

Гуринович А.Д., Хмель Е.В.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Введение.** Состав элементов системы водоснабжения зависит от множества факторов: гидрогеологических условий, качества воды, рельефа местности, технологии подачи и очистки воды, требований к бесперебойности водоснабжения, расстояния от источника водоснабжения до потребителей воды, объема водопотребления. Анализ литературных источников свидетельствует, что система водоснабжения может включать в себя следующие основные элементы: водозаборное сооружение, насосную станцию 2-го и последующих подъемов, сооружения водоподготовки, напорно-регулирующие емкости и водопроводную сеть [1–4].

В сельской местности Республики Беларусь основным источником водоснабжения являются подземные воды, поскольку они равномерно распределены по территории страны и характеризуются высокой стабильностью физико-химических и бактериологических показателей качества. Химическо-бактериологические анализы проб подземных вод показывают, что «более 90% проб соответствуют санитарно-гигиеническим нормам» [5]. В то же время подземные воды содержат повышенную концентрацию железа, марганца и бора природного происхождения [6].

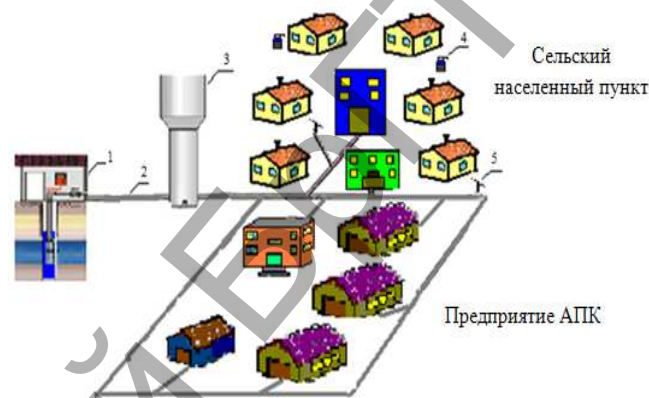
Анализ результатов анкетирования предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности АПК (далее – предприятия АПК) показал, что на балансе одного предприятия может числиться порядка 5–10 локальных систем водоснабжения, где в качестве водозаборных сооружений используются водозаборные скважины с дебитом 10–25 м<sup>3</sup>/час, оборудованные отечественными погружными электронасосами типа ЭЦВ-6, ЭЦВ-8 или ЭЦВ-9.

Для регулирования неравномерности водопотребления, поддержания требуемого давления в сети, хранения регулирующего и противопожарного запасов воды в сельскохозяйственных системах водоснабжения используются стальные водонапорные башни конструкции А. Рожновского объемом 15–50 м<sup>3</sup>, а для транспортировки воды к потребителям служит водопроводная сеть диаметром 50 до 150 мм в основном из чугуна и стали.

Во многих сельских населенных пунктах для водоснабжения ис-

пользуются шахтные колодцы, порядка 3 миллионов человек, проживающих в сельской местности получают воду из более чем 400 тысяч шахтных колодцев [7].

Типовая сельскохозяйственная система водоснабжения, служащая для удовлетворения производственных, питьевых и хозяйственных нужд, а также нужд пожаротушения предприятий АПК и сельских населенных пунктов, имеет вид, представленный на рис. 1.



1 – водозаборная скважина, 2 – водопроводная сеть, 3 – водонапорная башня, 4 – шахтный колодец, 5 – водоразборная колонка

Рис. 1. Типовая схема сельскохозяйственной системы водоснабжения

Эффективность эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения оказывает влияние на величину себестоимости и качество воды, а также стоимость сельскохозяйственной продукции. Анализ причинно-следственных связей между эффективной эксплуатацией сельскохозяйственных систем водоснабжения и затратами на водоснабжение представлен на рис. 2.



Рис. 2. Анализ причинно-следственных связей между эффективной эксплуатацией сельскохозяйственных систем водоснабжения и затратами на водоснабжение [разработка автора]

Хмель Е.В., ассистент, магистр экономических наук Белорусского национального технического университета. Беларусь, БНТУ, 220013, г. Минск, пр. Независимости, 65.



Рис. 3. Взаимосвязь характерных блоков, обеспечивающих эффективную эксплуатацию систем водоснабжения [разработка автора]

**О понятии «эксплуатация сельскохозяйственных систем водоснабжения».** Термин «эксплуатация» произошел от французского слова «exploitation», что в переводе означает использование, извлечение выгоды.

