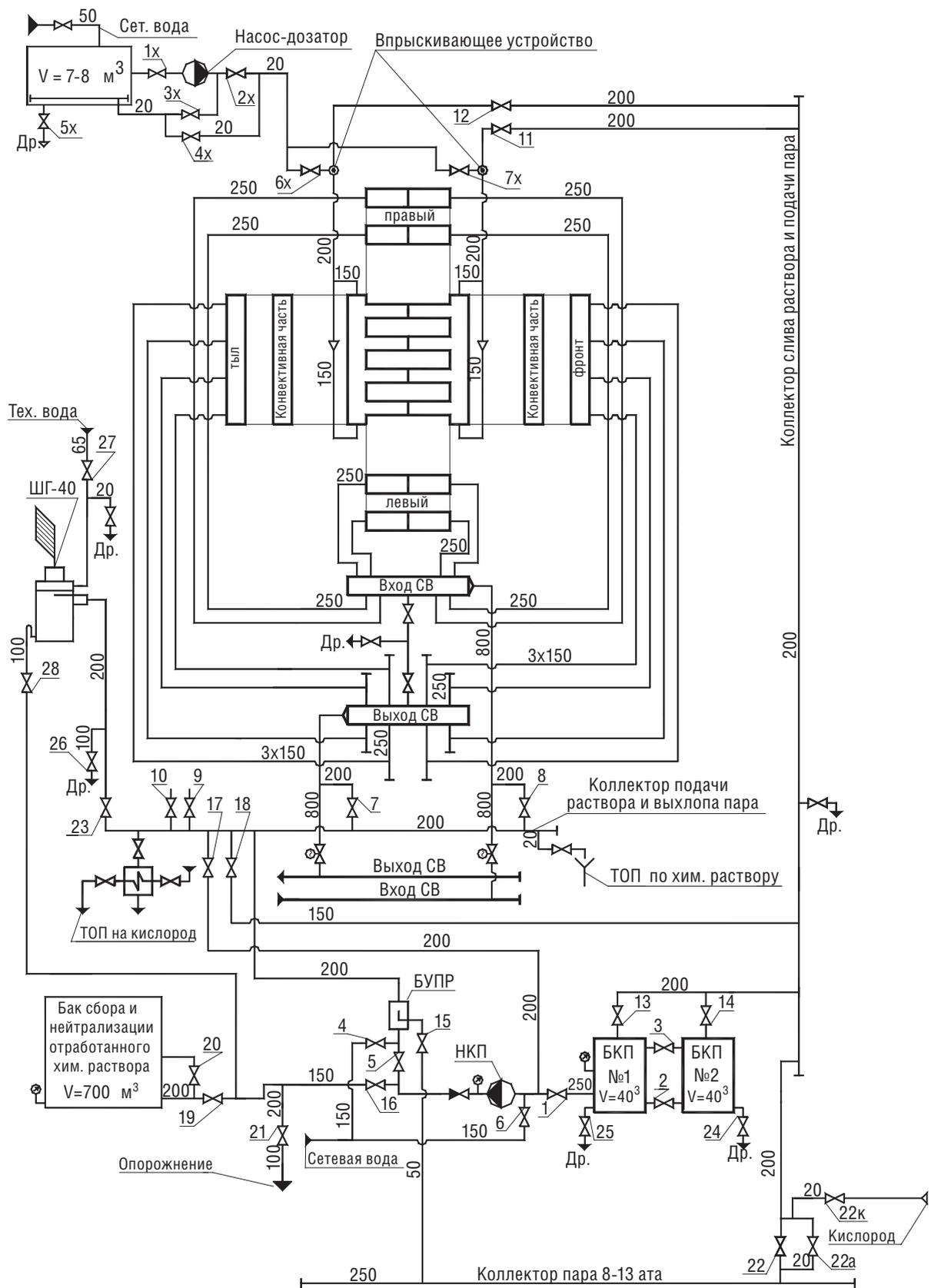


Рис. 1
 Схема эксплуатационной комбинированной парохимической очистки внутренних поверхностей нагрева водогрейного котла типа ПТВМ-180

высокую скорость комплексообразования железоксидных отложений парохимическим раствором на основе трилона Б;

- очищающая способность парохимической среды достигает 1059,3 (г/м²·ч), при лучшем показателе в воднохимической среде не более 50 (г/м²·ч).
- при температуре парохимической среды 216 °С и концентрации трилона Б в паре равной 4,76 г/кг, коррозионные потери Ст. 20 с чистой поверхности образца составляют 600 (г/м²·ч);
- для защиты очищенных поверхностей котельных труб от воздействия парохимической среды необходим высокотемпературный ингибитор коррозии;
- разработанные критерии позволяют выполнять расчеты по практическому применению метода ПХО для очистки эксплуатационных отложений водогрейных котлов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПАРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ВОДОГРЕЙНОМ КОТЛЕ ПТВМ-180

Учитывая высокие коррозионные потери, метод ПХО используется в практических целях только как один из этапов комбинированного метода очистки.

Комбинированный метод очистки, внедренный на водогрейных котлах ТЭЦ-1 ОАО «Норильско-Таймырская энергетическая компания», состоит из следующих последовательных технологических этапов:

- пароконденсатное удаление рыхлых отложений и шламовых скоплений;
- парохимическая очистка неравномерно скапливающихся эксплуатационных отложений в конвективной части;
- водно-химическая очистка методом «вялой» циркуляции 2–3 % раствора «Дескалер 30» в 2 этапа;
- паровая нейтрализация кислотных остатков;
- парокислородная пассивация очищенных поверхностей нагрева.

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ КОНТРОЛЬ КОРРОЗИОННЫХ ПОТЕРЬ КОТЕЛЬНОЙ СТАЛИ ПРИ ПХО:

- толщинометрия входных участков верхних коллекторов конвективных пакетов до и после ПХО;
- установка индикаторов коррозионных потерь на входных участках верхних коллекторов конвективных пакетов.

СХЕМА ПХО ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-180

В схему ПХО эксплуатационных отложений с внутренних поверхностей нагрева конвективной части водогрей-

ного котла ПТВМ-180 входит следующее оборудование и трубопроводы (Рис. 1):

- бак приготовления и дозирования водно-химического раствора трилона Б;
- насос-дозатор (НД) типа «К»;
- трубопроводы Ду20 с запорной арматурой подвода водно-химического раствора трилона Б от БХР на всос НД и подачи в узлы впрыска;
- линия Ду20 рециркуляции насосов-дозаторов;
- линия Ду20 парового подогрева водного раствора трилона Б;
- трубопровод Ду50 заполнения БХР сетевой водой;
- линия Ду20 опорожнения БХР;
- узел впрыска водного раствора трилона Б в паропровод;
- конвективные поверхности нагрева;
- шумоглушитель-сепаратор;
- трубопровод Ду65 подвода тех.воды на впрыск в шумоглушитель-сепаратор;
- трубопровод Ду100 слива из шумоглушителя-сепаратора конденсата отработанной паро-химической среды через гидрозатвор.

Результаты практического внедрения метода ПХО как одной из составляющих комбинированного метода очистки следующие:

- концентрация трилона в парохимической среде на входе в контур очистки, 5,6÷7,8 г/кг;
- концентрация растворенного железа в конденсате парохимической среды за котлом, 2,3÷3,6 г/кг;
- рН конденсата отработанной паро-химической среды, 7,65÷8,2;
- концентрация трилона Б в конденсате отработанной парохимической среды, отсутствие;
- скорость коррозионных потерь по индикаторам из Ст. 3, 529÷563 (г/м²·ч);
- утонение входных участков верхних коллекторов конвективной части котла 273х12, 0,4÷0,5 мм.

Выводы из результатов практического внедрения метода ПХО на водогрейном котле типа ПТВМ-180:

- результаты практического внедрения метода ПХО как этапа комбинированного метода очистки полностью согласуются с результатами стендовых исследований;
- удельный расход трилона Б на удаление эксплуатационных отложений, состоящих на 85 % из железоксидных соединений, в 3,15 раз меньше, чем удельный расход «Дескалер 30».

РАСЧЕТЫ ПАРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ КОНВЕКТИВНОЙ ЧАСТИ КОТЛА

Таблица 1

1. Расчет расхода трилона Б

№	Наименование	Условное обознач.	Размерность	Формула, источник	Величина
1	Диаметр паропровода 13 ата пиковой котельной	d	м	Проект	Ду200
2	Давление пара	P	МПа	Проект	1,0
3	Температура пара	T	°C	Проект	200
4	Расход пара	g	т/час	Номограмма	30
5	Поверхность очистки	F	м ²	Констр. данные	5500
6	Удельная загрязненность	Δ_m	г/м ²	Принимаем	300
7	Масса удаляемых отложений	M	кг	Расчет	1650
8	Доля оксидов железа в эксплуатационных отложениях	k	%	Результаты анализов	85
9	Расход трилона Б на удаление железоксидных отложений	Δ	кг/кг	[1]	2,8
10	Суммарный расход трилона Б	G	кг	$G=M \cdot k \cdot \Delta$	3927

Таблица 2

2. Расчет концентрации раствора трилона Б, длительности ПХО и коррозионных потерь

№	Наименование	Условное обозначение	Размерность	Формула, источник	Величина
1	Часовой расход пара	g	кг	Таблица 5	30 000
2	Соотношение расхода пара к дозируемому раствору трилона Б	k	кг/кг	Экспериментальные данные	30
3	Расход раствора трилона Б (производительность насоса-дозатора)	$g_{тр.Б}$	л/час	Расчет	1000
4	Температура раствора	t	°C	Принимаем	80
5	Концентр. трилона Б в растворе	c	г/кг	Принимаем	200
6	Часовой расход трилона Б	m	кг/час	Расчет	200
7	Показатель удельного содержания трилона Б в паре	$\Delta_{тр.Б}$	кг/т	Расчет	6,7
8	Показатель удельной очищающей способности парохимической среды	$\Delta_{пхс}$	кг/т	Расчет	2,4
9	Часовая очищающая способность	m	кг	Расчет	72
10	Длительность очистки	τ	час	Расчет	24
11	Количество контуров	n	-	Проект	4
12	Длительность очистки одного контура	τ_1		Расчет	6
13	Скорость коррозионных потерь	ω_k	г/м ² ·ч	Экспериментальные данные	600
14	Утонение входных коллекторов	δ	мм	Расчет	0,46

Таблица 3

Технико-экономическое сравнение методов воднохимической и паро-химической очистки эксплуатационных отложений с внутренних поверхностей нагрева водогрейного котла типа ПТВМ-180

Водно-химический метод очистки с использованием реагента Дескалер 30				Парохимический метод очистки с использованием реагента Трилон Б.			
Наименование	Размерность	Источник, расчетная формула	Величина	Наименование	Размерность	Источник, расчетная формула	Величина
Поверхность чистки, (S)	м ²	Проект	6000	Поверхность очистки	м ²	Проект	6000
Удельная загрязненность, (q)	г/м ²	Принимаем	300	Удельная загрязненность, (q)	г/м ²	Принимаем	300
Масса удаляемых отложений, (M).	кг	$m = q \cdot t \cdot 10^{-3}$	1800	Масса удаляемых отложений, (M).	кг	$m = q \cdot t \cdot 10^{-6}$	1800
Объем контура очистки, (V).	м ³	Практич. данные	100	Часовой расход пара, (d)	т/ч	Практич. данные	30
Количество этапов очистки, n	-	- / —	1	Количество этапов очистки	-	- / —	1
Исходная концентрация хим. реагента в растворе, с.	кг/м ³	- / -	100,0	Исходная концентрация хим. реагента в паре, с.	кг/т	- / -	6,7
Общая концентрация растворенных отложений, (C).	кг/м ³	- / -	16,7	Общая концентрация растворенных отложений, (C).	кг/т	- / -	3,5
Количество удаляемых отложений за 1 этап, (m).	кг	$m = V \cdot C$	1670	Количество удаляемых отложений за 1 час, (m).	кг/ч	$m = d \cdot C$	105
Длительность очистки, (τ).	ч	Практические данные	8	Длительность очистки, (τ).	ч	$\tau = M/m$	17
Расход сетевой воды, (G).	м ³	$G = V \cdot n$	100	Расход пара, (D).	т	$D = \tau \cdot d$	510
Расход хим. реагента, (M _p)	кг	$M_p = c \cdot G$	10000	Расход хим.реагента, (M _p)	кг	$M_p = c \cdot D$	3417
Соотношение расхода хим. реагента к количеству удаленных отложений, K.	кг/кг	$K = M_p/M$	6/1	Соотношение расхода химреагента к количеству удаленных отложений, K.	кг/кг	$K = M_p/M$	1,9/1

ЛИТЕРАТУРА:

1. Федосеев Б.С., Полевич А.Н., Модестова Т. Д., Зезюля Т.В. Результаты стендовых исследований метода парохимической очистки эксплуатационных отложений с внутренних поверхностей нагрева котельных труб. «Энергетик». № 2, 2008 г.
2. Маргулова Т.Х. «Применение комплексонов в теплоэнергетике». Москва. Энергоатомиздат, 1986 г.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

О ВОДОСНАБЖЕНИИ БАТАЙСКА (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ) РАССКАЖЕТ ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА

Электронная карта водно-канализационного хозяйства создана в Батайске. Об этом рассказали в пресс-службе ОАО ПО «Водоканал». За основу взят обычный электронный план города, на который нанесено расположение коммунальных сетей и их характеристики, в том числе и данные о нагрузках на узлы.

«Разработанные нашими специалистами компьютерные программы дали возможность на основе этой схемы создать гидравлическую модель батайского водопровода. Посредством моделирования были выяснены и указаны все имеющиеся «узкие места», разработаны мероприятия по оптимизации водоснабжения путем внесения изменений в схему питающей сети, определен ряд участков, требующих перекладки для повышения надежности водоснабжения. Это благоприятно сказалось на качестве водоснабжения в городе», – рассказал главный инженер дирекции по оптимизации гидравлических режимов Илья Рождов.

Помимо имеющихся данных, в карту заложен и перспективный план развития системы ВКХ Батайска. Как уточнили в пресс-службе, подобная технология уже успешно применяется в нескольких районах Ростова-на-Дону. Это позволяет отследить потери воды и незаконные подключения к сетям, а в дальнейшем и повысить качество водоснабжения горожан.

К ПРОБЛЕМЕ ПОИСКА ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ВОДОПОДГОТОВКИ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ЖКХ



Бахир В.М., докт. техн. наук, профессор
ЗАО «Институт Электрохимических Систем и Технологий»

На страницах журнала «Промышленная безопасность» в 2007 году напечатаны статьи, посвященные определению рациональных путей повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ [1, 2]. По сути — это программные документы, которые могут быть восприняты как рекомендации по развитию технологий и техники обеззараживания и очистки воды в России.



Самым важным в этих статьях является сделанный на основе анализа существующих в мире технологий обеззараживания воды и промышленно-бытовых сточных вод вывод о том, что использование на водоочистных сооружениях озонаторов или установок для ультрафиолетового облучения воды обязательно должно сочетаться с хлорированием, обеспечивающим длительное воздействие обеззараживающего агента [1]. Не менее важным и обоснованным решением является отказ от применения в качестве единственного биоцидного средства диоксида хлора, произведенного с использованием хлорита натрия. Можно с уверенностью сказать, что эти два важных вывода, будучи реализованными, долгие годы будут служить во благо людей и позволят сэкономить огромные средства как в системе ЖКХ, так и в системе здравоохранения нашей страны.

Однако некоторые положения и выводы, изложенные в упомянутых статьях и посвященные развитию собственно техники получения и технологии применения хлорсодержащих реагентов, недостаточно прочно опираются на фундамент накопленных за многие десятилетия химических знаний, в том числе в области применения жидкого (газообразного) хлора и гипохлорита натрия для дезинфекции воды и, к сожалению, сформулированы без учета информации о новых, быстро развивающихся технических средствах и технологиях.

