

УДК 622.00.25

**В. А. Батлук, В. Г. Макарчук, Э. В. Романцов, И. В. Проскурина**  
*Национальный университет «Львовская политехника»*

## **ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ**

*Описується сучасний стан забезпечення питною водою населення і технічною — промисловості. Проведено аналіз можливостей позитивного вирішення проблеми, пов'язаної з нестачою води.*

*This article shows the modern condition of the water provision in Ukraine, and it shows the organized analysis of the provision possibilities by drinking water for the population and technical water for industry, reasons of the Ukraine ecological problem, about Donbass, in particular connected with defect of water.*

Самая большая экологическая проблема для всех промышленных регионов Украины — обеспечение питьевой водой населения и технической — промышленности. Основными причинами загрязнения подземных и поверхностных вод являются интенсивное водопонижение при разработке полезных ископаемых, неупорядоченные сброс и утечка промышленных стоков из прудов-накопителей и отстойников предприятий, хранение и использование удобрений и ядохимикатов в сельском хозяйстве, промышленные выбросы в атмосферу и т.д.

К основным источникам загрязнения вод относятся: промышленность, сельское и жилищно-коммунальное хозяйство, атмосферные осадки, различного рода аварии, водный транспорт, отвалы горных выработок и др. В связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства возросло потребление минеральных удобрений, часть которых с речным стоком поступает в поверхностные и подземные воды. Почти 1/3 внесенных минеральных удобрений вымывается из почв и выносится в реки, открытые водоемы, водохранилища. Исследования воды показали, что в зависимости от географического положения водозабора и расположения в этих районах промышленных предприятий и сельскохозяйственных угодий основные характеристики воды сильно отличаются друг от друга. Поэтому необходимо проанализировать состав и содержание различных примесей в воде по регионам для определения возможности использования её для технических и потребительских целей.

В атмосферу ежегодно выбрасывается около 700 тыс. т загрязненных веществ 300 наименований, более трех четвертей которых не очищены. Высокий удельный вес промышленности в хозяйственном комплексе Украины, недостаточное оснащение предприятий пыле-газоулавливающими устройствами привело к снижению в воздушном бассейне содержания кислорода и повышению количества токсичных веществ. В подземном водоносном горизонте скопилось около 5 млн.т минеральных солей и свыше 230 т амино-

и нитросоединений. Высокая степень загрязнения природной среды при большой плотности населения (500 чел. на 1 кв. км) приводит к повышенному уровню заболеваемости.

Самая сложная ситуация в нас с питьевой водой. Основным источником хозяйственного и питьевого водоснабжения являются подземные воды. Из разведанных запасов пресной воды ГОСТу «Питьевая вода» отвечают лишь 14%. Огромный вред водоемам наносит коммунальное хозяйство: только 8% стоков можно считать очищенными. Подача питьевой воды по графику вследствие дефицита усиливает угрозу её бактериального загрязнения. Проведенные анализы родниковой воды показали, что даже криничная вода по многим параметрам не соответствовала ГОСТу еще в 1998 году. С экологической точки зрения ситуация с водными ресурсами в Украине хуже, чем состояние воздушного бассейна, в пять раз.

Высокая концентрация промышленного и сельскохозяйственного производства, транспортной инфраструктуры в сочетании со значительной плотностью населения создали огромную нагрузку на биосферу — наибольшую в Украине и Европе. Техногенная нагрузка на окружающую природную среду во многих регионах нашей страны достигла уровня, который является угрозой для окружающей среды и здоровья населения. Остаются неудовлетворительными показатели качества воды Азовского моря. Отсутствие полигонов по захоронению и заводов по обезвреживанию и переработке токсичных отходов толкает к размещению высокоопасных отходов на свалках и в других непригодных для этого местах. Со сточными водами в водные объекты ежегодно поступает около 8 тыс. т органических и 22 тыс. т взвешенных веществ, 2–2,5 тыс. т азота аммонийного, более 200 т нефтепродуктов, 3 т фенолов и других загрязняющих веществ. Ещё больше неконтролируемых загрязняющих веществ поступает в водные объекты с дождевыми и тальными водами, с поверхности городов, промышленных площадок предприятий, сельскохозяйственных угодий.