В соответствии с ГОСТ 25866-83 «Эксплуатация техники. Термины и определения» эксплуатация означает «стадию жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество» [8]. Также ГОСТ дает определение понятию «техническая эксплуатация»: «часть эксплуатации, включающая транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт изделия».

В «Правилах технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест» (далее – Правила), являющихся основным техническим нормативным правовым актом, регламентирующим эксплуатацию систем водоснабжения, указано, что «техническая эксплуатация должна обеспечивать бесперебойную и надежную работу всех сооружений при высоких технико-экономических и качественных показателях с учетом требований охраны водоемов от загрязнения сточными водами и рационального использования водных ресурсов» [9, с. 3]. При этом следует отметить, что Правила являются отраслевыми и разработаны для предприятий водоснабжения и водоотведения, обслуживающих население. В соответствии с СТБ 1884-2008 «Строительство. Водоснабжение питьевое. Термины и определения» понятие «надежность системы водоснабжения» трактуется как «свойство системы водоснабжения обеспечивать бесперебойную подачу воды с достаточным количеством и давлением физическим и юридическим лицам в соответствии с установленными нормами качества воды» [10].

Согласно СНБ 1.04.01-04 «Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации» техническая эксплуатация зданий и сооружений осуществляется в целях обеспечения их эксплуатационной надежности в течение всего периода использования по назначению [11].

Интерпретируя представленные трактовки можно сказать, что понятия «техническая эксплуатация» и «эксплуатация в действующих технических нормативных правовых актах» являются подобными. В данной статье под эксплуатацией сельскохозяйственных систем водоснабжения следует понимать обеспечение надежности работы элементов систем водоснабжения, при высоких технико-экономических показателях, на протяжении всего их жизненного

цикла с учетом требований охраны окружающей среды и рационального использования водных ресурсов.

Из полученного определения видно, что основная цель эксплуатации систем водоснабжения заключается в разработке и реализации мероприятий, направленных на обеспечение надежности работы систем водоснабжения, рациональное водопотребление и охрану водных источников от загрязнения.

Выполнение обозначенной цели возможно только за счет решения следующих задач эксплуатации, о которых говорится в нормативных правовых актах и технических нормативных правовых актах [9, 12–14]:

- обеспечение качества воды в соответствии с требованиями существующих нормативных правовых актов;
- обеспечение бесперебойной работы элементов систем водоснабжения в соответствии с заданным технологическим режимом работы;
- устранение в кратчайшие сроки аварий и повреждений с анализом причин возникновения для предупреждения их появления в будущем;
- своевременное проведение осмотров, технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов;
- проведение мероприятий по минимизации потерь воды и рациональному потреблению природных, материальных и трудовых ресурсов;
- внедрение механизации и автоматизации, научной организации труда.

**Систематизация этапов эксплуатации для повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения.** Представленные задачи эксплуатации можно сгруппировать в три характерных взаимосвязанных блока: блок менеджмента, технический и информационный (рис. 3).

Блок менеджмента направлен на анализ нормативных правовых и технических нормативных правовых актов, документации, содержащей информацию о техническом состоянии систем водоснабжения, объемах и стоимости работ по эксплуатации элементов водоснабжения. В данном блоке происходит изучение сведений об обеспеченности предприятия АПК техническими средствами, материальными ресурсами, кадрами для выполнения эксплуатации систем водоснабжения, информации о специализированных предприятиях и принимаются решения о привлечении к эксплуатации специализированных предприятий.