Остановимся на некоторых аспектах рассматриваемых вопросов, которые предлагаем условно разделить на технические и концептуальные. Технические являются менее важными, поэтому обратимся к ним вначале. В статье [2] описан рекомендуемый к практическому внедрению процесс производства и применения низкоконтрированного (0,6–0,9 %) раствора гипохлорита натрия, который заключается в приготовлении исходного раствора поваренной соли концентрацией 3–4 % на умягченной воде, обработке этого раствора в проточном электрохимическом реакторе с последующей подачей раствора гипохлорита в накопительную емкость, из которой дозировочным насосом раствор гипохлорита вводят в обеззараживаемую воду. В соответствии с технологической схемой процесса вода, которая используется для растворения соли и получения концентрированного раствора хлорида натрия, а также вода для его разбавления перед подачей в электрохимический реактор, подвергается умяг-

чению в ионообменном фильтре. Стадия умягчения воды в данной схеме является излишней, поскольку обычная поваренная соль (и даже специально очищенная таблетированная соль) всегда содержит примеси в виде солей кальция, магния, железа, сводящие на нет качество предварительно умягченной воды. Практическое использование предложенной схемы неизбежно приведет к достаточно большому и совершенно нерациональному расходу соли на регенерацию ионообменных фильтров. Но даже без учета этих затрат соли для работы одного реактора производительностью 45 кг/ч активного хлора (в эквиваленте) необходимо около 160 кг соли в час, растворенных в 5 кубометрах воды при затрате электроэнергии порядка 250 кВт. Для сравнения, производство такого же количества хлора (или гипохлорита натрия) промышленным способом требует не более 90 кг соли и около 130 кВт электроэнергии при десятикратной экономии воды. Для получения гипохлорита натрия в промышленных условиях вначале проводят электролиз концентрированного раствора хлорида натрия, продуктами которого являются газообразный хлор и раствор каустической соды, затем осуществляют барботаж газообразного хлора через раствор каустической соды при постоянном охлаждении реактора, после чего производят отделение избыточного количества хлорида натрия от раствора гипохлорита. Полученный промышленным способом концентрированный раствор гипохлорита натрия с концентрацией активного хлора от 120 до 190 г/л называют «химическим». В локальных электрохимических установках с бездиафрагменными реакторами осуществляют электролиз менее концентрированного солевого раствора (30–40 г/л), получая в итоге подщелоченный раствор гипохлорита в соленой воде при значительном (в сравнении с промышленной

технологией) перерасходе соли и электроэнергии. Такой способ получения раствора гипохлорита, а также сам раствор называют «электрохимическим». На самом деле более важным, чем способ получения, для технологии обеззараживания воды является химический состав гипохлоритного раствора: концентрация в растворе собственно гипохлорита натрия, хлорида натрия и гидроксида натрия. Эти три показателя крайне редко, экстремально редко приводятся все вместе, поскольку производители гипохлорита не стремятся афишировать излишнее подщелачивание воды с одновременным излишним ее подщелачиванием, что обязательно (в большей или меньшей степени) сопровождается применением растворов гипохлорита для обеззараживания воды.

Рассматривая далее схему производства низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия следует отметить, что газ, удаляемый при помощи вентилятора из емкости с готовым раствором гипохлорита, вовсе не является чистым водородом, но, напротив, взрывоопасной смесью водорода, хлора и кислорода. Объяснение простое: пузырьки водорода, образующиеся на катоде, перемещаясь и всплывая в толще раствора, захватывают растворенные и не успевшие раствориться молекулярный хлор и кислород, которые выделяются на аноде. Можно легко убедиться в этом без помощи химических анализов газового состава. Достаточно поднести пламя зажигалки к любому работающему бездиафрагменному реактору, например, реактору миниатюрной установки медицинского назначения ЭДО-4 ([3]) для получения низкоконцентрированного раствора гипохлорита натрия. Резкий треск и хлопки при горении выделяющегося электролизного газа совсем не похожи на ровное и спокойное горение чистого водорода, который выходит, например, из катодной камеры такой же небольшой установки медицинского назначения типа СТЭЛ [4], снабженной диафрагменным реактором.

Таким образом, пространство над емкостью для сбора готового раствора гипохлорита во время работы на самом деле заполнено не водородом, а взрывоопасной газовой смесью и только действительно мощная вентиляция может удалить из емкости и рассеять в атмосфере те 20–30 кубометров электролизных газов, которые образуются каждый час при работе единичного бездиафрагменного реактора, описанного в статье [2]. Рассеивание в атмосфере водорода и кислорода не приводит к каким-либо вредным последствиям и разрешено во всех странах, чего нельзя сказать о третьей составляющей газовой фазы — хлоре.

Переходя к концептуальным аспектам рассматриваемых статей, отметим, что общие представления авторов о сравнительной эффективности реагентов для хлорирования воды, среди которых наилучшим они считают гипохлорит натрия, противоречат данным, накопленным как наукой, так и практикой.

Общеизвестным является, что гипохлорит натрия обладает несравненно меньшей бактерицидной активностью, нежели хлорноватистая кислота [5–11]. Одной из

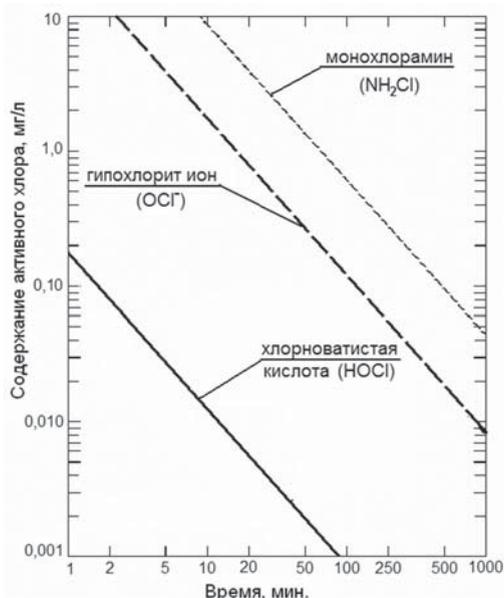


Рис.1 Сравнительная антимикробная активность растворов хлорноватистой кислоты, гипохлорита натрия и хлорамина на примере уничтожения 99 % E. coli в воде при температуре +2–6°C [5]

ярких иллюстраций этого факта является приведенная на рис. 1 диаграмма, заимствованная из [5]. Из приведенных на диаграмме данных ясно видно, что для достижения одинакового эффекта обеззараживания питьевой воды хлорноватистой кислотой, гипохлоритом натрия и хлорамином при одной и той же концентрации активного хлора, например, 0,1 мг/л, упомянутым реагентам требуется время менее 2 минут, более 100 минут и около 500 минут соответственно.

Подобную информацию можно найти не только в серьезных монографиях, но даже в руководствах по уходу за водой плавательного бассейна. Например, ниже приведена цитата из помещенного на сайте www.markopoolchem.com руководства по применению хлоркислородных соединений для обеззараживания воды: «В отличие от хлора, гипохлориты имеют щелочной характер и могут применяться для повышения уровня pH обрабатываемой воды. С изменением pH обрабатываемой воды меняются соотношения между хлорноватистой кислотой и ионами гипохлорита. С возрастанием pH хлорноватистая кислота распадается на ионы H^+ и ClO^- . Так, например, при pH = 6 доля $HClO$ составляет 97 %, а доля гипохлоритных ионов 3 %. При pH = 7 доля $HClO$ составляет 78 %, а гипохлорита — 22 %, при pH = 8 доля $HClO$ — 24 %, гипохлорита — 76 %. Таким образом, при высоких значениях pH в воде $HClO$ превращается в неактивный гипохлорит-ион».

Это упомянутое в цитате известное соотношение между формами соединений хлора в воде в зависимости от величины pH показано на рис. 2.

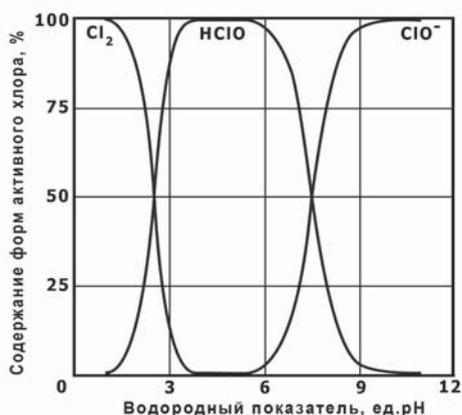


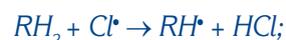
Рис. 2. Соотношение содержания форм соединений хлора в воде в зависимости от значения pH

При значениях pH, близких к нейтральному, концентрации $HClO$ и гипохлорит-анионов ClO^- приблизительно равны. Наивысшая бактерицидная активность кислородных соединений хлора проявляется в диапазоне pH от 7,0 до 7,5, где концентрации гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты сопоставимы. Объясняется данный факт тем, что указанные соединения, являясь сопряженными кислотой и основанием ($HClO + H_2O \rightarrow H_3O^+ + ClO^-$; $ClO^- + H_2O \rightarrow HClO + OH^-$), образуют в указанном диапазоне pH метастабильную систему, способную генерировать

ряд соединений и частиц, обладающих гораздо большим антимикробным действием, нежели хлорноватистая кислота: 1O_2 — синглетный молекулярный кислород; ClO^\bullet — гипохлорит-радикал; Cl^\bullet — хлор-радикал (атомарный хлор); O^\bullet — атомарный кислород; OH^\bullet — радикал гидроксила. Катализаторами реакций с участием хлоркислородных соединений являются ионы H^+ и OH^- , существующие в воде также приблизительно в равном количестве при значениях pH, близких к нейтральному [8].

Исследованиями последних десятилетий установлено, что все высшие многоклеточные организмы, включая человека, синтезируют в особых клеточных структурах (микросомы гепатоцитов, эндоплазматический ретикулум фагоцитов) хлорноватистую кислоту и высокоактивные метастабильные хлоркислородные и гидропероксидные соединения (метастабильную смесь оксидантов) для борьбы с микроорганизмами и чужеродными субстанциями [3, 12, 13]. Этот механизм антибактериальной защиты, созданный Природой, функционирует во внутренней среде организма животных и человека на протяжении миллионов лет без каких-либо сбоев.

Образующиеся радикалы, атомарный кислород принимают участие в уничтожении микроорганизмов, взаимодействуя с биополимерами в их структуре, способными к окислению, например, в соответствии с реакциями:



Метастабильная смесь соединений, образующаяся в процессе фагоцитоза, является весьма эффективным средством уничтожения микроорганизмов, поскольку обладает множеством спонтанно реализующихся возможностей изменения (необратимого нарушения) жизненно важных функций биополимеров микроорганизма на уровне реакций передачи электронов. Метастабильные частицы с различными значениями электрохимического потенциала обладают универсальным спектром действия, т.е. способны оказывать повреждающее действие на все крупные систематические группы микроорганизмов (бактерии, микобактерии, вирусы, грибы, споры), не причиняя вреда клеткам тканей человека и других высших организмов, т.е. соматическим клеткам в составе многоклеточной системы.

Это обусловлено принципиальными отличиями в строении и условиях жизни клеток этих форм жизни. Клетки высших организмов в процессе жизнедеятельности, например, в оксигеназных реакциях функционирования цитохрома P-450, во время фагоцитоза при адгезии и обездвиживании микробных клеток продуцируют и используют целый ряд высокоактивных оксидантов. Эти клетки обладают мощной химической системой антиоксидантной защиты, предотвращающей токсическое воздействие подобных веществ на жизненно важные клеточные структуры. Антиоксидантные свойства соматических

клеток связаны с наличием мощной трехслойной липопротеидной оболочки, которая содержит обладающие электрон-донорными свойствами диеновые конъюгаты ($-C=C-$) и сульфгидрильные группы (SH). Микроорганизмы не имеют мощных систем антиоксидантной защиты с участием указанных химических групп.

Из вышеизложенного понятно, что Природа избрала хлор защитником внутренней среды организма человека. Человеку, если он считает себя защитником Природы, вероятно, следует постараться найти оптимальный путь применения этого апробированного инструмента для обеспечения безопасности окружающего его мира, в том числе мира воды. При этом нужно понимать, что простота перехода одних форм хлора в другие в зависимости от pH воды (рис. 2), положенная в основу неверных представлений [1, 2] о большей эффективности гипохлорита в сравнении с хлором, является кажущейся, а поиск оптимального пути требует очень вдумчивого изучения и анализа. Например, изучая зависимости, приведенные на рис. 2, легко предположить, что если в большой объем воды с pH = 7 ввести малый объем хлорной воды с pH = 2,5 или малый объем гипохлоритного раствора с pH = 12, то pH большого объема воды останется неизменным после перемешивания и равным семи, и что в обоих случаях действующие вещества будут идентичными и соответствовать pH воды. На самом деле все не так просто, хотя первая часть предположения о том, что pH воды не изменится от добавления малых объемов хлорной воды или раствора гипохлорита, верна. Наилучшим образом о подобной ситуации, равно как и о некоторых других вопросах, затронутых в этой статье, сказал А. Эйнштейн: *«Кто бы мог подумать, что мы будем так много знать и так мало понимать...»*.

Кривые на рис. 2, полученные различными авторами, всегда строились для условий, при которых скорость установления равновесия преимущественно определяется законом действующих масс. Концентрация соединений хлора в растворах при подобных исследованиях всегда в сотни и тысячи раз больше, чем в питьевой воде, поэтому практически полное химическое равновесие после изменения pH устанавливается в течение времени от нескольких минут до нескольких десятков минут, после чего и производятся замеры концентраций веществ.

Для сверхразбавленных растворов активного хлора, к которым относится питьевая вода, равновесие устанавливается в течение от нескольких часов до нескольких десятков часов, поскольку в таких системах скорость процессов в большей степени определяется принципом Лешателье. Применительно к превращениям форм хлора в воде этот принцип выглядит следующим образом. Когда в большой объем воды с pH = 7 вводят малую порцию хлорной воды с pH = 2,5–3,0, то вода этого практически «не замечает», и ее pH после перемешивания остается равным 7. Однако растворенный хлор и хлорноватистая кислота весьма чувствительны к происходящим переменам и всеми силами стремятся противодействовать повышению pH. Им остается только одно: препятство-

вать собственному превращению в гипохлоритный ион, отгородившись энергетическим (ионно-гидратным) потенциальным барьером, который сохраняет их длительное время в виде недиссоциированной хлорноватистой кислоты. Данная ситуация относится к области кинетики химических реакций и мы не будем отвлекаться на более подробное пояснение. Безусловно, рано или поздно, все химические превращения, которые необходимы для установления равновесного химического состава, соответствующего внешним и внутренним условиям, наступят. Но дело в том, что наступят они спустя длительное время, т. е. тогда, когда важные для технологии очистки воды реакции, типа уничтожения микроорганизмов, будут завершены. И в данном случае это весьма полезно для практических целей.

Тот же процесс, но в зеркальном отражении, произойдет при вводе малого объема раствора гипохлорита с pH = 12 в большой объем воды с pH = 7, т. е. в случае практического применения технологии, предложенной в статье [2]. Гипохлоритные ионы будут медлить переходить в активную форму хлорноватистой кислоты, несмотря на понизившуюся величину pH, и это промедление будет также исчисляться часами и десятками часов, что, естественно, весьма негативно отразится на качестве обеззараживания воды.

Сразу отметим, что для выполнения квалифицированных лабораторных исследований в этой области нужна соответствующая специальная подготовка персонала и глубокие представления об исследуемых химических процессах. Чтобы убедиться в справедливости изложенного, не прибегая к дорогостоящим исследованиям, лучше всего обратиться к практикам, занимающимся подготовкой воды в больших объемах, а также к уже опубликованным наблюдениям и выводам, полученным в результате независимых исследований или аналитических обобщений.

В качестве примера обращения к практикам приведем еще одну цитату, взятую из упомянутого выше интернет-сайта: *«При использовании вместо газообразного хлора гипохлорита натрия в процессе ввода этого реактива в систему трубопроводов для его разбавления там образуется осадок, состоящий из гидроксида магния и диоксида кремния, забивающий водные каналы»*.

Конечно, можно думать, что одно дело — это вводить гипохлорит в систему трубопроводов плавательного бассейна, а совсем другое — в систему трубопроводов, обеспечивающих город питьевой водой. Однако очевидно, что эти различия кажущиеся: все дело только во времени проявления и масштабах неприятностей.

Недавно опубликовано серьезное научное исследование, в котором наглядно показана и доказана решающая роль хлорид-иона (не активного хлора) в интенсификации коррозионных процессов стенок стальных водоводов [14]. Эта работа очень наглядно демонстрирует, что применение для дезинфекции воды гипохлорита натрия приводит к резкому ускорению коррозии в сравнении с использованием для дезинфекции газообразного хлора.

Можно, конечно, оспаривать в научных дискуссиях опубликованные результаты научных исследований, однако такое обсуждение не будет способствовать уменьшению количества (все учащающихся) аварий городских водоводов, обрабатываемых гипохлоритом.

