

УДК 628.16

**ПРИМЕНЕНИЕ БАРОМЕМБРАНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ВОДОПОДГОТОВКИ ДЛЯ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ С  
ЦЕЛЬЮ УМЕНЬШЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
ИСТОЧНИКИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

к.т.н., доц. **Н.П. Нечитайло**, к.т.н., доц. **В.Н. Деревянко**, студ. **Д.Е. Тюпа**  
*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

**Постановка проблемы.** Обеспечение водой отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям по физико-химическим, бактериологическим и радиологическим свойствам, является основой экологической безопасности населения страны. На Украине распределение водных ресурсов носит крайне неравномерный характер. Основная водная артерия - р. Днепр, протекающая по территории России, Украины и Беларуси. Свое начало Днепр берет возле с. Клевцово Смоленской области России в пределах Валдайской возвышенности на высоте 220 м над уровнем моря. Впадает Днепр в северо-западную часть Черного моря; в своем устье он вместе с р. Южный Буг образует просторный Днепро-Бугский лиман. Самый нижний по течению реки отрезок длиной 800 км представляет собой цепочку водохранилищ. Данный фактор обеспечивает дополнительную антропогенную нагрузку на водный источник, снижает возможность ассимиляции загрязнений и процессов самоочистки.

В условиях недостаточной мощности и слабого технического состояния очистных сооружений сточные воды, сбрасываемые промышленными предприятиями и населенными пунктами, оказывают существенное негативное воздействие на водные ресурсы. В Беларуси основные источники промышленных сточных вод – это, в частности, Орша, Могилев, Речица, Борисов, Минск (особенно регион Свислочи), Гомель и Бобруйск. В белорусской части бассейна наибольшая нагрузка, связанная с загрязнениями из городских/муниципальных стоков, возникает в Свислочи, где находятся водоочистные сооружения Минска; нагрузку также создает Могилев. Основные загрязняющие элементы - это биогенные вещества. По оценкам Беларуси, влияние муниципальных сточных вод носит широко распространённый, но умеренный характер. Днепр является одним из главных приемников загрязнений в Украине; до настоящего времени металлургия крупнейший источник загрязнения воды, а также угольная, химическая и нефтехимическая промышленности.

На территории Украины вдоль р. Днепр расположены такие промышленные гиганты как Киев, Днепропетровск, Запорожье, Днепродзержинск, Николаев и т.д. Это обуславливает высокую нагрузку на водный объект. Днепропетровская и Запорожская области имеет обширную промышленную зону, включающую химическую, металлургическую и горнодобывающую промышленность. Необработанные или недостаточно обработанные сточные воды от этих видов промышленности характеризуются наличием тяжелых металлов,

фенолов, нефтепродуктов и других опасных соединений [1,2]. Нагрузка, создаваемая тяжелыми металлами и растворенными минеральными солями, которые присутствуют в стоках действующих и заброшенных угольных шахт Донбасского региона Украины, весьма существенна, ее влияние оценивается как широко распространенное и интенсивное [3]. Не менее важную роль играет неправильно организованная утилизация промышленных и бытовых отходов – большинство свалок эксплуатируется с нарушением норм, на некоторых площадках уже превышена плановая емкость.

Большинство водоемов, за исключением рыбоводных прудов и некоторых технических водных объектов, используется для решения комплекса водохозяйственных задач и удовлетворения потребностей различных водопользователей (энергетики, транспорта, хозяйственно-бытового водоснабжения, рекреации, рыбо-хозяйственного и ирригационного использования). Требования, предъявляемые к качеству воды этих основных водопользователей, различны, но есть общее условие – вода в источниках должна быть доброкачественной, то есть допустимой к использованию человеком.

Из приведенного можно сделать вывод о том, что оздоровление р. Днепр будет проходить не один год, что потребует значительных инвестиций. Также стоит отметить, что мероприятия по снижению антропогенного влияния на водные источники должны носить комплексный характер по всей площади бассейна р. Днепр.

Комплекс мероприятий по организации водоснабжения и водоотведения должен включать в себя новые технические и технологические решения, которые будут выполняться с учетом современной экологической обстановки и рекомендаций по оздоровлению источников водоснабжения. Для снижения антропогенного влияния необходимо провести следующие мероприятия:

- модернизацию очистных сооружений;
- совершенствование правовой базы;
- создание замкнутых циклов водопользования;
- снижение расходов воды на единицу продукции для промышленных предприятий;
- ремонт сетей водоснабжения.

Для обеспечения качественной водой муниципальных и промышленных объектов необходимо решить следующие задачи:

- улучшение качества исходной воды;
- модернизацию сооружений очистки природных вод;
- использование современных реагентов, позволяющих снизить остаточные эффекты и избежать или в значительной степени снизить образование вторичных продуктов;
- использование безреагентных технологий, которые в комплексе позволяют снизить антропогенное влияние от сбросов.