По многолетним данным Львовской областной санэпидемстанции, более половины всех проб воды в источниках не отвечают санитарным нормам и правилам по химическим показателям и почти половина по бактериологическим. Например, в среднем по Донецкой области на одного жителя за год приходится около 483 кг вредных компонентов выбросов, что почти на 60% больше, чем в целом по Украине (285 кг/год) и почти в 2,5 раза больше, чем в Ивано-Франковской, Львовской, Житомирской, Ровенской, Тернопольской, Хмельницкой и Черновицкой областях, где этот показатель составляет около 200 кг/год. Водопотребление, 60% которого составляют нужды промышленности, является самым высоким в стране, а сброс загрязненных промышленных сточных вод в поверхностные водоемы равен 30% объема общего сброса по Украине. Не осталось чистых природных вод и практически нет водоемов второй категории качества воды, а река Днепр по некоторым показателям не подходит даже под третью категорию качества. Это означает, что главная

водная артерия Украины скоро может стать непригодной для удовлетворения питьевых нужд. В результате мощной техногенной нагрузки на реку Днепр его экосистема уже достигла пределов своих самоочистительных возможностей относительно загрязнения водной среды.

Занимая только 0,5% мировой суши, Украина добывает около 5% мирового объема минерального сырья. В 80-е годы по уровню добычи минеральных ресурсов на душу населения (20–25 т/год) она занимала одно из первых мест в мире. Интенсивное освоение земных недр с использованием ресурсо- и энергоемких технологий привело к нарушению природных гидрогеологических условий и накоплению огромного количества промышленных отходов. Кризис, охвативший большинство отраслей горнодобывающей промышленности (угледобыча, горнорудная и горно-химическая отрасли, добыча нерудных полезных ископаемых), вывел на первый план проблему, которая до сих пор пребывала в тени. Закрытие горнодобывающих предприятий и шахт может спровоцировать непредсказуемое ухудшение экологической ситуации, а масштабный характер этой проблемы вызвать катастрофические последствия. Пренебрежение в ходе консервации правилами экологической безопасности привело к существенному изменению подземных и поверхностных вод, подтапливанию и заболачиванию территорий, засолению и загрязнению рек, проседаниям земной поверхности, активизации карстовых и оползневых процессов. При закрытии угольной шахты после погашения горных выработок прерывает работу и водоотлив. С узкотехнологической точки зрения это оправдано: с прекращением выработки отпадает необходимость в откачке из неё воды. Постепенно вода из затопленной шахты перетекает в соседние горные выработки действующих шахт, все выше поднимается по трещинам и разломам в горных породах, подтапливая участки земной поверхности. В пустотах горных выработок закрытых шахт (вентиляционные системы отключены) скапливается метан. Вода вытесняет его на поверхность, формируются новые пути миграции, и взрывоопасный газ проникает в подвалы жилых промышленных сооружений, на соседние действующие шахты. Это приведет к усилению сдвиговых процессов земной поверхности с масштабным разрушением наземных сооружений.

В последние годы рассматривается вопрос обеспечения питьевой и технической водой из подземных источников. Ещё 25 лет назад была проведена оценка прогнозных ресурсов подземных вод. Аналогичные выводы и предложения рассматривались на совещании государственной геологической службы. Расположенные на разных горизонтах прогнозируемые запасы артезианских подземных вод составляют 50 млн. куб. м в сутки. По расположению подземных вод наиболее обеспеченными считаются северные и западные районы, наименее — восточные и южные. Из разведанных запасов артезианских вод используется только 30%. Поэтому вопрос обеспечения водой в Украине стоит очень остро, и особенно необходима подготовка и очистка подземных вод для дальнейшего использования их населением и промышленностью.

Современные технологии добычи, использования, очистки и сброса вод в промышленных районах поставили на грань само существование людей в целом по стране. Антропогенная деятельность привела к необратимому уничтожению воды требуемого качества. Наряду со строжайшим соблюдением экологической дисциплины существуют пути выхода из сложившейся ситуации — использование шахтных вод и бутилированной воды, создание новых очистительных средств и способов, современных методов окончательной очистки воды в домах.

Главной проблемой промышленных регионов Украины является отсутствие воды для бытовых целей и как технологического сырья для промышленных предприятий. Среди основных причин — следующие. Во-первых, большая часть территории находится в засушливой зоне, и воды из рек и артезианских скважин недостаточно для удовлетворения потребности страны с наибольшей плотностью населения. Во-вторых, имеющаяся вода постоянно разбавляется вредными примесями, и часть их так велика, что способность самогенерации ее естественным образом либо находится на пределе, либо вообще перешла этот предел. В-третьих, антропологическая деятельность человека, особенно в последние десятилетия, нарушила естественные пути кругооборота воды, главным образом из-за неразумного закрытия промышленных предприятий. Даже если исключить отсутствие оборотных циклов воды на многих предприятиях, картина остается нерадостной — воды не хватает.