Еще одно практическое свидетельство справедливости изложенного выше описано в руководстве для врачей-эпидемиологов [9], где указано, что гипохлорит натрия, полученный химическим и электрохимическим путем (неважно, каким) неэффективен против споровых форм микроорганизмов в отличие от электрохимически синтезированного раствора оксидантов — анолита. Этот факт говорит о том, что важным для достижения конечного результата (в данном случае — уничтожение микроорганизмов) является не только формальное применение электрохимически синтезированного раствора, но и, собственно, технология синтеза. Кроме того, чрезвычайно важным является также технология применения, чему, к сожалению, в настоящее время не уделяется практически никакого внимания. Хорошо и давно известно, что гипохлорит натрия не в состоянии обеспечить удаление биопленок с поверхности трубопроводов, поэтому скорость биокоррозии на отдельных, благоприятных для развития микроорганизмов, участках водоводов может намного превышать скорость химической коррозии, что также проявляется и будет проявляться в авариях водоводов.

Вновь обращаясь к примерам, напомним, что процесс образования тригалометанов растянут во времени до нескольких десятков часов, а их количество при прочих равных условиях тем больше, чем выше pH воды. Известно [5], что применение гипохлорита натрия или кальция для дезинфекции воды вместо молекулярного хлора не снижает, а значительно увеличивает вероятность образования тригалометанов. Это обусловлено тем, что малоактивные гипохлорит-ионы не в состоянии быстро окислить наиболее реакционноспособные части молекул гумусовых веществ и потому реагируют с ними с образованием тригалометанов. В то же время пероксид водорода, озон, которые обладают высоким окислительным потенциалом и высокой окислительной активностью за счет способности выделять свободный кислород, способны быстро окислить реакционные группы органических примесей в воде и предотвратить, таким образом, их дальнейшие химические превращения в галогеносодержащие соединения (ГСС).

Еще одним примером являются хлорамины, о вреде и сильнейшем аллергенном действии которых в последнее время опубликовано несколько научных работ [15,16]. В то же время, аммонизация воды в настоящее время — с расширением применения гипохлоритной обработки воды — начинает приобретать все более широкие масштабы, поскольку таким путем пытаются решить проблему поддержания уровня активного хлора в водоводах, где биопленки поглощают и дезактивируют вредный для них свободный хлор и оставляют хлорамин, органическую часть молекул которого легко утилизируют многие бактерии.

Подобных примеров можно привести множество. Однако из всего сказанного выше следует, что применение раствора гипохлорита вне зависимости от способа его получения (промышленный или на локальных установках) в сравнении с хлором не только не обеспечивает защиту от коррозии, а наоборот, способствует ее усилению за счет повышения электропроводности (минерализации) воды [17], не снижает, а увеличивает вероятность образования тригалометанов, всегда повышает pH воды, что активизирует рост микроорганизмов в биопленках, которые покрывают внутреннюю поверхность водопроводных сетей.

Тем не менее, ситуация не является безвыходной. Существует и уже апробирована в течение нескольких лет в практических условиях технология ионселективного электролиза с фильтрующей диафрагмой (ИСЭД — ISED) [10], которая разработана в качестве безопасной и экономичной альтернативы известным технологическим процессом синтеза хлора: электролизу с ртутным катодом, электролизу с диафрагмой и электролизу с ионселективной мембраной. Публикации об этой технологии, ее описание легко найти в интернете (www.aquachlor.ru), а также на сайтах водоканалов городов (Энгельс, Невинномысск, Вольск, Усть-Илимск, Балаково и других), где эксплуатируются реализующие технологию ИСЭД установки (типа АКВАХЛОР). Представляется странным, что авторы рассматриваемых статей [1,2] «не заметили» того, что с абсолютной очевидностью должно быть им известно.

Ионселективный электролиз с фильтрующей диафрагмой — новый процесс в технологии электрохимических производств, который принципиально отличается от известных процессов электролиза с разделенными анодным и катодным пространствами, таких, как электролиз с погруженной или фильтрующей диафрагмой, электролиз с ионообменной мембраной. Особенность этого процесса заключается в том, что селективность переноса ионов при электролизе водных растворов электролитов достигается с помощью микрофильтрационной керамической диафрагмы из оксидов циркония, алюминия и иттрия, установленной между электродами электрохимической системы, за счет создания в объеме порового пространства диафрагмы градиентов плотности тока и давления, управляющих скоростью и направлением перемещения воды и содержащихся в ней заряженных частиц (ионов) в порах диафрагмы. То есть технология ИСЭД обеспечивает электрохимическое разложение раствора хлорида натрия с непрерывным получением в электрохимическом реакторе с неактивной микропористой диафрагмой конечного целевого продукта — без промежуточного кондиционирования анолита и католита. Таким продуктом является кислый (pH 2,5–3,5) водный раствор оксидантов (хлор — 95 %, диоксид хлора — 3 %, озон — 2 %) с концентрацией от 0,5 до 2,0 г/л и раствор гидроксида натрия концентрацией 150–170 г/л. Исходя из назначения раствора оксидантов, его можно и нужно считать более совершенным в технологическом и функциональном

плане аналогом хлорной воды, которая образуется в хлораторах водоочистных сооружений при вводе газообразного хлора в воду.

Рассмотрим некоторые сравнительные моменты работы установок, реализующих технологию ИСЭД, важные с позиций Ростехнадзора. Обобщая различные нормативные документы, определяющие степень опасности производственных объектов, можно заключить, что степень опасности прямо пропорциональна величине химического или энергетического потенциала объекта, а также определяется конфигурацией и величиной объема, в котором сосредоточен этот потенциал. Например, можно собрать в одном помещении 120 работающих электрических чайников, которые по суммарной мощности (250 кВт) равны одному бездиафрагменному электролизеру диаметром 30 и длиной 150 см, который описан в статье [2]. Однако трудно придумать ситуацию, при которой это собрание чайников могло бы вызвать техногенную аварию (каждый из них имеет собственные устройства безопасности), в то время как в случае прекращения потока солевого раствора через реактор бездиафрагменного электролизера без предварительного отключения электропитания разрыв корпуса электролизера произойдет практически моментально с непредсказуемыми последствиями.

Природа давно придумала безопасные варианты управления гигантскими энергиями и процессами. Грозовая туча содержит множество капелек, заряды которых складываются в нужный момент и при определенных условиях (при разряде молнии), но, даже находясь внутри этой тучи и наблюдая ее, можно не опасаться огромного, рассредоточенного в пространстве, суммарного энергетического потенциала, который является совершенно безопасным для наблюдателя. Этой модели соответствуют реализующие технологию ИСЭД установки типа АКВАХЛОР, каждая из которых является совершенно автономной, с собственными системами контроля и безопасности работы, однако с возможностью соединения в блоки любой производительности по целевым продуктам.

Главным принципом традиционного проектирования электрохимических реакторов является стремление в единичном аппарате увеличить площадь поверхности электродов при возможно меньшем межэлектродном расстоянии. В результате все многообразие существующих электрохимических систем представлено узкоспециализированными установками со строго заданными внешними и внутренними параметрами работы, при этом диапазон допустимого отклонения по параметрам и условиям работы таких устройств тем меньше, чем больше размеры электродных камер (площадь одного электрода). Новый принцип проектирования электрохимических реакторов [19] основан на разработке технически совершенных универсальных малогабаритных электрохимических ячеек, каждая из которых представляет собой диафрагменный электрохимический проточный реактор с механически прочной и химически очень стойкой диафрагмой из оксидной керамики. Такие универсальные

ячейки — элементы ПЭМ (элементы проточные электрохимические модульные) являются основной частью электрохимических установок любой мощности и любого возможного назначения. Построение электрохимических установок из модульных элементов ПЭМ имеет аналогию в живой природе. Каждую из таких ячеек можно уподобить листу дерева. При этом коллекторы, соединяющие элементарные электрохимические ячейки в единую систему, подобны ветвям дерева, доставляющим к каждому листу питательные вещества и отводящие продукты физико-химических реакций. Преимущество электрохимических установок из малогабаритных модульных универсальных ячеек перед большими единичными электрохимическими реакторами, созданными по традиционной схеме, состоит в первую очередь в значительном повышении надежности и технической устойчивости системы, что обусловлено намного более широкими допустимыми интервалами изменения давления, скорости потока, температуры, концентрации исходных растворов и продуктов электрохимических реакций, значительно большими допустимыми вариациями плотности тока и намного большей устойчивостью к мешающим факторам в виде нежелательных примесей в растворах — солям жесткости, нефтепродуктам, ионам тяжелых металлов, а также к вибрации и тряске.

Возвращаясь к примеру с чайниками можно заметить, что производительность по хлору, равная 45 кг/ч, которая соответствует описанному в статье [2] агрегату, может быть получена использованием 90 установок АКВАХЛОР-500, которые в стационарном режиме работы потребляют приблизительно 120 кВт/ч электроэнергии, не более 90 кг соли в час и занимают площадь около 150 квадратных метров (с учетом площади для размещения оборудования системы приготовления солевого раствора). При этом они производят два продукта: кислый раствор оксидантов (улучшенный аналог хлорной воды) и 360–450 л/час раствора гидроксида натрия с концентрацией 150–170 г/л, который можно использовать в процессах коагуляционной очистки воды, для промывки фильтров или для продажи на фабрики первичной мойки шерсти, на нефтеперерабатывающие предприятия, на транспортные предприятия, осуществляющие мойку емкостей от нефтепродуктов, масел, жира. В случае отсутствия возможности реализации раствора гидроксида натрия по указанным направлениям, его можно вводить в воду сразу после насосной станции первого подъема или перед ней, непосредственно в водозаборное устройство, для улучшения процессов очистки воды на фильтрах. Раздельный ввод гидроксида натрия и хлорной воды обеспечивает возможность проявления свойств каждого из реагентов на всем объеме воды, что коренным образом по технологическому эффекту отличается от ввода гипохлоритного раствора, образованного в результате реакции взаимодействия указанных реагентов. Чистый водород отводится по поливинилхлоридной трубке (не по трубопроводу) диаметром 5 мм от каждой установки за пределы помещения и рассеивается в атмосфере. Дози-

ровочных насосов не требуется, не требуется также переделка хлораторной, так как раствор оксидантов подается к точкам ввода по тем же линиям и в том же количестве, что и хлорная вода. Регулирование количества вводимых оксидантов производится путем изменения количества работающих модулей установки или изменением силы тока на индивидуальных для каждого модуля блоках питания. Если через какой-либо модуль прекращается проток воды, которая в эжекторном смесителе установки смешивается с оксидантами и превращается в раствор оксидантов, установка автоматически отключается. Также установка автоматически отключается в случае повышения температуры реактора свыше +55 °С.

Одна из главных технологических особенностей этих установок заключается в том, что расход соли на синтез оксидантов в анодной камере реактора полностью определяется силой тока, причем эффективность использования соли сохраняется и равна 99,5 % при любой величине тока. Это позволяет осуществлять совершенно точное дозирование оксидантов в обеззараживаемую воду путем регулирования силы тока. Семилетний опыт эксплуатации таких установок с реакторами из элементов ПЭМ-7 в различных условиях (климатических, технических, технологических) в России и за рубежом показал их высокую эффективность, экономичность, практиче-

ски полное отсутствие побочных продуктов хлорирования даже при обработке раствором оксидантов сточных вод с высоким содержанием органических соединений.

Установки, реализующие технологию ИСЭД (типа АКВАХЛОР), имеют сертификаты соответствия РФ и Германии (TUV), а производимый ими раствор оксидантов — санитарно-эпидемиологическое заключение Госсанэпиднадзора РФ.

Таким образом, сравнительный анализ альтернативных прямому хлорированию методов и технологий обеззараживания воды и промышленно-бытовых стоков позволяет считать, что технология ионселективного электролиза с фильтрующей диафрагмой позволяет реализовать более совершенные процессы обеззараживания и очистки воды с одновременным регулированием ее pH, предотвращением образования тригалометанов и биопленок, сочетает в себе экономическую эффективность промышленного производства хлора и каустической соды, обеспечивает защиту трубопроводов от коррозии и осадконакопления при полной безопасности эксплуатации оборудования [17, 18]. Именно поэтому она имеет положительные перспективы применения как в системе коммунального хозяйства, так и для обработки воды и стоков промышленных предприятий, в социальной сфере и здравоохранении.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Пуликовский К.Б., Кутын Н.Г., Селезнев Г.М., Ягуд Ю.Б., Мартынов А.Н. Пути повышения промышленной и экологической безопасности объектов водоподготовки и водоотведения ЖКХ, Безопасность труда в промышленности. 2007. № 5. с. 3–7
2. Селезнев Г.М., Лыков С.М., Буракова Ю.В., Кармазинов Ф.В., Лобанов Ф.И. Новые технологии и оборудование для дезинфекции воды — альтернатива хлору, Безопасность труда в промышленности. 2007. № 2. с. 64–66
3. Лопаткин Н.А., Лопухин Ю.М. Эфферентные методы в медицине (теоретические и экспериментальные аспекты экстракорпоральных методов лечения). М.: Медицина, 1989. 352 с.
4. Бахир В.М., Вторенко В.И., Леонов Б.И., Паничева С.А., Прилуцкий В.И. Эффективность и безопасность химических средств для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации, Дезинфекционное дело. 2003. № 1. С. 29–36
5. Faust S.D., Aly O.M., Chemistry of water treatment, 2nd Edition, Lewis Publishers, L., NY, W. D.C., 1998.
6. Geo Clifford White, Handbook of chlorination and alternative disinfectants, 4th edition, A Wiley-Interscience Publication, 1999.
7. Water Quality & Treatment. A Handbook of Community Water Suppliers. American Water Works Association. 5th edition. Technical Editor Raymond D. Letterman. McGRAW-HILL, INC., 1999.
8. Краснобородько И.Г. Деструктивная очистка сточных вод от красителей. Л.: Химия, 1988. 193 с.
9. Пономарева Л.А., Селькова Е.П., Гвелесиани Г.А., Юркова Е.В., Толстов К.Г. Пособие по применению средств дезинфекции и стерилизации в лечебно-профилактических учреждениях и организации режимов дезинфекции и стерилизации в отделениях эндоскопии и стоматологии. — М., Дезинфекционная станция «Био-Конт» Московского городского центра дезинфекции, 1998. 96 с.
10. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения, Питьевая вода. 2003. № 1. С. 13–20
11. Практическое руководство по применению средств дезинфекции и стерилизации в лечебно-профилактических учреждениях. Под ред. Авчинникова А.В. Издание 4-е, исправленное и дополненное. Смоленск: СГМА, 2002. 200 с.
12. Арчаков А.И., Карузина И.И. Окисление чужеродных соединений и проблемы токсикологии, Вестник АМН СССР. 1998. № 1. С. 14–28
13. Арчаков А.И. Микросомальное окисление. — М.: Наука, 1975. 327 с.
14. Gary A. Burlingame, Darren A. Lyttle, Vernon L. Snoeyink. Why red water? Understanding iron release in distribution systems, *Opflow*, December, 2006. P. 12–16
15. Dan Kroll, Security of National Water Supply, The American Society for Microbiology and ASM Biodefense and Emerging Disease Research Meeting, Washington D.C., March, 2007
16. Jim Barlow, Byproduct of water disinfection process, *Medical News Today*, Sep 15. 2007.
17. Бахир В.М.. Дезинфекция питьевой воды: анализ и перспективы, *Питьевая вода*. 2007. № 3. С.11–19.
18. Инструкция по применению раствора оксидантов, вырабатываемого установками «АКВАХЛОР» (ТУ 3614-702-05834388-02), для дезинфекции воды хозяйственно-питьевого водоснабжения, бытовых и промышленных сточных вод, воды плавательных бассейнов, утвержденная Главным врачом Федерального Центра Госсанэпиднадзора. М., 2002.
19. Бахир В.М. Современные технические электрохимические системы для обеззараживания, очистки и активирования воды. — М.: ВНИИИМТ, 1999. 84 с.

РАЗРАБОТКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ И ИНТЕНСИФИКАЦИИ РАБОТЫ ОСВЕТИТЕЛЕЙ И ОТСТОЙНИКОВ В СИСТЕМАХ ВОДОПОДГОТОВКИ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И КОММУНАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ



Л.И. Вольфтруб, В.М. Корабельников
НИИ Коммунального водоснабжения и очистки воды

Л.И. Вольфтруб

Необходимость модернизации существующих конструкций осветлителей и отстойников, эксплуатируемых на большинстве энергетических и коммунальных предприятий страны, вызвана тем, что, как показывает опыт их эксплуатации, производительность данных сооружений не соответствует проектным показателям, а качество осветленной воды не удовлетворяет современным требованиям водоподготовки. Это связано с конструктивными и технологическими недостатками отстойников и осветлителей, которые в настоящее время технически и морально устарели.