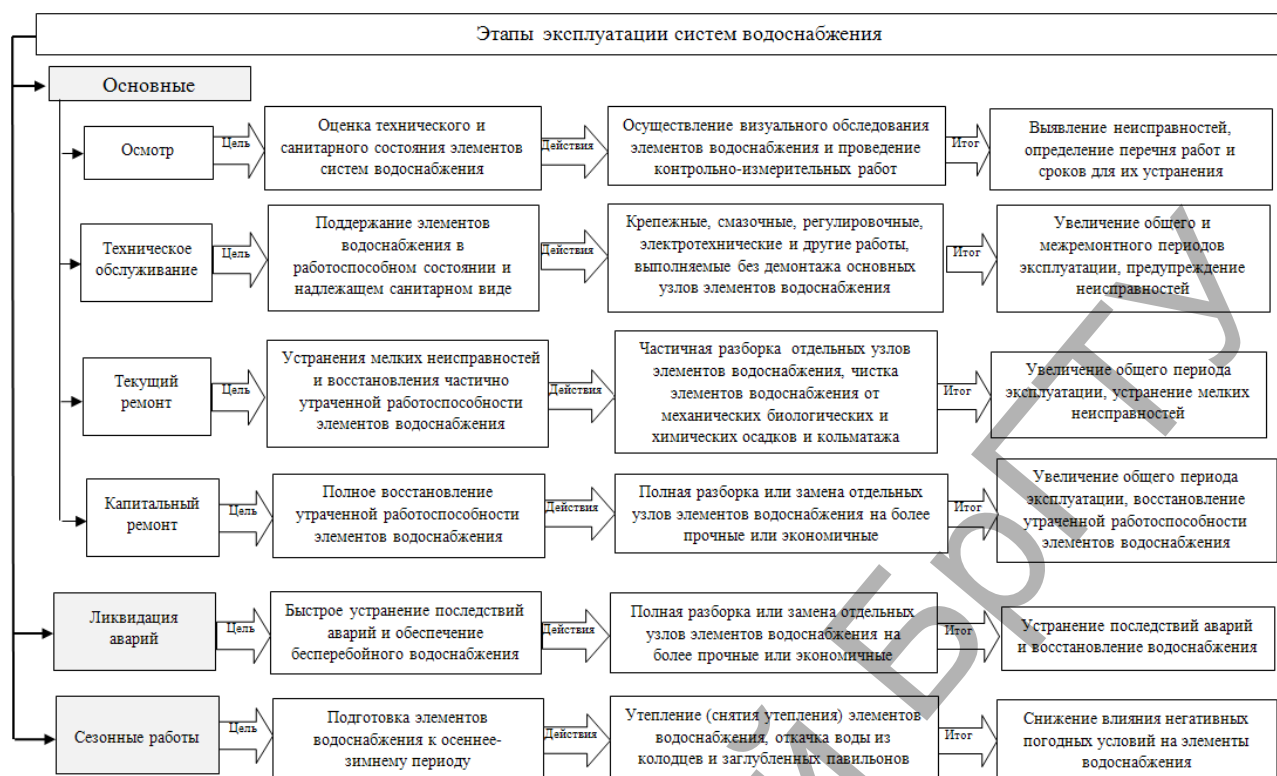


Рис. 4. Систематизация этапов эксплуатации для обеспечения эффективной эксплуатации систем водоснабжения

В ходе реализации блока менеджмента сначала определяется типовой перечень работ по эксплуатации для каждого элемента водоснабжения, на основании которого разрабатывается и утверждается план проведения работ по эксплуатации, мероприятий по повышению надежности, экономичности и качества водоснабжения, а также определяются исполнители работ. Затем происходит контроль за полнотой и качеством выполнения действующего плана для его последующей корректировки в целях повышения эффективности эксплуатации систем водоснабжения.

Анализ литературных источников показал, что нет единого мнения, какие работы должна включать в себя эксплуатация систем водоснабжения.

В работах Дмитриева В.Д., Мишукова Б.Г. и Балыгина В.В. в период эксплуатации систем водоснабжения для осуществления бесперебойного водоснабжения должен осуществляться плано-предупредительный осмотр и плано-предупредительные ремонты (текущий и капитальный) [12, с. 63; 14, с. 13].

Пойта Л.Л. выделяет, что для обеспечения бесперебойной и экономичной работы необходимо, в частности, «выполнение текущего и капитального ремонта, профилактического осмотра и проведение других мероприятий по предупреждению аварий, рассмотрение причин нарушений в работе, аварий и их устранение» [13, с. 4].

Алексеев В.С., Волоховский Г.А., Гребенников В.Т. утверждают, что работы по плано-предупредительному ремонту делятся на техническое обслуживание, текущий (профилактический и непредвиденный) и капитальный ремонт [15, с. 247]. Также в их работах упоминается о том, что «особое значение имеет подготовка объектов сельскохозяйственного водоснабжения для обеспечения бесперебойной подачи воды потребителям, независимо от капризов погоды» [15, с. 251].

Равовой П.У. и Иванова Т.П. работы по эксплуатации элементов водоснабжения подразделяют на осмотр, текущий ремонт (плано-предупредительный), капитальный и аварийно-восстановительные работы [16, с. 16].

В работах Морозова Э.А. содержится информация о техническом обслуживании (ежедневное, собственно техническое, сезонное)

[13, с. 109], текущем ремонте, капитальном ремонте и непредвиденных ремонтных работах [17, с. 111–112].