Особенно сложное положение со снабжением питьевой водой. Многие города и посёлки годами не получают водопроводную воду, а вода из родников, как правило, не соответствует действующим стандартам. Не улучшает водоснабжения населения и периодическая подача воды. Это связано с тем, что жители набирают избыточный запас её, кроме того, во время остановки внутри трубопроводов происходит интенсивное окисление труб, развитие бактерий, а проржавевшие трубы при отключении засасывают из внешней среды сбросные (часто фекальные) воды с болезнетворными бактериями. Поэтому поиск источников снабжения водой является не просто важной технической задачей, но и задачей первоочередной, а решение её возможно только при комплексном подходе к проблеме.

Вода должна подвергаться некоей обработке, например, фильтрованию, обеззараживанию, нейтрализации определенных элементов, в отдельных случаях снижению жесткости. По крайней мере в качестве технической воды для промышленности она будет вполне пригодна, если учесть, что на бытовые нужды человечество в среднем затрачивает только 3% воды.

Нами предложена схема доведения качества воды до требований стандартов. В схеме предусмотрено фильтрование жидкости гидродинамическими фильтрами большой производительности. Фильтр (рис. 1) состоит из цилиндрического корпуса 6, патрубков 2 и 4 для подвода и отвода жидкости. Патрубки расположены на внешней поверхности фильтра (на противоположных сторонах) по его диаметру. Фильтроэлемент 1 цилиндрической формы (его боковая

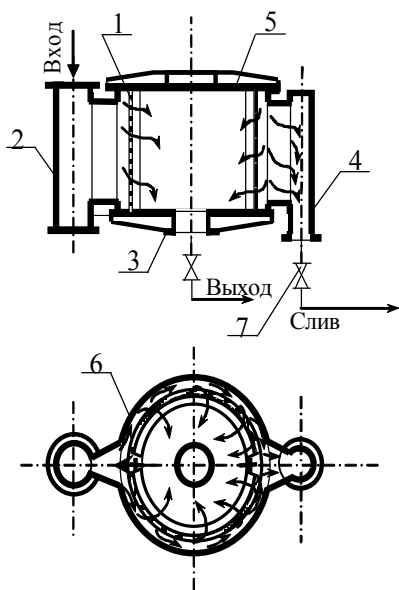


Рис. 1. Фильтр для очистки больших объемов маловязкой жидкости

патрубок 4 обогащается загрязняющими частицами, отделенными фильтроэлементом. Фильтры имеют разную производительность — от единиц метров кубических в час до десяти тысяч.

Обеззараживание воды может быть осуществлено импульсной установкой (рис. 2), которая обеспечивает электроимпульсную обработку её с последующей коагуляцией и седиментацией. В результате уничтожаются бактерии и микроорганизмы, удаляются хлор и его соединения, соединения металлов, нефтепродуктов и т.д. Обработка воды выполняется следующим образом. Вода, проходя через камеру 1, обрабатывается высокочастотными импульсами, вследствие чего гибнет 60–70% бактерий и микроорганизмов. Далее проходит через коагулятор 3, где

поверхность) покрыт перфорированным материалом. Расположен фильтроэлемент между внутренней поверхностью корпуса и двумя серповидными каналами, соединяющими полости патрубков 2 и 3. Цилиндрический корпус фильтра закрывается по торцам крышками. В нижней крышке фильтра выполнен выход (слив) 3, соединенный с внутренней поверхностью фильтроэлемента. Дроссель 7 размещен на трубопроводе, который присоединен к патрубку 4. Жидкость подается на очистку через патрубок 2, проходит через один из двух серповидных каналов, огибая фильтроэлемент 1, и выходит через патрубок 3 и слив 4. Соотношение этих потоков регулируется дросселем 7. Поток, который выходит из слива 3, очищается фильтроэлементом 1, а выходящий через патрубок 4 обогащается загрязняющими частицами, отделенными фильтроэлементом.