Неустойчивый турбулентный режим осаждения, низкие коэффициенты объемного использования, отсутствие эффективно работающей камеры хлопьеобразования являются основными причинами неудовлетворительной работы этих сооружений. Указанные недостатки, а как следствие низкая производительность и качество осветленной воды, создают серьезные трудности при внедрении новых прогрессивных технологий умягчения и обессоливания воды в энергетике, в коммунальном хозяйстве — сложности при обеспечении населения водой, отвечающей требованиям санитарных норм.

Модернизация предочистки, получение осветленной воды с низким содержанием взвешенных веществ, железа, органики позволяет улучшить технико-экономические показатели существующих ВПУ и станций водоочистки, а также обеспечить возможность внедрения новых современных технологий для фильтровальных сооружений.

Предлагаемые мероприятия по реконструкции отстойников и осветлителей включают в себя следующие технические решения.

1. В зоне осаждения устанавливаются тонкослойные отстойные модули, обеспечивающие устойчивый, близкий к ламинарному, режим осаждения в слоях небольшой высоты (5–10 см).

Применяемые в настоящее время на ряде объектов тонкослойные модули изготавливаются из жестких полимерных материалов или металла, обладают значительным весом, сложны в транспортировке и хранении, и самое главное, монтаже. Жесткость конструкции и недостаточная чистота поверхности материалов, из которых изготавливаются модули, повышают адгезию образующегося осадка к поверхности материала, что в свою очередь затрудняет его сползание в наклонных ячейках тонкослойной системы. В то же время разработанная нами конструкция тонкослойных отстойных

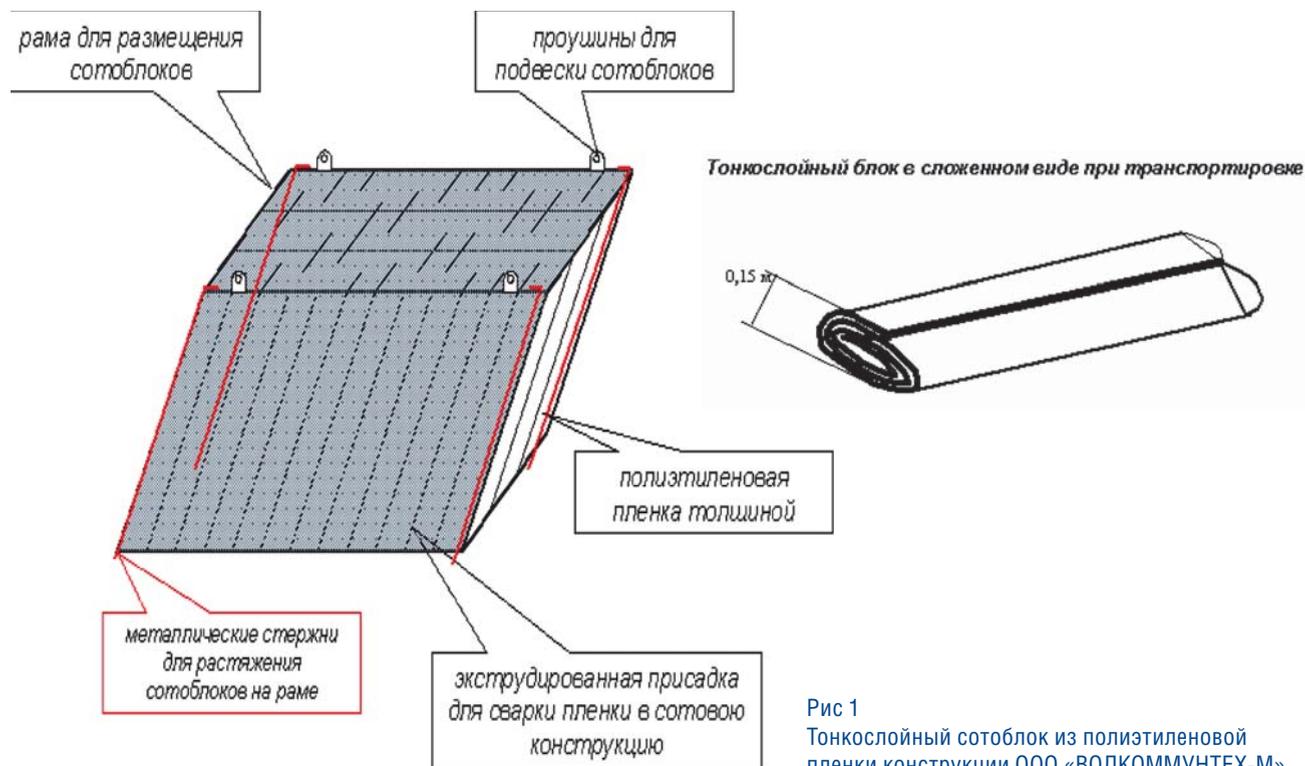


Рис 1
Тонкослойный сотоблок из полиэтиленовой пленки конструкции ООО «ВОДКОММУНТЕХ-М»

блоков, свариваемых из полиэтиленовой пленки толщиной 250÷300 мкм методом экструдированной присадки лишена этих недостатков и отвечает требованиям транспортабельности, прочности, долговечности, простоты монтажа и демонтажа, обладает небольшим весом, коррозионной устойчивостью.

Существенным достоинством блоков из полиэтиленовой пленки, по сравнению с самонесущими отечественными блоками из жестких материалов, является более низкий коэффициент трения и наличие микроколебаний поверхности тонкослойных элементов, обеспечивающих постоянное сползание ранее выпавшего осадка и отсутствие его накопления в объеме каждой ячейки, включая тяжелые известковые осадки.

Разработанная последовательность соединения пленки в сотовую конструкцию обеспечивает их пространственную устойчивость и возможность растягивать на рамы из уголков только по периметру, т. к. экструдированная присадка создает внутренний каркас, обеспечивающий жесткость и прочность конструкции. (рис.1)

Вес 1 м² (по площади зеркала воды) сотоблока, растянутого на рамы из уголков 25 x 25 x 4 или 32 x 32 x 3, не превышает 20÷25 кг, что является важным достоинством использования полимерных плёнок в качестве материала для изготовления тонкослойных блоков. Следует учитывать, что высота осаждения в тонком слое каждой ячейки не превышает 5–10 см, поэтому тонкослойные отстойные сооружения отличаются повышенной материалоемкостью и их стоимость и вес во многих случаях определяют целесообразность применения метода тонкослойного осаждения взвеси для каждого конкретного объекта.

2. Тонкослойные хлопьеобразующие сотоблоки устанавливаются в зоне взвешенного слоя ниже осадкоприемных окон осветлителей или в камерах хлопьеобразования отстойников. Реализация процессов коагуляции и хлопьеобразования в замкнутом пространстве ячейки конструкции значительно повышает их эффективность. Скоагулированная взвесь, поступающая в тонкослойные элементы, эффективно осаждается в слоях небольшой высоты и накапливается на их поверхности. Достигнув определенной критической массы, она сползает по резко наклонной (под углом 60°) поверхности элемента и в концентрированном состоянии встречается с вновь образующимися хлопьями, являясь для них адгезионно-активной контактной средой.

3. При освещении маломутных цветных вод, характеризующихся также низкой щелочностью и особенной сложностью образования способных к осаждению хлопьев, в нижней зоне осветлителей или камер хлопьеобразования устанавливаются низконапорные, низкоскоростные рециркуляторы, которые в дополнение к сотоблокам также способствуют повышению эффективности процессов хлопьеобразования и, соответственно, концентрации слоя взвешенного осадка. Рассчитанные по разработанной нами методике рециркуляторы обеспечивают степень эжекции в пределах 20÷25 % (оптимальную) при потерях напора, не превышающих 0,3÷0,4 м; поэтому при установке рециркуляторов требуется только на 0,5 м поднять в воздухоотделителе или смесителе отметки излива поступающей на освещение воды.

4. Для увеличения коэффициента объемного использования отстойных сооружений и, соответственно,

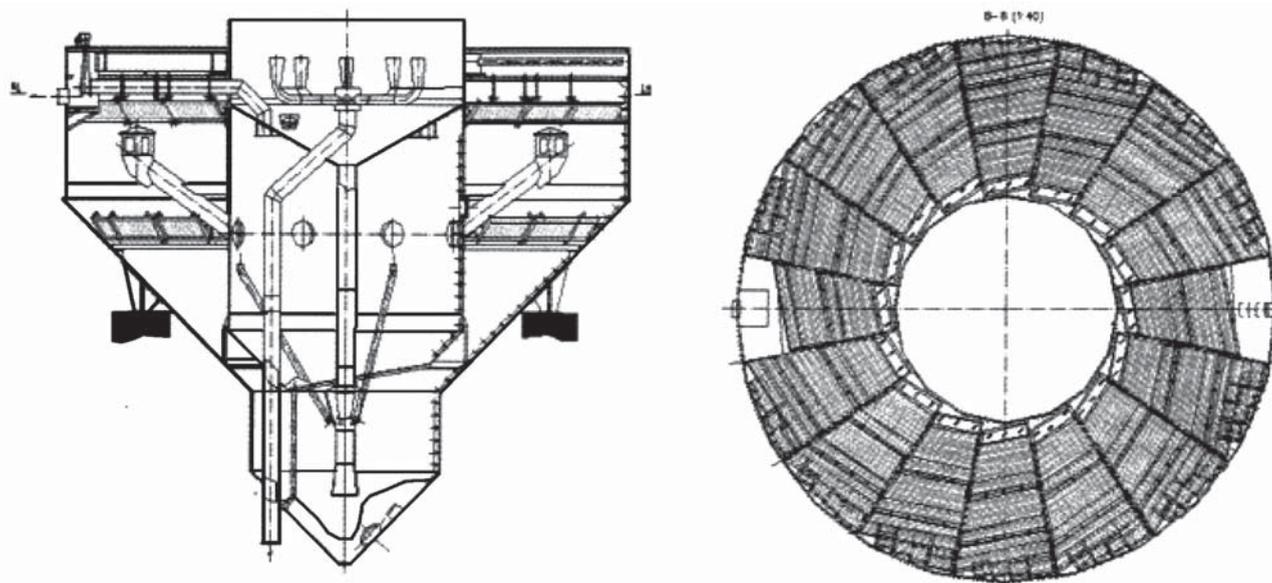


Рис. 2.
Модернизация осветителей

увеличения времени пребывания в них воды, приближая его к расчетному, а также обеспечения равномерного распределения воды по всей площади тонкослойных элементов изменяется система сбора осветненной воды. Сбор воды организуется равномерным по всей отстойной площади системой радиальных перфорированных труб и кольцевым транспортирующим желобом, соединенным лотком с существующим приемным коро-

бом (для круглых в плане осветлителей и вертикальных отстойников). Для горизонтальных отстойников применяется продольный транспортирующий желоб, в который попадает вода из поперечных дырчатых сборных желобов

При этом гидравлическая схема работы осветлителей, камер хлопьеобразования и отстойников и расположение основных узлов останутся прежними.

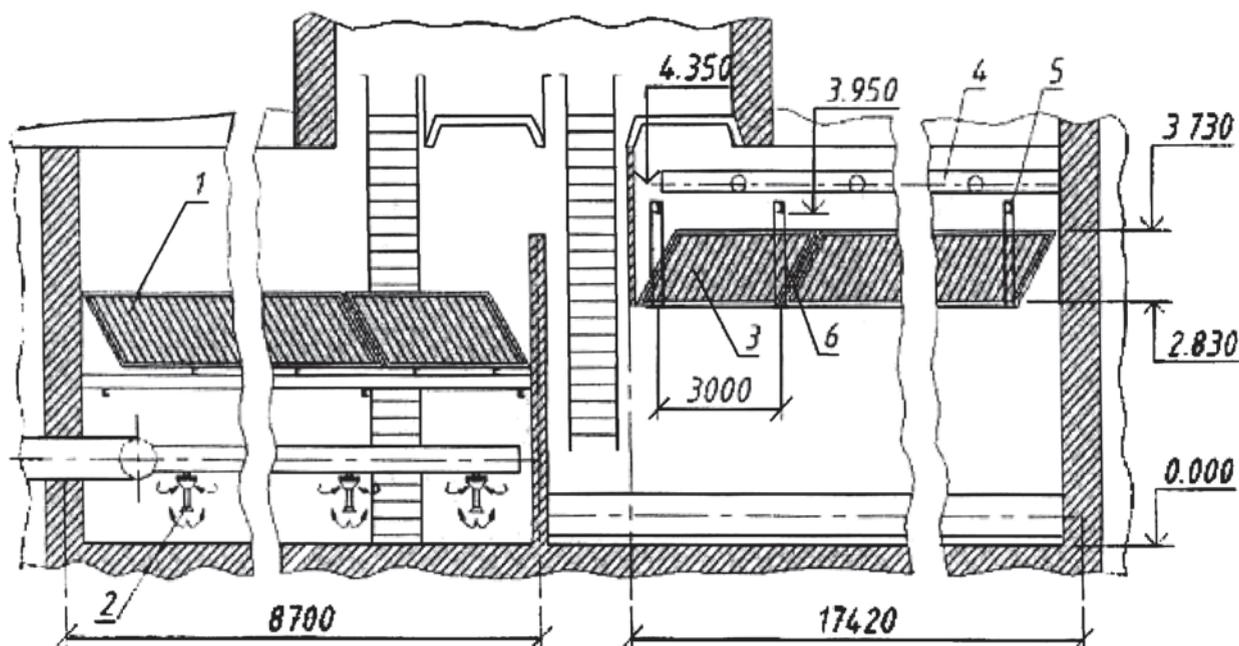


Рис. 3
Тонкослойный горизонтальный отстойник со встроенной тонкослойно-рециркуляционной камерой хлопьеобразования
Очистные сооружения водопровода г. Нижнекамска производительностью 140000 м³/сутки
1. Хлопьеобразующие сотоблоки
2. Рециркуляторы
3. Тонкослойные отстойные сотоблоки
4. Рассредоточенная система сбора воды
5, 6. Подвесные устройства для крепления сотоблоков

Таблица 1

Показатели качества воды	Показатели качества исходной воды	Показатели качества осветленной воды до реконструкции осветлителей № 1 и № 2	Показатели качества осветленной воды после реконструкции осветлителей № 1 и № 2	
Окисляемость, мгО ₂ /кг	9,98	5–6	3,0	2,85
Fe, мг/л	0,27	0,15–0,17	0,02	0,01
Взвешенные вещества, мг/л	16,3	8,0	0,34–0,4	0,9
SiO ₂ раств., мг/л	2,0	2,0	1,6	1,6
Производительность, м ³ /ч		150	280–300	280–300

Предлагаемые технические решения являются оригинальными современными разработками, защищенными патентами РФ (№ 38634 и № 40297), прошедшими многолетние успешные производственные испытания на станциях водоподготовки, работающих в условиях качественного разнообразия природных вод и методов их обработки (рис. 2 и рис. 3).

Впервые в 1998 г. по нашим рекомендациям была осуществлена последовательно реконструкция двух осветлителей ВТИ-350, расположенных на предочистке ХВО Каширской ГРЭС (установлен верхний ярус модулей и рассредоточенная сборная система). Наладочные работы реконструированных осветлителей проводились наладочной фирмой ОРГРЭС. По результатам наладки были сделаны следующие выводы: «Выполненная химцехом модернизация предочистки дала возможность получить на отечественном серийном оборудовании, проработавшем более 25 лет, осветленную воду, по качеству отвечающую как отечественным НДТ, так и более жестким требованиям изготовителей современных импортных ионитов. Качество осветленной воды характеризуется следующими показателями: взвешенные вещества — менее 1 мг/кг; железа — менее 100 мкг/кг; окисляемость — менее 2 мг/кг; нестабильность — менее 0,05 мг-экв/кг. Модернизация предочистки, получение осветленной воды с низким содержанием взвешенных веществ, железа, органики позволяет улучшить технико-экономические показатели существующих ВПУ, а также обеспечить возможность внедрения современных технологий водоподготовки (обратный осмос, Апкорэ, Амберпак)».