Все предложенные мероприятия возможны только лишь при непосредственном государственном контроле и четкой экологической политике, а также межгосударственными договоренности с государствами, по территории которых протекает р. Днепр [3].

**Цель работы.** Выбор и обзор технологий водоподготовки.

В сложившихся условиях выбор технологии очистки и обработки как природных, так и сточных вод должен включать в себя несколько этапов. Это обусловлено тем, что качественный состав поступающих на обработку вод может изменяться в широких пределах. Соответственно на стадии разработки технологии водоподготовки в большинстве случаев необходимо производить экспериментальные исследования, связанные с выбором технологии, подбором реагентов и оборудованием.

Стандартная схема водоподготовки для паровых котлов низкого и среднего давления при заборе воды из поверхностных источников включает в себя: предварительное процеживание на микрофильтрах с последующей фильтрацией на напорных механических фильтрах эти две стадии служат для осветления воды, далее вода подается на двухступенчатое Na-катионирование для умягчения [4]. Вода, приготовленная по данной технологии, соответствует требованиям к качеству подпиточной воды для паровых и водогрейных котлов [5]. При данной схеме обработки порядка 20% воды уходит на собственные нужды станции [4]. Порядка 10-15% ионообменной смолы работает как грязевой фильтр на котором задерживаются частицы мелкодисперсные частицы и нефтепродукты, что в общем увеличивает затраты реагентов при регенерации, уменьшает фильтроцикл, увеличивает расходы воды на отмывку катионита. Сточные воды, образующиеся при регенерации Na-катионитовых фильтров, характерный для обрабатываемой воды р. Днепр приведен в таблице №1

Так из таблицы №1 видно, что стоки в несколько раз превышают нормы по ПДК для сброса водоем. На кафедре гидравлики совместно с ООО «ИГЦ «Технострим» экспериментально обоснована и внедрена технология водоподготовки на основе баромембранных методов с использованием вод поверхностных источников для использования подпиточной воды паровых котлов. Также дана оценка с экономической и экологической точки зрения.

Таблица 1

Характеристики сточных вод по основным показателям загрязнений при регенерации Na-катионитовых фильтров по усредненным показателям

Основные показатели состава сточных вод:	Показатель	ПДК для рыб.-хоз. водоемов
Среднее солесодержание, мг/л	8543,9	1000
Содержание $Cl^-$ , мг/л	5423	300
Содержание $Ca^{++}$ , мг/л	1197	180
Содержание $Na^+$ , мг/л	1657	не норм.
Содержание $Mg^{++}$ , мг/л	248	не норм.

Для обработки воды поверхностного источника используется следующая технология: на первой стадии микрофильтрация, которая позволяет удалить все механические примеси размером до 150 мкм, далее следует реагентно усиленная ультрафильтрация с использованием в качестве коагулянта оксихлорида алюминия, и далее следует двухступенчатая обратноосмотическая установка. При этом расчет установки производится с таким условием, чтобы в концентрате, который образуется на мембране общее солесодержание не превышало 1000 мг/л, что позволит сбросить концентрат со станции водоподготовки в ливневую канализацию предприятия. Главным недостатком данной схемы является то, что капитальные затраты на создание такой системы в 2,5-3 раза выше, чем при традиционной. Еще одним существенным условием работы системы микрофильтрация-ультрафильтрация-обратный осмос является то, что ее должен эксплуатировать инженерный персонал с высокой квалификацией ввиду высокого уровня автоматизации системы и сложности процесса. Однако согласно расчетных и эксплуатационных характеристик в течение 2,5 лет данная система окупает себя, ввиду более низкого расхода реагентов и меньшего потребления воды на собственные нужды. Также существенным преимуществом обессоливания воды при помощи баромембранной технологии является то, что сокращаются продувки барабанов котлов, таким образом, дополнительно сокращается расход энергии на подогрев сбрасываемой продувочной воды.

**Вывод.** Переход на баромембранные методы подготовки воды целесообразен для различных технологических циклов, ввиду их экономических и экологических преимуществ по сравнению с традиционными технологиями.

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. ЕСЕ/MP.WAT/32. Отчет по экологическим результатам деятельности по Украине. ЕЭК ООН, 2007 – 125 с.
2. Программа ПРООН – ГЭФ экологического оздоровления бассейна Днестра Речные бассейновые и иные институциональные механизмы в области трансграничного водного сотрудничества. ЕЭК ООН 2009 – 5 с
3. PIMS №. 3246 Реализация стратегической программы действий для бассейна Днестра с целью уменьшения загрязнения стойкими загрязняющими веществами. ЕЭК ООН 2010 – 128 с.
4. Фізико-хімічні основи очищення стічних вод /[Запольский А.К., Міпкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., Брик М.Т., Гвоздяк П.І., Князькові Т.В.]; під ред. А.К. Запольского. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.
5. НАОП 0.00-1.08-94 Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів.
6. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) (см.) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Минрыбхоз СССР, 1990, 49 с.