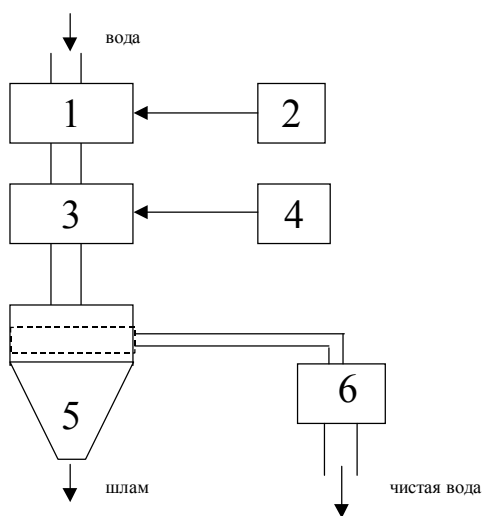


Рис. 2. Схема экспериментальной установки: 1 — камера для обработки высоковольтным разрядом; 2 — генератор импульсов; 3 — электрокоагулятор; 4 — источник постоянного тока; 5 — отстойник; 6 — угольный фильтр

выделяющиеся соли алюминия и железа «склеивают» оставшиеся микроорганизмы и другие продукты полураспада. Попадая в отстойник 5, примеси, содержащиеся в воде за счет различных потоков, разделяются, тяжелые частицы оседают на дно отстойника, а более чистая вода поступает на фильтр 6 и после этого может употребляться для питья или приготовления пищи. Эффективность обеззараживания воды после обработки в этой установке составляет 97–99,7 %.

Для снижения временной жесткости, вызывающей появление накипи на сменных трубопроводах и тепловых аппаратах, может быть использована электромагнитная установка с трапецеидальной формой электромагнитных импульсов (рис. 3).

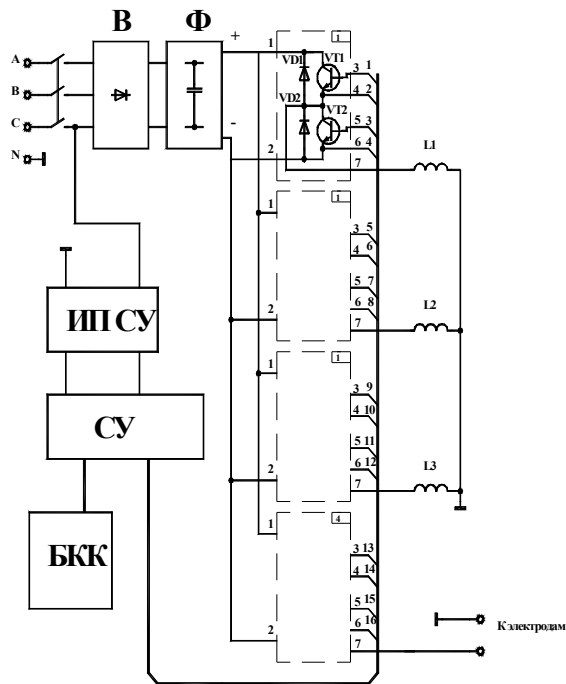


Рис. 3. Функциональная схема установки для смягчения воды:  
 В — выпрямитель трехфазный двуполярный; Ф — фильтр емкостный;  
 1–3 — ячейки преобразователей; СУ — система управления;  
 ИП СУ — источник питания системы управления;  
 L1–L3 — катушки омагничивателя

Конструкция омагничивателя изображена на рис. 4. Омагничиватель представляет собой камеру 1, образованную статором 4 трехфазного асинхронного двигателя и неподвижным цельнометаллическим ротором 3. Исходная вода через входной патрубок 1 подается в промежуток 7 между статором и ротором, в обмотки поступают импульсы колоколообразной формы, получаемые от трехфазного однополупериодного выпрямителя. После обработки в электромагнитном поле вода поступает в систему нагрева (для отопления или хозяйственных нужд).

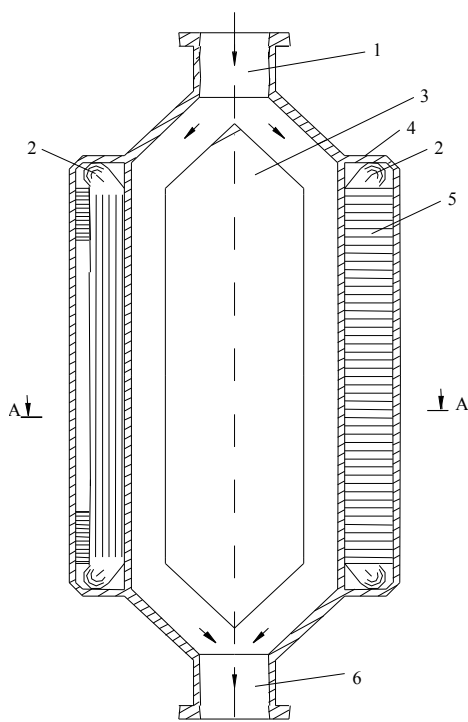


Рис. 4. Конструкция омагничивателя:

- 1 — входной патрубок; 2 — обмотка статора;  
 3 — ротор; 4 — статор; 5 — промежуток между статором и ротором;  
 6 — выходной патрубок;  
 7 — рабочий промежуток между статором и ротором;  
 8 — гидроизолирующие прокладки

А для хозяйственных нужд вода будет подаваться по централизованному водопроводу. Это сократит расходы как населения, так и государства, позволит обеспечить население водой даже в тех городах и поселках, где в настоящее время ее подают с большими перерывами, уменьшить долги населения по оплате за питьевую воду поставщикам.