В 1998 г. на станции водоочистки Объединенного института ядерных исследований г. Дубна были реконструированы осветлители конструкции ВНИИГС в тонкослойные с тонкослойно-рециркуляционными камерами хлопьеобразования, что позволило на 30÷40 % поднять их производительность и обеспечить высокое качество осветления воды.

В августе 2004 г. были пущены в эксплуатацию 2 модернизированных осветлителя на новом блоке ХВО Конаковской ГРЭС (ВТИ-250И — работающих в режиме коагуляции, установлен верхний ярус модулей и рассредоточенная сборная система). Качество осветленной воды удовлетворяет требованиям эксплуатации (процент съема органики — 70÷75 %, взвешенных веществ — 90÷95 %).

В 2003 г. были пущены в эксплуатацию 3 модернизированных осветлителя ВТИ-630 на Аргунской ТЭЦ (Чеченская Республика).

В 2004–2005 гг. были последовательно пущены в эксплуатацию 2 осветлителя ВТИ-400 в цехе химводоочистки Балтийской ТЭЦ, работающие в режиме коагуляции серноокислым алюминием и флокулянтном. (Была выполнена полная модернизация осветлителей, включая установку двух ярусов модулей, рециркуляторов и рассредоточенной системы сбора осветленной воды.)

Реконструкция осветлителей №1 и №2 позволила получать воду, полностью отвечающую требованиям НТД и изготовителей современных ионообменных материалов, а также требованиям современных технологий (мембранная технология), увеличить производительность почти в два раза (табл. 1).

В 2005 г. выполнена модернизация осветлителя ВТИ-250 на ОАО «Дорогобуж» и осветлителя ЦНИИ-2 «Новгородская генерирующая компания».

Выполнен проект модернизации осветлителя ВТИ-1000 для строящегося блока химводоочистки ТЭЦ-25.

На первом этапе работ по модернизации осветлителей ОАО «Дорогобуж» была выполнена только рассредоточенная система сбора осветленной воды и установлен верхний ярус тонкослойных отстойных блоков. Значительно более существенные результаты по повышению производительности на 30–40 % и снижению содержания железа в 2÷3 раза и органики были достигнуты после установки нижнего (хлопьеобразующего) яруса модулей.

Проекты модернизации осветлителя ЦНИИ-2 обеспечила возможность повышения его производительности с 250÷280 т/ч до 350÷400 т/ч при одновременном снижении содержания на 30÷40 % алюминия и органических загрязнений. Установлены верхний и нижний ярусы модулей и рассредоточенная сборная система.

В 2007 г. были пущены в эксплуатацию осветлители на новых блоках химводоочистки на Ивановских ПГУ и ТЭЦ № 2 в г. Саранске. Проведенные пусконаладочные работы показали высокую эффективность работы осветлителей.

Модернизация существующих и вновь строящихся осветлителей проводится совместно со специальным конструкторским бюро СКБ ВТИ. Наладку большинства энергетических объектов осуществляет фирма «ОР-ГРЭС».

В декабре 2007 г. была пущена в эксплуатацию станция водоочистки производительностью 140 тыс.м³/сут в г. Нижнекамске. Источником водоснабжения является маломутная высокоцветная вода Камы. Очистка воды

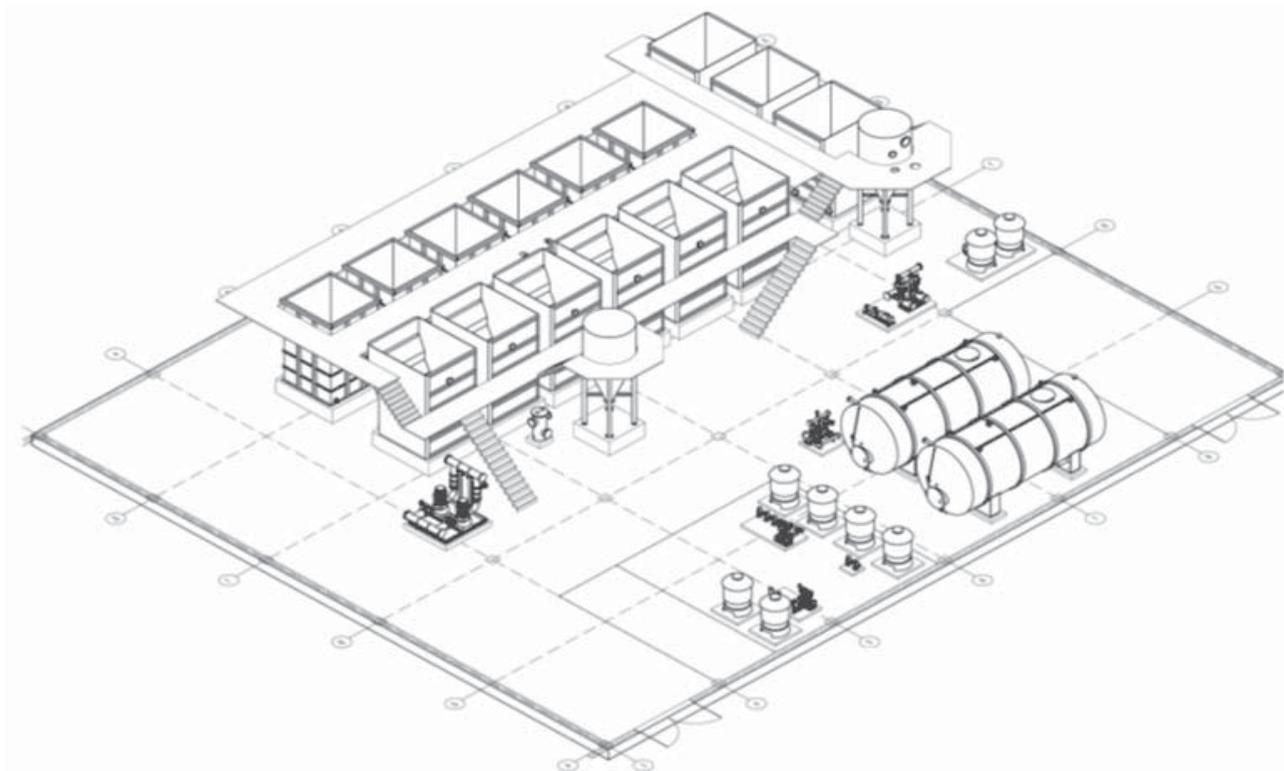


Рис.4.
Водоочистная установка «ВЛАГА»

осуществляется по двухступенчатой схеме, имеющей в качестве первой ступени 12 горизонтальных тонкослойных отстойников со встроенными тонкослойно-рециркуляционными камерами хлопьеобразования. Использование метода тонкослойного осаждения взвеси и тонкослойно-рециркуляционного хлопьеобразования позволило при проектировании этой станции водоочистки сократить в два раза объемы сооружений первой ступени обработки воды (проект был выполнен институтом «Союзводоканалпроект»). Проведенные наладочные работы и данные эксплуатации подтверждают высокую эффективность работы этих сооружений (рис.4).

Разработанные нами методы высокоэффективной модернизации отстойных сооружений были использованы также при конструировании блочных установок полной заводской готовности небольшой производительности (100÷15000 м³/сут), известных под товарным знаком «СТРУЯ» и «ВЛАГА».

Водоочистная установка «Влага» производительностью 1800÷12500 м³/сут имеет в своем составе тонкослойные отстойники, которые являются современными, высокоэффективными и экономичными сооружениями, в конструкции которых использованы новые оригинальные разработки по совершенствованию процессов хлопьеобразования, осаждения, уплотнения и обезвоживания осадка (рис. 4). Его новизна и преимущество по сравнению с зарубежными и отечественными аналогами защищены патентами Российской Федерации: № 17043-

89 от 23.02.93 «Установка для очистки воды»; № 1707915 от 24.02.93 «Устройство для осветления воды»; № 1707916 от 29.06.95 «Устройство для очистки воды». В этих патентах реализованы различные технические решения по всем элементам конструкции отстойников.

Использование новых технологических и технических решений позволило в 5÷10 раз снизить объем отстойников установки «Влага» по сравнению с типовыми отстойными сооружениями, рекомендуемыми СНиП 2.04.02-84. Для интенсификации процессов хлопьеобразования, осаждения, уплотнения и обезвоживания осадков используются сотоблоки из полиэтиленовой пленки.

Водоочистные установки «ВЛАГА» успешно эксплуатируются на станциях водоочистки промышленного и коммунального назначения в городах Черкесск (хим. предприятие им. Цахилова), Рязань (котельная РНПЗ), Айхал, Мирный (АК «АЛРОСА»), пос. Горный Саратовской обл. (завод по уничтожению химического оружия) и др.

В 2007 году совместно с ОАО «РОСЭКОСТРОЙ» был выпущен проект строительства нового блока 5000 м³/сутки правобережной станции водоочистки г. Дубны, включая цех по механическому обезвоживанию осадков всей станции общей производительностью 27000 м³/сутки. В качестве первой ступени по предварительному обезвоживанию сбросных вод (до влажности 98 %) используются отстойники установки «ВЛАГА» (рис.4.)

В настоящее время осуществляется строительство этих сооружений.

ГИС И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В «САРАТОВВОДОКАНАЛЕ»: ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ CityCom



С.А. Николаев
Начальник управления информатизации
МУПП «Саратовводоканал»

Перед специалистами управления информатизации «Саратовводоканала» руководством предприятия была поставлена задача создания информационной системы, которая обеспечила бы возможность полной паспортизации объектов систем водоснабжения и водоотведения на базе ГИС-представления сетей, а также создания расчетной модели системы водоснабжения города, основывающейся на корпоративной базе данных паспортизации сетей. О том, как и какими средствами решалась поставленная задача, рассказывает предлагаемая вниманию читателей статья.



Работы по созданию электронной карты города ведутся в МУПП «Саратовводоканал» с 1995 года. «Электронные» планшеты М1:500 создавались в формате DWG (AutoCAD), к 2007 году специалистами водоканала было выполнено около 3000 планшетов с прорисовкой участков водопроводных и канализационных сетей, колодцев, детализировок и привязок.

Созданная система «Диспетчер» удовлетворяла своих пользователей по многим показателям, над ее созданием трудилась группа квалифицированных специалистов. Но информационная система не была снабжена описанием линейно-узловой топологии графа сетей, и когда на повестке дня остро встали задачи гидравлического расчета и моделирования режимов водоснабжения города, «чисто графическая» система оказалась совершенно бесперспективной. Кроме того, система «Диспетчер» работала на базе довольно дорогого программного обеспечения AutoCAD, а для реализации дополнительных возможностей необходимо было самостоятельно разрабатывать дополнительные утилиты на «автокадовском» языке программирования LISP и использовать при этом «внешние» СУБД. Это накладывало сильные ограничения на возможности применения данного инструментария и приводило к необоснованным затратам как экономическим, так и материальным.

Было рассмотрено несколько вариантов решения поставленной проблемы, изучено специализированное программное обеспечение известных производителей как отечественных, так и зарубежных. Основным критерием выбора инструментария была оснащенность программного обеспечения следующей минимально необходимой функциональностью:

- послойное графическое представление схем сетей с привязкой к масштабному плану города и объектам городской застройки, с возможностью произвольного масштабирования;
- паспортизация сетей и их объектов, паспортизация внутреннего оборудования узлов сети (колодцев, камер, источников, насосных станций, абонентов и т. п.);
- развитый поисковый функционал для оперативного нахождения требуемых фрагментов сети и объектов по различным критериям;
- получение справок и генерация отчетов о сетях, в том числе в виде графических запросов и различного рода параметрических раскрасок и выборок;
- гидравлические расчеты водопроводных сетей;

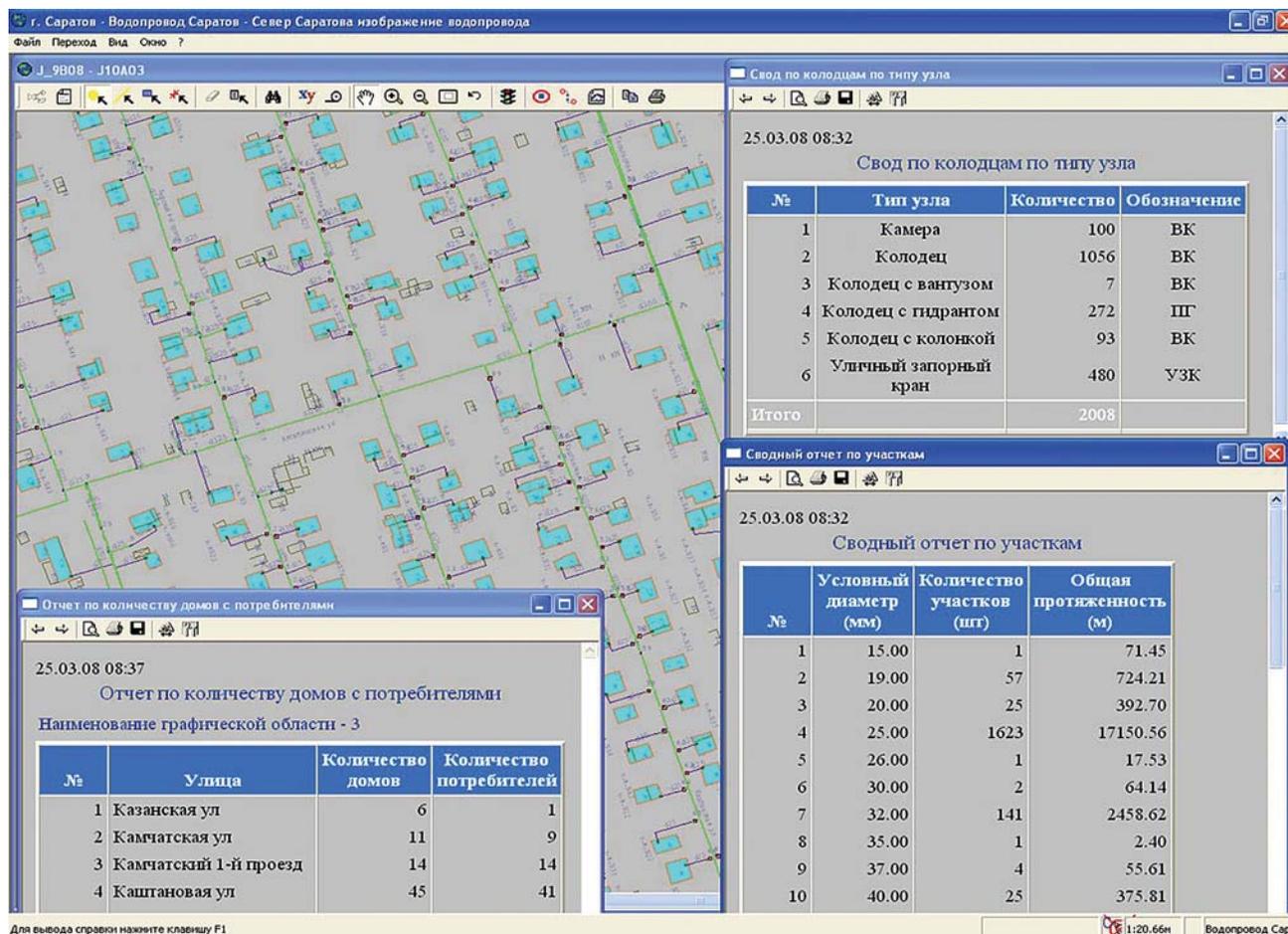


Рис. 1
Графическое представление водопроводных сетей на плане города

- моделирование режимов при переключениях;
- выдача рекомендаций по локализации аварийных ситуаций;
- открытость системы, возможность самостоятельного изменения параметров паспортов оборудования.

После тщательного изучения рынка подобного рода инструментальных систем мы решили остановиться на программном обеспечении, разработанном ИВЦ «Поток» (г. Москва). Информационно-графическая система «ГидроГраф» линейки продуктов «CityCom» позволяла решить все задачи, поставленные перед управлением информатизации МУПП «Саратовводоканал». Главное достоинство ИГС «CityCom-ГидроГраф» заключается в том, что это специализированный программный инструмент, разработанный целевым назначением для предприятий, эксплуатирующих сети водоснабжения и водоотведения. Графическое представление схем инженерных сетей здесь используется в первую очередь для отображения результатов решения технологических задач. Система гибко настраивается на любой вид исходной документации — оперативные и эксплуатационные схемы, схемы на базе стандартных городских планшетов масштабов 1:500, 1:2000, 1:5000, условные обозначения, перечень паспортизируемых параметров и т. д. Источником актуализации графической информации может служить исполнитель-

ная документация с «привязками». «CityCom» предусматривает специальный механизм корректировки электронных планшетов на основе исполнительной документации.

ИГС «CityCom» позволяет создать базу данных по схемам сетей, плану города и всей связанной с сетью справочной информации, и на основе созданной базы данных решать множество информационных и эксплуатационных задач общего и прикладного характера

Кроме того, технология «CityCom» позволяет реализовать механизм раздельного доступа к базам данных и схемам водопроводной сети по паролю согласно поставленным задачам и полномочиям пользователей. Специалистам, занятым вводом графической и семантической информации, система «ГидроГраф» позволяет работать параллельно и одновременно с одним планшетом, не мешая при этом друг другу, что существенно повышает производительность труда. Большим дополнительным плюсом является возможность подключения к базе данных фото- и видеоматериалов по объектам. Это могут быть как данные наружного обследования, так и материалы съемок диагностики внутреннего состояния трубопроводов, что, несомненно, необходимо для дальнейшей работы специалистов водоканала.

Окончательное решение было принято после знакомства с состоянием внедрений «CityCom-ГидроГраф» в других водоканалах страны и получением положитель-

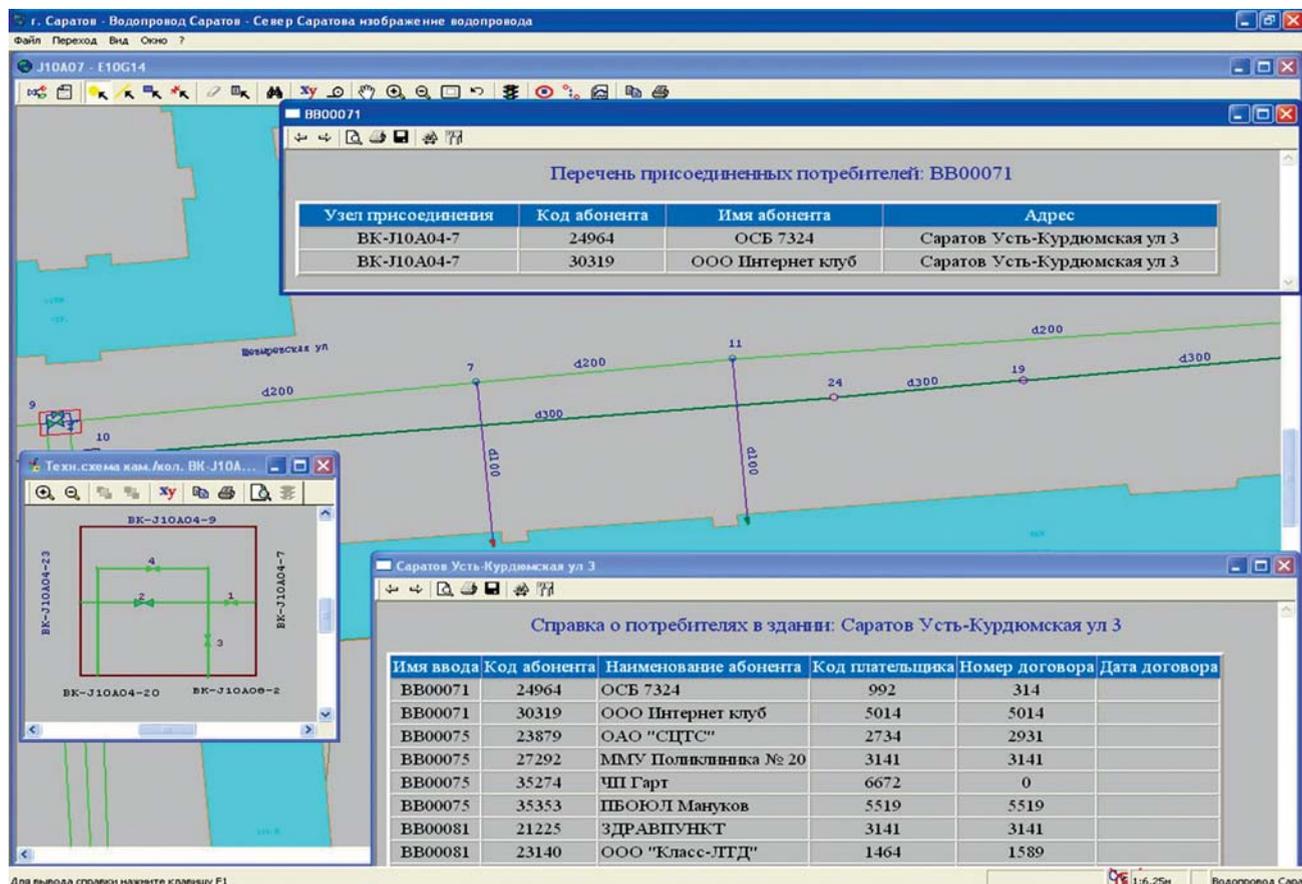


Рис. 2
Паспортизация сетей и потребителей водоснабжения

ных отзывов специалистов этих предприятий. В октябре 2007 года на предприятии началась работа по внедрению ИГС «ГидроГраф».

Конвертация исходных данных плана города из «автокадового» формата в формат «CityCom» с помощью специалистов ИВЦ «Поток» не составила трудностей. Без проблем прошла и конвертация прорисованных участков водопроводной сети в специальный «черновой» слой предописания сети. Этот слой является прообразом будущей модели сети: линии участков трубопроводов уже при импорте породили перечень участков водопроводной сети в базе данных, а в точках, в которых сходятся изображения участков, сгенерированы узлы водопроводной сети «неопределенного» типа, также записанные в базу данных. В дальнейшем классификация и идентификация этих структурных узлов выполняется пользователем вручную, после чего они становятся «колодцами», «врезками», «абонентами» и т. п. (рис.1). Объем ручной работы по описанию и прорисовке сети при использовании такого подхода снижен как минимум на 20–30 %.

Внедрение ИГС «ГидроГраф» в МУПП «Саратовводоканал» происходит очень активными темпами, но займет все же еще немало времени, ведь необходимо фактически заново описать все участки и колодцы, вводя в базу данных проекта их паспортные характеристики (рис.2). Поэтому одновременно с внедрением технологии «CityCom» и созданием информационно-расчетной модели сетей на предприятии ведется работа по инвентаризации

сетей и оборудования, заполняются паспортные данные на участки трубопровода, колодцы, оборудование.

Некоторую сложность представляла необходимость переучивания специалистов для работы в новой инструментальной пользовательской среде, тогда как они уже имели хорошие навыки работы в другой надежной, но менее специализированной системе. Впрочем, издержки такого рода в любом случае неминуемы, и с этим приходится мириться ради достижения искомого результата.

Нами была проведена состыковка «ГидроГрафа» с работающей в водоканале биллинговой системой и произведена привязка информации об абонентах в базе данных абонентской службы к информационно-графической системе. На основе программного обеспечения ИГС «CityCom-ГидроГраф» был создан специальный механизм автоматизированного регламентного обмена «абонентской» информацией с существующей информационной системой. Этот механизм позволяет по согласованному регламенту обновлять нагрузочные и описательные характеристики потребителей системы водоснабжения в информационной модели «CityCom-ГидроГраф» по данным биллинговой системы МУПП «Саратовводоканал». Тем самым снижаются трудозатраты на актуализацию данных, и практически исключается их рассогласованность.

Специалистами управления информатизации МУПП «Саратовводоканал» самостоятельно создан и внедрен дополнительный модуль, позволяющий, кроме техни-

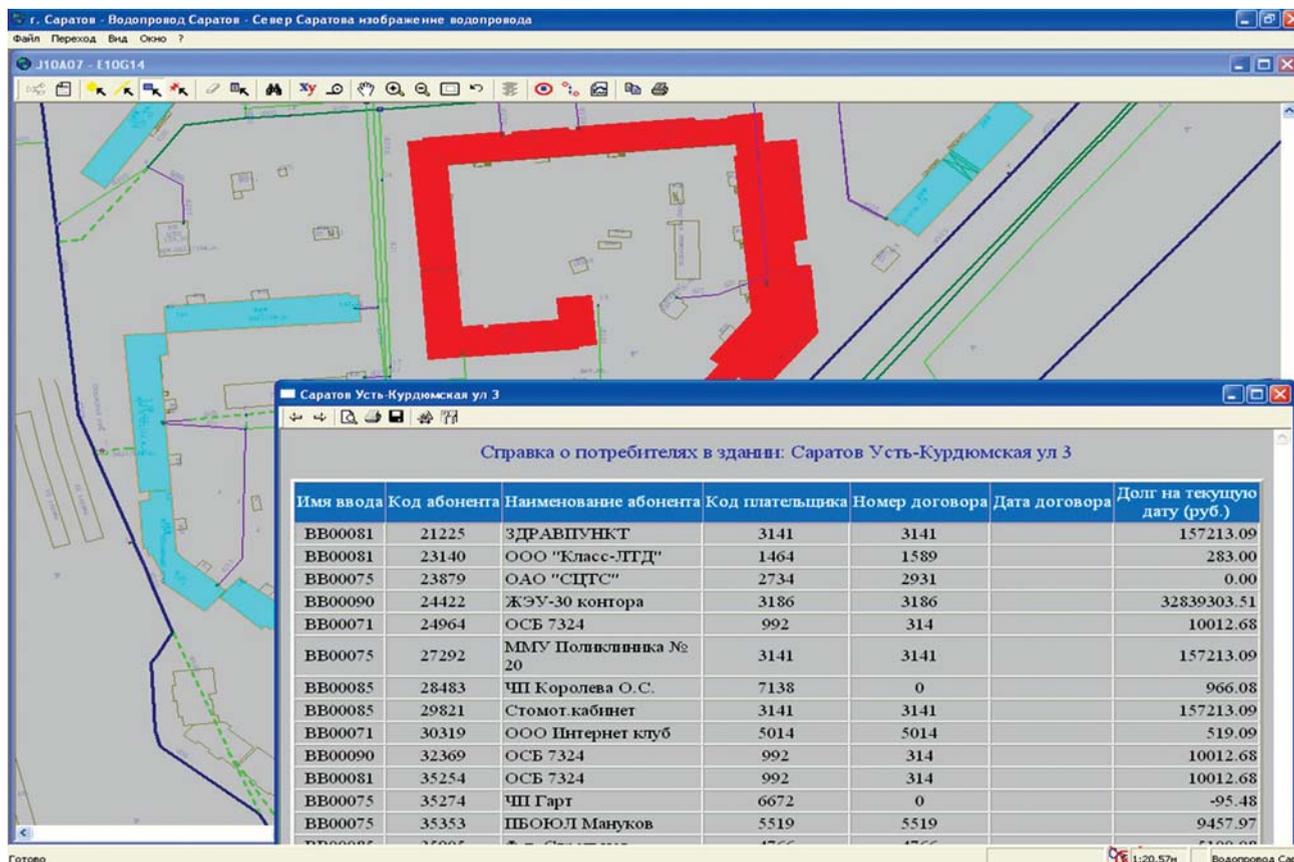


Рис. 3
Получение справки о потребителях в здании с подключением данных из биллинговой системы

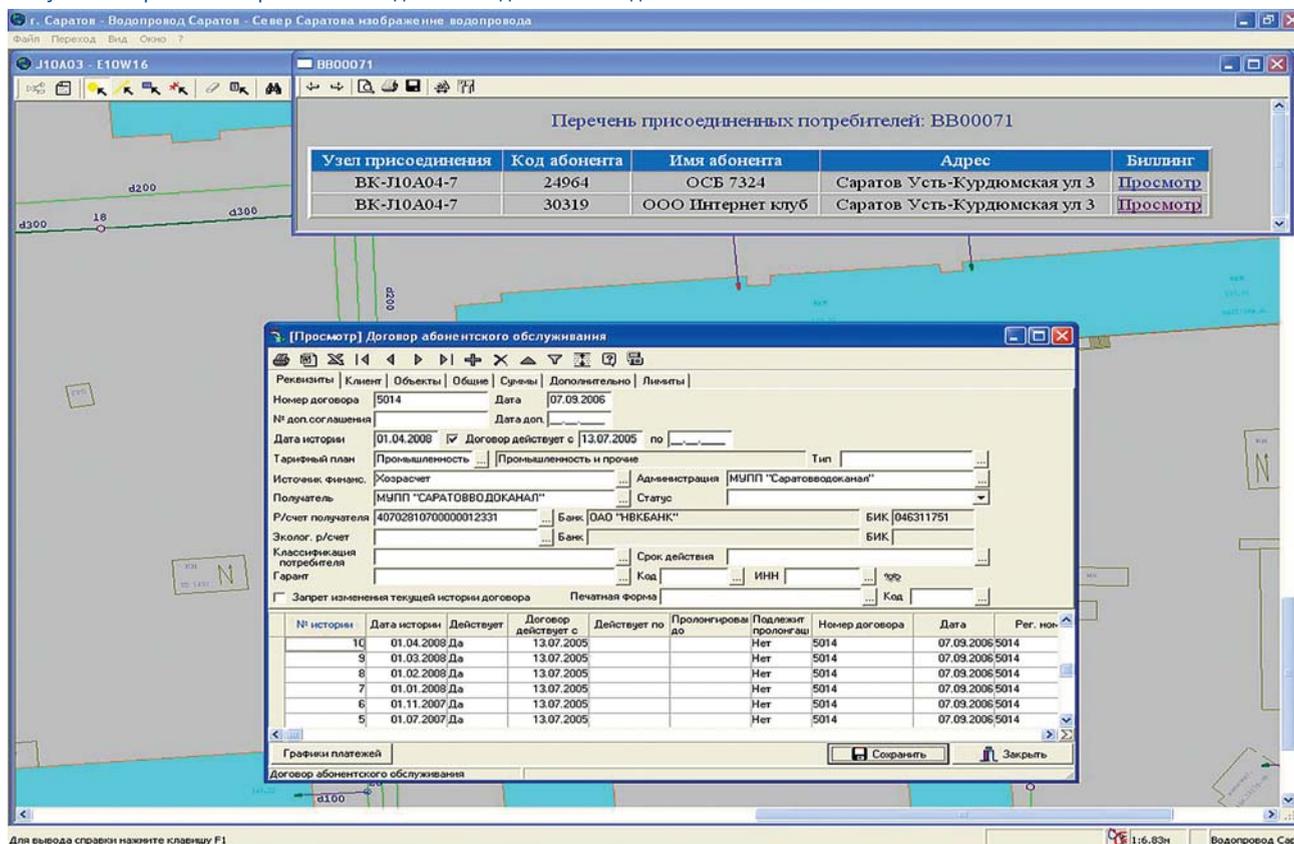


Рис. 4
Вызов биллинговой карточки абонента из интерфейса ИГС «CityCom-ГидроГраф»