Одним из путей получения в домашних условиях качественной талой питьевой воды является применение установки «Долина» (рис. 5) производства ООО «Холпи».

Качественную питьевую воду получают из обычной охлаждением её с помощью герметичного холодильного агрегата. Управление работой установки и поддержание необходимой температуры воды осуществляется блоком управления. Вода, очищенная на установке «Долина», по сравнению с исходной (питьевой из крана) обеспечивает снижение жесткости в 4,8 раза, нитратов — в 5,7 раза, хлора — в 9,7 раза, сульфата — в 3,6 раза, кальция — в 5 раз, магния — в 5,3 раза. При этом она полностью освобождается от цинка,

По нашему мнению, можно значительно уменьшить затраты на питьевую воду для населения за счет прекращения ее подачи по водопроводу. Это уже применяется в европейских странах, где вода поступает в жилые помещения без окончательной обработки, а в каждой квартире из неё получают питьевую, используя для приготовления пищи и других целей. Расчеты специалистов свидетельствуют, что использование в домашних условиях различных фильтров и очистителей питьевой воды дешевле (на 20–30%), чем приобретение ее в бутилированном виде. Анализы различной бутилированной воды показали, что большую часть её получают из водопроводной, применяя различные методы обработки и очистки.

свинца, молибдена, мышьяка, марганца и прочих вредных химических элементов и соединений.

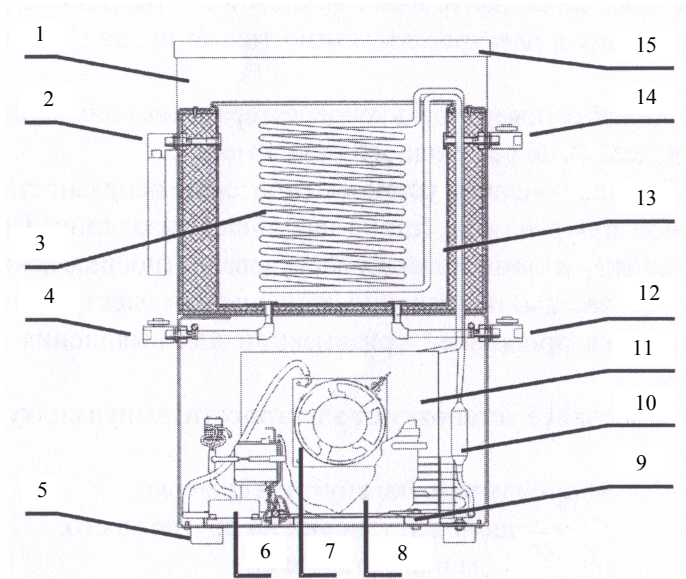


Рис. 5. Установка для приготовления талой воды:

- 1 — кожух; 2 — датчик перелива воды; 3 — блок охлаждения;  
 4 — штуцер слива талой воды; 5 — регулировочные опоры; 6 — блок управления; 7 — вентилятор; 8 — компрессор; 9 — основание установки;  
 10 — фильтр-осушитель; 11 — конденсатор; 12 — штуцер слива грязной воды;  
 13 — емкость для воды; 14 — штуцер для залива воды; 15 — крышка

В настоящее время уже существуют различные пути решения острой проблемы обеспечения чистой питьевой водой населения и технологической — промышленности. К сожалению, учитывая последние маркетинговые исследования стоимости воды, очищенной разными способами, можно отметить, что сейчас решение этой задачи ляжет в основном на плечи населения промышленных районов и предприятий, занимающихся качественной подготовкой воды.

1. Кусайко А. С., Смирнова И. В. Качественная вода — залог здоровья // Сб. науч. тр. работ студентов Донбасского гос. техн. ун-та. Алчевск, 2007. С. 162–167. 2. Финкельштейн З. Л., Финкельштейн Л. З. Новая технология очистки жидкостей // Мир техники и технологии. 2006. №5 (54). С. 76–79.