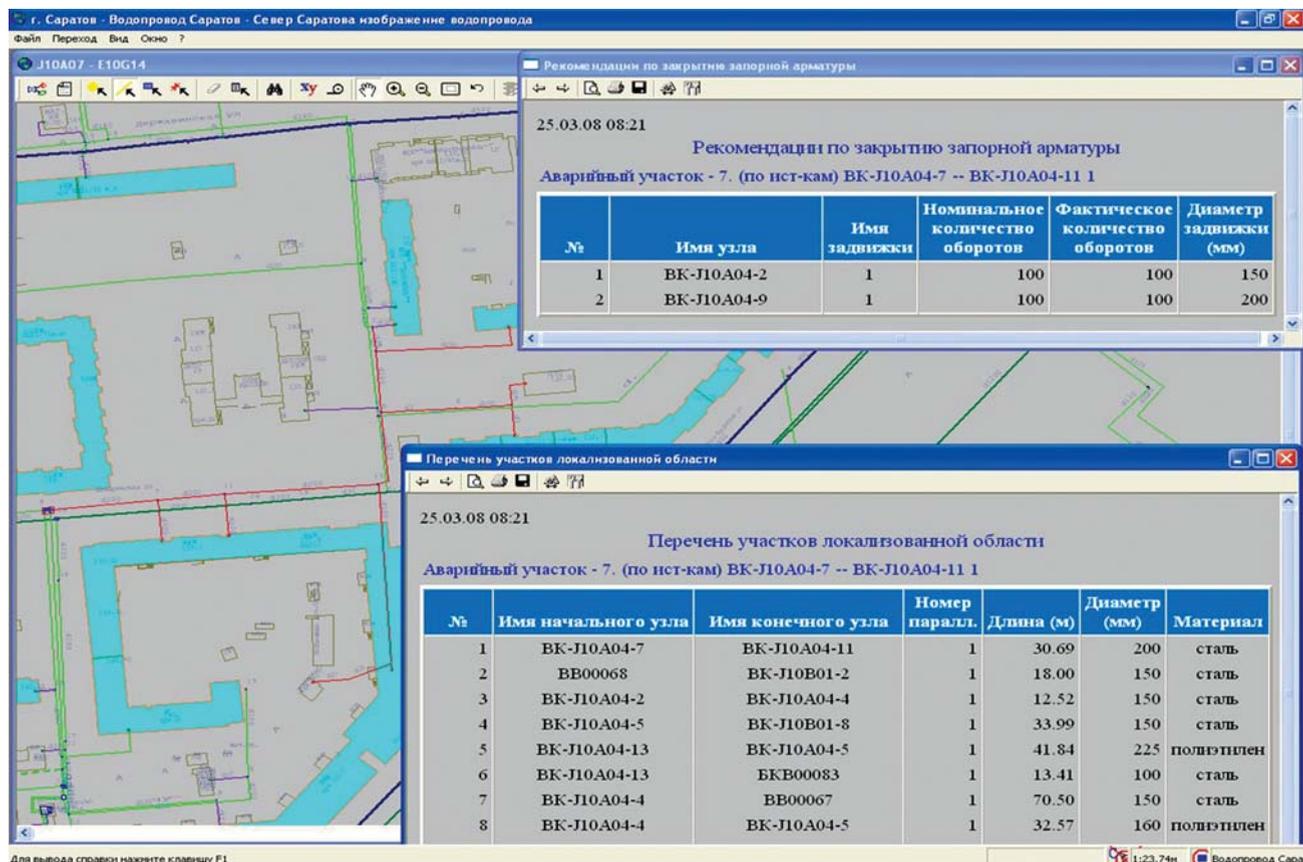


Рис. 5
Локализация аварийного участка в ИГС «CityCom-ГидроГраф»

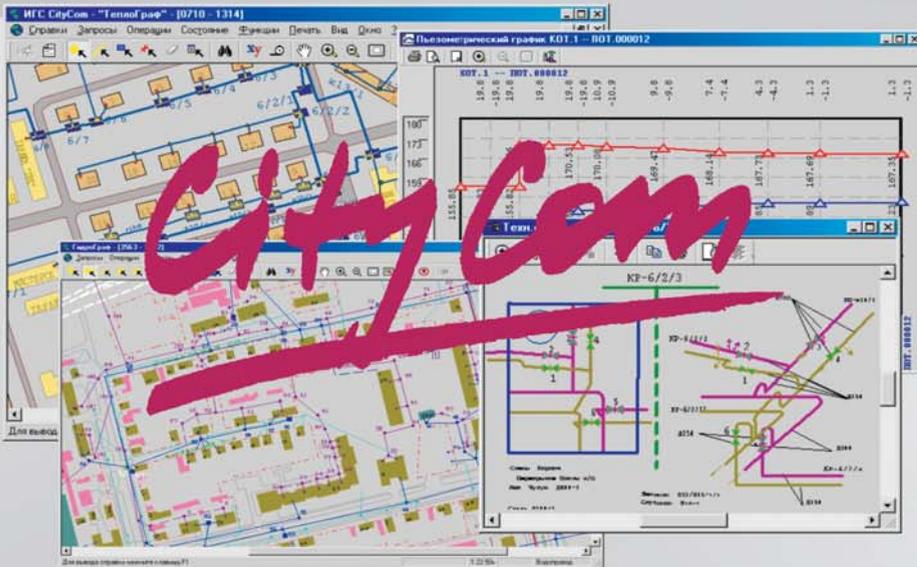
ческой информации, выводить в отчеты, генерируемые «ГидроГрафом», финансовые показатели из существующей биллинговой системы по расчету за услуги водоснабжения и водоотведения, причем в режиме реального времени. (рис.3). Более того, разработан и внедрен механизм вызова непосредственно из ИГС «ГидроГраф» модулей биллинговой системы с возможностью просмотра всех содержащихся в ней данных по любому конкретному абоненту — договор, точки подключения, зоны ответственности, ежемесячные начисления и оплаты (рис.4). Таким образом, исчезла необходимость одновременного запуска нескольких различных приложений и переключения между ними. В дальнейшем аналогичным образом будут подключены и бухгалтерские данные по основным средствам, с полным описанием их движения и ремонтов.

После полного описания водопроводной сети трех микрорайонов города внедрена подсистема «Локализация аварийного участка сети», входящая в состав комплекса «CityCom». При указании на схеме водопроводной сети одного или нескольких аварийных участков программа автоматически находит перечень ближайшей доступной запорной арматуры, которую необходимо закрыть для их локализации. Запорная арматура, помеченная как неисправная, исключается алгоритмом расчета из перечня арматуры для выработки рекомендаций по локализации аварии. В результате отработки запроса на локализацию

аварийного участка результирующая локализованная область (часть сети, отключенная от водоснабжения) на схеме перекрашивается цветом выделения, что позволяет сразу визуально оценить размер отключаемого фрагмента водопроводной сети. После выполнения процедуры локализации создаются разнообразные отчеты по локализованной области: перечень отключаемых потребителей водопроводной сети, список отключенных колодцев, содержащих гидранты, общую длину и объем отключаемой сети водоснабжения (рис. 5). Все полученные результаты оказались на высоте: они соответствовали техническому заданию и полностью удовлетворили запросы и требования технических и эксплуатационных служб МУПП «Саратовводоканал».

В настоящее время продолжается описание водопроводно-канализационной сети г. Саратова, идет интенсивный ввод паспортных данных об объектах водоснабжения, ведутся работы по инвентаризации сети и оборудования, подготавливаются данные для осуществления гидравлических расчетов. В ближайшее время начнется внедрение подсистем «Зоны канализования» и «Повреждения», входящих в состав программного инструментария «CityCom-ГидроГраф». В перспективе — интеграция существующей в МУПП «Саратовводоканал» информационной системы учета заявок, поступающих на «горячую линию», с информационно-графической системой «ГидроГраф» с целью привязки журнала заявок к графической визуализации.

Информационно-графическая система



Для систем теплоснабжения:
ИГС "ТеплоГраф" (HeatGraph)

Для систем водоснабжения и канализации:
ИГС "ГидроГраф" (HydroGraph)

Для систем газоснабжения:
ИГС "ГазГраф" (GasGraph)

Для систем электроснабжения:
ИГС "ЭлГраф" (ElGraph)

Для систем электросвязи:
ИГС "ТелГраф" (TelGraph)

- **ГИС-функционал:** послойное графическое представление схем сетей с привязкой к плану города и объектам местности, произвольное масштабирование;
 - **Паспортизация сетей** и их объектов, паспортизация оборудования узлов сети (колодцев, камер, источников, насосных станций, распределительных пунктов и т. п.)
 - **Оперативный поиск** требуемых фрагментов сети и объектов по различным критериям (адрес, наименование, код, наличие определенных свойств и т. п.);
 - **Получение справок и генерация отчетов** о сетях, в том числе в виде графических запросов и различного рода параметрических раскрасок и выборов;
 - **Гидравлические расчеты** водопроводных, тепловых и газораспределительных сетей, **моделирование режимов** при переключениях запорно-регулирующей арматуры в узлах, параметров источников, насосных станций, потребителей;
 - Качественный и количественный **анализ режимов** работы трубопроводных систем;
 - Ведение **архивов повреждений** (дефектов), графическое отображение и анализ повреждаемости сетей;
 - Автоматизированное ведение **оперативных журналов** в диспетчерских службах;
 - Выдача рекомендаций по **локализации аварийных ситуаций**;
- ... ряд других задач прикладного технологического характера.



ИВЦ "Поток"

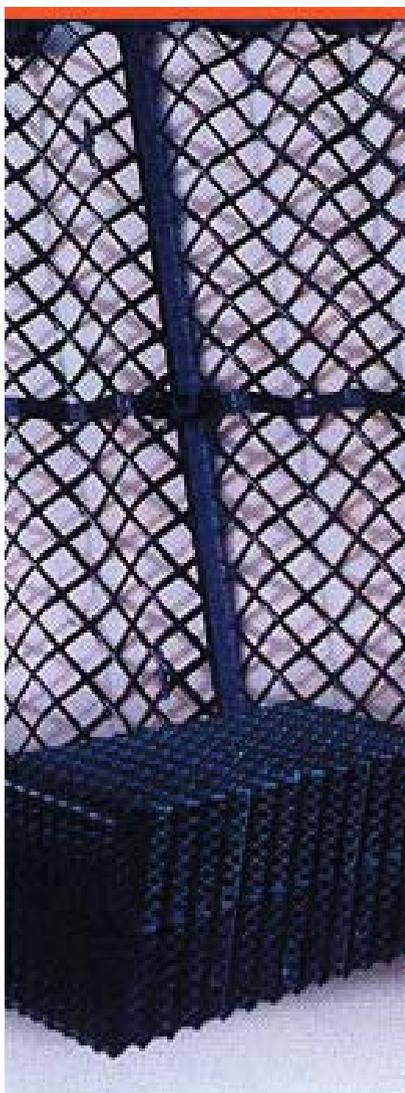
Т/ф: +7(495) 151-0654
Internet: www.citycom.ru
e-mail: info@citycom.ru

СЕТЧАТЫЙ ОРОСИТЕЛЬ — ГАРАНТИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ГРАДИРНИ



А.А. Бутов,
к. т. н., технический директор
ООО «Агростройсервис», г. Дзержинск Нижегородской области

Основным конструктивным элементом градирни, определяющим ее охлаждающую способность, являются оросители. Известно, что эффективность любого процесса теплообмена определяется несколькими факторами, основными из которых являются площадь контактной поверхности (поверхности теплообмена) и скорость относительного движения сред. Чем выше эти показатели, тем интенсивнее процесс теплообмена, следовательно, конструкция оросителя должна обеспечивать получение достаточной площади поверхности охлаждения при минимальном аэродинамическом сопротивлении.



Основным типом оросителя, обеспечивающим наиболее высокий эффект охлаждения, является пленочный, в котором количество капель сводится до минимума или полностью исключается. Такие оросительные устройства являются наиболее прогрессивными и распространенными, поскольку имеют большую площадь контактной поверхности. Однако у них имеется существенный недостаток: чувствительность к наличию в воде жиров, смол, нефтепродуктов, взвешенных веществ и других примесей, вызывающих зарастание зазоров между элементами.

Кроме удельной площади поверхности, охлаждающую способность оросителя определяют также другие важные условия: вода должна стекать по оросителю ровной пленкой, а не отдельными ручейками или струйками (площадь контактной поверхности в этом случае будет существенно снижена); соприкасающаяся с воздухом поверхность водяной пленки должна непрерывно обновляться путем турбулентного перемешивания.

Специалистами ООО «Агростройсервис» на основе лучших отечественных и зарубежных образцов разработан и производится ороситель БНС, отвечающий всем вышеперечисленным требованиям.

По сравнению с аналогами, он имеет ряд преимуществ.

Ороситель ООО «Агростройсервис» представляет собой блок, состоящий из соединенных между собой объемных сетчатых решеток. В результате соединения этих решеток образуется блок сетчатого оросителя с вертикальными параллельными каналами ромбовидной формы.

Решетки изготовлены из полипропилена и соединены между собой при помощи специальных замковых полимерных элементов.

Основные преимущества блока оросителя из сетчатых листов перед другими типами оросительных устройств заключаются в следующем:

- обладает высокой охлаждающей способностью, присущей капельным оросителям, и низким коэффициентом аэродинамического сопротивления, что характерно для оросителей пленочного типа. Указанное преимущество, помимо вентиляторных градирен, позволяет использовать ороситель в градирнях с естественной циркуляцией охлаждающего воздуха (башенных);
- сетчатая структура с мелкой ячейкой позволяет свести к минимуму или полностью исключить образование капель при стекании воды по оросителю. Образующаяся пленка охлаждается потоком воздуха с двух сторон,

что существенно увеличивает охлаждающую способность оросителя;

- не требует устройства турбулизирующих разрывов по ходу движения воды и воздуха, перемешивание слоев воды происходит постоянно во всем объеме сетчатой структуры оросителя;
 - обладает стойкостью к засорению механическими примесями, возможна установка оросителя на «грязный» оборотный цикл с концентрацией взвешенных частиц свыше 120 мг/л;
 - слабо чувствителен к неравномерному распределению воды по площади орошения.
- Блоки изготавливаются из композиции полипропилена. Это дает дополнительные преимущества оросителя БНС по сравнению с оросителями, изготовленными из других полимерных материалов:
- повышенная прочность полипропилена позволяет изготавливать блоки с более тонкими нитями (образующими сетчатой структуры), что повышает устойчивость водяных пленок, стекающих по поверхности оросителя, и улучшает его охлаждающую способность;
 - возможность свободно передвигаться по слою оросителя без применения дополнительных приспособлений;
 - низкий вес блока: 1м³ оросителя весит всего 16 кг, что существенно снижает нагрузки на несущие конструкции градирни. Вес 1м³ оросителя, изготовленного из полиэтилена или поливинилхлорида, выше в 2–2,5 раза.
 - не подвержен деформации, сохраняет свои свойства при температурах от –50 до +70 °С;
 - износоустойчив (не подвержен воздействию абразивных частиц);
 - устойчив к воздействию агрессивных сред (кислот, солей, щелочей);
 - повышенная стойкость к воздействию ультрафиолетового излучения за счет введения в композицию полипропилена специальных добавок;
 - устойчив к воздействию микроорганизмов (бактерий и др.);
 - надежное крепление элементов в блоке, при изготовлении блока не используется сварка;
 - изготавливается из композиции полипропилена, не поддерживающего горение;
 - безвреден для здоровья человека, безопасен для окружающей среды.
- Блоки сетчатого оросителя БНС поставляются в собранном виде, полностью готовые к укладке по площади градирни, легко монтируются непосредственно на объекте без использования специальных приспособлений.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

БОЛЕЕ ПОЛОВИНЫ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ СОЧИ ИЗНОШЕНЫ НА 100%

В Сочи на модернизацию системы водоснабжения курорта до 2012 года будет направлено 4,5 млрд. рублей. Средства поступят в рамках инвестиционных проектов, сообщил директор филиала «Сочиводоканал» компании «Югводоканал» Владимир Клыкков. В первую очередь инвестиции будут направлены на восстановление аварийных участков системы водоснабжения и водоотведения, а также на строительство новых очистных сооружений. Кроме того, коммунальщики намерены обратить внимание на качество работы с потребителями. Данные социологического исследования, которое проводили специалисты компании говорят о том, что качеством воды жители города довольны, но жалуются на перебои в ее поставке и очереди на оплату услуг.

Как рассказали в управлении жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства администрации города, более половины сетей водоснабжения и канализации в Сочи изношены на 100%.

«Подписанный между администрацией города и «Сочиводоканалом» договор аренды сетей сроком на 15 лет позволит решить проблему утечек водопроводной воды и повысить качество обслуживания абонентов», - отметил заместитель начальника управления Виктор Смиронов.

ПРЕДПРИЯТИЕ ОБЛАСТИ НАНЕСЛО КОЛОССАЛЬНЫЙ УЩЕРБ ПРИРОДЕ

Органами прокуратуры Омской области в ходе проверки соблюдения водного законодательства выявлены многочисленные нарушения в части охраны и использования водных объектов и обеспечения населения качественной питьевой водой.

По итогам проверки прокурорами, выявлено 950 нарушений, для устранения которых внесено 270 представлений, в том числе в адрес мэра города Омска, а также руководителей контролирующих органов, принесено 14 протестов на незаконные нормативные акты, в суды направлено 46 исковых заявлений, объявлено 10 предостережений, возбуждено 163 дела об административных правонарушениях.

Например, как сообщает пресс-служба облпрокуратуры, при проверке ООО «Производственно-коммерческая фирма Исток» Любинского района установлено, что данное предприятие в течение 2008 года в границах населенного пункта осуществляло сброс сточных вод в реку Авлуха без проведения очистки и обеззараживания. Кроме того, у предприятия отсутствовали нормативы допустимых сбросов, разрешение на сброс загрязняющих веществ, а также решение о предоставлении водного объекта в пользование. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ при сбросе сточных вод по нефтепродуктам превышались в 5–40 раз. Ущерб водному объекту составил 3 млн. 380 тыс. рублей.

НУЖНО ЛИ РОССИИ БИОТОПЛИВО?

А. Корчевский

Старший аналитик I2BF Capital Advisors

Если вам довелось не так давно путешествовать по Европе или США на автомобиле, то, скорее всего, от вашего внимания не ускользнуло большое количество бензоколонок, на которых теперь можно заправить свой автомобиль биотопливом. И если каких-то лет двадцать назад казалось, что никакой альтернативы нефти нет и не будет, то теперь ситуация начинает меняться. Что означает эта тенденция для России и стоит ли нам развивать это направление — на этот вопрос мы постараемся ответить.



Начиная с 2003 года, в мире наблюдалась устойчивая тенденция по росту производства и потребления биотоплива. Основной причиной этому послужила щедрая поддержка индустрии со стороны правительств США и Европы, а основными предпосылками стали рост цен на нефть, идеи энергетической безопасности, стремление к уменьшению выбросов парниковых газов. В США наибольшую популярность приобрел топливный этанол, получаемый в основном из кукурузы и используемый как вместо бензина, так и в смеси с ним. Следует отметить тот факт, что если содержание этанола в смеси не превышает 10 %, то двигатель внутреннего сгорания не нуждается в переделке. В Европейских странах большее развитие получил биодизель, сырьем для которого служат различные масла — рапсовое, пальмовое, подсолнечное, и который может применяться как вместо дизельного топлива, так и в смеси с ним. По аналогии с этанолом смеси с низким содержанием биодизеля не требуют внесения изменений в конструкцию двигателя.

Щедрая поддержка со стороны государств США и Западной Европы привели к безудержному росту мощностей по производству биоэтанола и биодизеля в этих странах. Так, только за последние три года производственная мощность этих производств увеличилась примерно в 3–4 раза. Вместе с тем это увеличение сопровождалось ростом цен на продовольствие, что дало повод многим политикам обвинить биотопливную индустрию в раздувании цен на продовольственные товары. Хотя в настоящее время существует множество исследований (New Energy Finance: «Food price increases: Is it fair to blame biofuels?»), показывающих, что этот скачок цен был во многом обусловлен увеличением населения в развивающихся странах и повышением их уровня жизни, биотопливная индустрия не смогла отстоять свои интересы в глазах общества, поэтому интерес к ней постепенно стал угасать.

Зато повышенным вниманием стало пользоваться биотопливо второго поколения — топливо, получаемое, например, из соломы или отходов древесного производства, то есть не конкурирующее за землю с пищевыми отраслями и имеющую низкую или даже отрицательную стоимость сырья. В настоящее время производство биотоплива второго поколения находится в зачаточном состоянии и реализуется только в нескольких пилотных проектах, по различным оценкам до коммерческого производства осталось от 2 до 3 лет. Проблемой здесь является пока еще высокая стоимость переработки биомассы, и еще не до конца ясно, какая технология окажется наилучшей: газификация, кислотный или ферментный гидролиз — хотя последний способ считается наиболее перспективным.

Таблица 1

Планируемые мощности по производству биоэтанола

Компания	Регион	Стоимость (\$ млн)	Производственная мощность (млн л в год)	Сырьё	Статус
Титан	Омск	520	190	зерно	Строительство началось в 2006 г.
Башнефть-Юг	Ростов		320	Кукуруза, сахарная свекла, пшеница	Планируется
Агротор	Пенза		19		Планируется
Метасинтез	Тамбов	335	317	Пшеница	—
Пава	Ребриха, Алтай		127	Пшеница	Планируется
Администрация Волгоградской области и Випойл	Волгоград	81	87,5		—
Татнефтехиминвестхолдинг	Республика Татарстан		25		

Интересными направлениями здесь также являются получение биобутанола и выращивание алгае. Биобутанол обладает более высокой энергоёмкостью, чем биоэтанол, а также в отличие от последнего позволяет использовать существующую инфраструктуру для его транспортировки. О намерениях создать производство биобутанола объявили корпорации BP и DuPont. Алгае же представляют собой простейшие водоросли, которые активно размножаются и увеличивают свою биомассу при потреблении углекислого газа и воздействии солнечного света. Путем несложной переработки из алгае получается биодизель.

Модные западные веяния не обошли стороной и Россию. В течение 2007 и 2008 года было заявлено порядка десяти проектов по производству биодизеля и биоэтанола. Будучи на посту председателя правительства, о необходимости поддержки этой отрасли заявлял Зубков. Но в отличие от западных стран Россия обладает огромными резервами углеводов и еще долгое время будет оставаться основным поставщиком энергетических ресурсов в мире. Так нужно ли России производство биоэтанола и биодизеля?

ЧТО ИМЕЕМ

На Россию приходится около 9 % земель в мире, пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур. Большая часть из этих земель не используется, что означает наличие огромного потенциала по производству биотоплива в нашей стране. Тем не менее, на фоне западных стран активность в этой сфере у нас практически стремится к нулю, что объясняется прежде всего наличием больших запасов традиционных источников энергии и административными барьерами.

Например, выращивание культур для биотоплива подпадает под юрисдикцию Министерства сельского хозяйства РФ, а получение топливного этанола из них

подпадает под контроль не только этого министерства, но и местных администраций. Самым же главным препятствием для развития биоэтанола является то, что он, как и алкогольная продукция, облагается акцизом в 25 рублей на литр, то есть только размер этого акциза уже превышает себестоимость бензина. В марте этого года правительство Зубкова пообещало широкую поддержку этанольному бизнесу и поставило амбициозную цель по выпуску 2,5 млрд литров этанола в год, но никаких реальных законопроектов в этом направлении принято не было. Отсутствие ясности и четких перспектив развития отрасли не вызвало большого оптимизма со стороны инвесторов, и потому на сегодняшний день в России работает только одно производство (из заявленных десяти, табл. 1), выпускающее небольшие партии биоэтанола.

Что касается биодизеля, то на сегодняшний день в России не работает ни один завод по выпуску этого биотоплива, хотя в прессе можно найти большое количество заявлений о старте биодизельных проектов. Потенциальным сырьем для них в нашей стране является подсолнечное, рапсовое и соевое масло. Производство подсолнечного масла в России в несколько раз превышает внутреннее потребление, и, казалось бы, оно должно быть наиболее интересным для производителей биодизеля. Однако серьезным препятствием здесь являются высокие цены на подсолнечное масло, которые делают его переработку в биодизель практически бессмысленной. Большинство проектов в качестве сырья собирается использовать рапс: согласно оценкам Российской биотопливной ассоциации, производство рапса в стране должно утроиться в ближайшее время и достигнуть 3,5 миллиона тонн в год благодаря увеличению площади посадки рапса на 1,1 миллиона гектар в следующие три года. Основная цель этого увеличения — производство и экспорт биодизеля в Европу. Однако уже начиная с 2015 года рапсовый биодизель не будет удовлетворять европейским стандартам по снижению выбросов углекислого

Таблица 2

Планируемые мощности по производству биодизеля

Компания	Регион	Стоимость (\$ млн)	Производственная мощность (млн л в год)	Сырьё	Статус
Продекс	Кемерово	8,5	24	Рапс	Запуск в 2009 г.
Правительство Алтайского края	Алтайский край			Рапс	—
Юг Руси		19–32	12		—
PPM Technologie	Краснодарский		12	Рапс	—
EFKQ	Ростов/Саратов		18		Планируется
T&T Trade	Орел	71	12	Рапс	—
Азовский судовой верфь	Ростов	95	18		Планируется

газа, и, скорее всего, российским производителям придется искать новые рынки для сбыта своей продукции. Если учесть то, что строительство биодизельного производства занимает 1–2 года, а средний срок окупаемости 7–8 лет, то проекты, которые сейчас находятся на стадии планирования, сталкиваются с серьезными рисками потери продаж через 3–4 года после ввода в эксплуатацию, поэтому вероятность увидеть рост этого сектора близка к нулю.

А ЧТО ЖЕ С БИОТОПЛИВОМ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ?

В принципе можно догадаться, что если в России нет никакой реальной активности с биотопливом первого поколения, то со вторым дела обстоят еще хуже. Стоит лишь отметить, что не так давно Ростехнологии купили Тулунский гидролизный завод и собираются производить на нем топливный этанол из отходов деревообработки. Также заявлено о намерении купить еще порядка 20–30 гидролизных заводов с той же целью. Не сомневаемся, что государственной корпорации удастся пролоббировать отмену акциза на этанол и, возможно, добиться

хороших предпочтений, но ключевым вопросом будет себестоимость продукта, полученного таким способом на старом оборудовании. На Западе уже лет пять идет активный исследовательский процесс и были достигнуты хорошие результаты по улучшению себестоимости с помощью самых современных технологий, тем не менее до коммерческого производства дело пока не дошло. Поэтому многие специалисты сомневаются в целесообразности этих инвестиций со стороны Ростехнологий.

Получается, что биотопливная отрасль в России находится в зачаточном состоянии, и шансов на ее рост при прочих равных практически нет. Для того чтобы привлечь инвесторов, государство должно не только декларировать свой интерес к отрасли, но и принять соответствующие законы по ее поддержке и развитию, основываясь на опыте своих западных соседей. Тут, правда, встает вопрос — а нужно ли нам все это?

СТОИТ ЛИ ОВЧИНКА ВЫДЕЛКИ?

Если взглянуть на историю биотопливной индустрии в мировом масштабе за последние несколько лет, то окажется, что наиболее здоровой она была в период низких

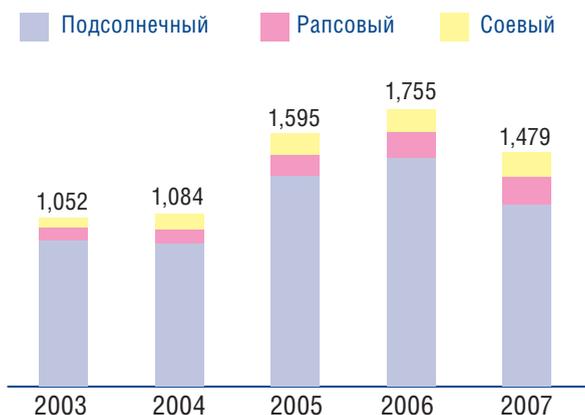


Рис. 3. Биодизельный потенциал: миллионы литров в год



Рис. 4. Продукция Программы поддержки экспорта подсолнечного масла Министерства сельского хозяйства США, тыс. т/%

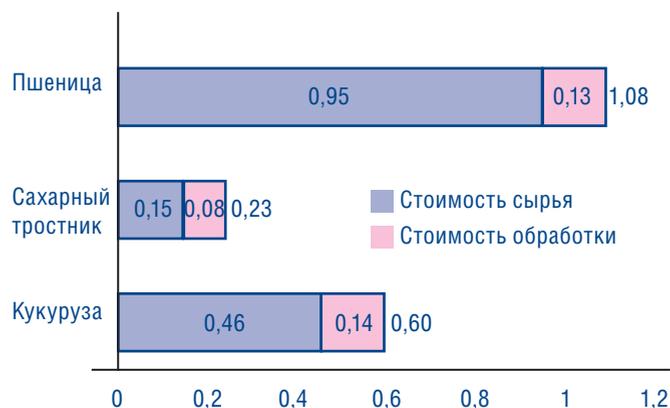


Рис. 5. Стоимость этанола в сырьевой промышленности (долл./л)

цен на продовольствие и относительно высоких — на нефть. В 2007 и 2008 годах ситуация резко поменялась, и даже при серьезных государственных дотациях объявляют о своем банкротстве некоторые этанольные компании (например, Verasun) в США, в Европе начинают простаивать мощности по производству биодизеля, появляется тенденция к постепенному отказу от поддержки отрасли со стороны правительств и т. п. Единственным, по сути, исключением является этанол из сахарного тростника, который имеет низкую себестоимость и в больших количествах производится в Бразилии.

Так как сахарный тростник у нас не растет, то априори получается, что сектор потребует дотаций со стороны государства. А зачем России еще одна индустрия, живущая на дотации? Ответом на это может служить создание рабочих мест, но так как современное биотопливное производство нуждается в малом количестве работников, эта идея выглядит сомнительной. Все это верно,

правда, для централизованной модели производства, а вот в развитии биотопливных производств «на местах» экономический смысл может быть. Гипотетически представим себе район, который несет на себе высокие издержки по транспортировке топлива откуда-то извне и в то же время обладает избыточными сельскохозяйственными ресурсами. Тогда имеет смысл построить небольшой биотопливный комплекс для обеспечения внутренних топливных нужд. За счет экономии транспортных издержек такой комплекс вполне может стать рентабельным. Не стоит, правда, надеяться, что такие малые комплексы сами будут появляться на просторах нашей родины, зато если от государства поступит ясный сигнал на поддержку этой стратегии (лучшего всего подкрепленный законодательно), то, скорее всего, он не останется незамеченным, и мы увидим хороший рост сектора.

На Западе некоторое время назад стали приходиться к выводу, что биотопливо 1-го поколения должно послужить лишь подготовительной площадкой для внедрения технологий следующего поколения. Это согласуется с нашими выводами: по возможности этот этап лучше безболезненно перешагнуть, развивая лишь малые биотопливные комплексы, и попытаться сконцентрировать свои силы на биотопливе 2-го поколения. Стоит также пристально изучить критерии устойчивости биокомплексов (sustainability criteria), к которым стали склоняться политические усилия в Европе. Проекты, у которых в процессе полного цикла выращивания (с учетом удобрений, сельхозтехники, транспорта и т. д.) и переработки культур тратится топлива больше, чем его потом получают, или которые увеличивают выбросы углекислого газа (что происходит, например, при вырубке леса для увеличения посевных площадей), должны отклоняться.

БЕГУЩЕЙ СТРОКОЙ

ЗАО «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ» (ЗАО «ВИВ»)

Тел: (495) 641 00 41 (многоканальный); факс: (495) 641 00 40;
E-mail: info@pump.ru; Internet: www.pump.ru. 127018, г. Москва, ул. Полковая, д.1

Официальный дистрибьютор ИТТ Water&Wastewater, RITZ Pumpenfabrik и др. компаний

ЗАО «ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ» ПРИГЛАШАЕТ НА БЕСПЛАТНЫЕ СЕМИНАРЫ

«Основы расчета и конструирования насосных станций
и очистных сооружений с использованием погружной техники».

ЭТИ СЕМИНАРЫ СОСТОЯТСЯ:

- 09.02.2009 – в ООО «Ленгипронефтехим», Санкт-Петербург.
- 10.02.2009 – в АОЗТ «Механобринжиниринг», Санкт-Петербург.
- 11.02.2009 – в ГУП «Ленгипроинжпроект», Санкт-Петербург.
- 12.02.2009 – в ЗАО «Гипробум», Санкт-Петербург.
- 16.02.2009 – МГУП «Мосводоканал», Москва, Плетешковский пер. 2, ст. метро «Бауманская».

Заявки на семинар принимаются по факсу (495)641-00-40, e-mail: info@pump.ru,

ПРАВОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Московская коллегия адвокатов «Князев и партнеры» создана с целью комплексного правового обеспечения деятельности компаний в современных условиях российского рынка.

Успешное развитие и функционирование бизнеса невозможно без надежной правовой поддержки, которая является таким же конкурентным преимуществом, как и передовые технологии, наличие сильного бренда и команды профессиональных управленцев.



Недостаточное внимание к юридической стороне ведения бизнеса может повлечь за собой целый ряд негативных последствий, таких, как конфликт собственников, нарушение интеллектуальной собственности, проблемы с персоналом, контролирующими органами и, как следствие, финансовые потери, вплоть до утраты бизнеса и даже уголовное преследование.

Грамотная юридическая поддержка поможет создать надежный щит, позволяющий минимизировать финансовые потери, снизить риски конфликтов с контролирующими органами и сохранить бизнес.

Сотрудничество с нашей Коллегией — это эффективные инвестиции в успешное развитие Вашей компании.

Контактные телефоны: моб. 364-54-14, (495) 699-34-03 (89-66), 765-87-67,

Офис МКА «Князев и партнеры» расположен: 127006, г. Москва, ул. Малая Дмитровка, д.16/6
www.kniazev.ru www.dpdiz.ru

С уважением,

Партнер
адвокат В. Юрасов
yurasov@kniazhev.ru
urasov75@mail.ru