В «Справочнике по сельскохозяйственному водоснабжению» Логинова В.П. и Шуссера Л.М. [18] комплекс мероприятий для качественной эксплуатации включает в себя техническое обслуживание (ТО) и капитальный ремонт. «ТО-1 – это осмотр и проверка технического и санитарного состояния объекта сельскохозяйственного водоснабжения; определение режимных параметров скважины, контрольно-диагностические, крепежные, смазочные, регулировочные и другие работы; оформление технической документации» [18, с. 240]. ТО-2 связано с монтажом и демонтажем отдельных узлов элементов водоснабжения, а капитальный ремонт направлен на восстановление работоспособности элементов водоснабжения путем устранения отказов и неисправностей.

Это свидетельствует об отсутствии системного подхода к эксплуатации систем водоснабжения. В связи с этим была осуществлена систематизация этапов эксплуатации, представленная на рис. 4.

Первым этапом эксплуатации является осмотр, заключающийся в оценке технического и санитарного состояния элементов систем водоснабжения для выявления существующих неисправностей и разработки плана по их устранению. В качестве второго этапа следует выделить техническое обслуживание, осуществляемое для предупреждения неисправностей и увеличения межремонтных периодов элементов водоснабжения. Третьим этапом эксплуатации является текущий ремонт, проводимый для устранения мелких неисправностей и восстановления частично утраченной работоспособности элементов водоснабжения. Четвертый этап эксплуатации – это капитальный ремонт, выполняющийся для полного восстановления утраченной работоспособности элементов водоснабжения и связанных с временным прекращением работы отдельного элемента или части системы водоснабжения.

Все перечисленные этапы эксплуатации должны носить регулярный характер. Периодичность выполнения и состав работ для каждого этапа эксплуатации должны определяться исходя из технического состояния и условий эксплуатации элемента водоснабжения.

В отдельный этап эксплуатации следует выделить работы по ликвидации аварий, основная цель которых заключается в опера-



тивном устранении последствий аварий и обеспечении бесперебойного водоснабжения. Как правило, работы по устранению аварий сходны с работами, выполняемыми при капитальном ремонте.

Необходимо учесть и сезонные работы, связанные с подготовкой элементов систем водоснабжения к осенне-зимнему периоду и служащие для снижения влияния негативных погодных условий на элементы водоснабжения. Сезонные работы включают в себя утепление павильонов насосных станций и водонапорных башен, проверку водоразборных устройств, откачку воды из колодцев и заглубленных павильонов и т.д. и должны рассматриваться как отдельный этап эксплуатации систем водоснабжения.

Технический блок заключается в непосредственном выполнении обозначенных этапов эксплуатации и мероприятий по повышению надежности, экономичности и качества водоснабжения в соответствии с действующим на предприятии планом проведения работ по эксплуатации, мероприятий по повышению надежности, экономичности и качества водоснабжения.

В зависимости от степени обеспеченности предприятий АПК техническими средствами, материальными ресурсами, кадрами для осуществления эксплуатации систем водоснабжения выполнение этапов эксплуатации может частично или полностью делегироваться специализированным предприятиям.

Информационный блок предназначен для сбора сведений о ходе выполнения работ по эксплуатации, выявленных неисправностях и понесенных затратах (ремонтный журнал, ведомость дефектов, смета затрат и т.д.), об обеспеченности ресурсами для выполнения этапов эксплуатации, о специализированных предприятиях, которым можно делегировать выполнение этапов эксплуатации. Информационный блок выполняет функцию обратной связи между техническим блоком и блоком менеджмента.

**Заключение.** От эффективности эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения зависит себестоимость и качество воды, а наряду с ними и стоимость сельскохозяйственной продукции, о чем свидетельствует анализ причинно-следственных связей между эффективной эксплуатацией систем водоснабжения и затратами на водоснабжение.

Для повышения эффективности эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения предлагаем сгруппировать задачи эксплуатации в три взаимосвязанных блока (менеджмента, технический, информационный) и систематизировать работы по эксплуатации систем водоснабжения в этапы.

Группировка задач эксплуатации позволит обеспечить своевременную и качественную реализацию мероприятий по повышению надежности и экономичности работы систем водоснабжения за счет упорядочения задач по блокам и определения действий для их решения, а также наличия обратной связи между блоками.

Анализ источников литературы позволил систематизировать этапы эксплуатации систем водоснабжения в зависимости от их предназначения. В качестве основных этапов эксплуатации, направленных на поддержание элементов водоснабжения в работоспособном состоянии, выступают осмотр, техническое обслуживание, текущий ремонт и капитальный ремонт, в отдельные этапы выделены ликвидация аварий и сезонные работы, которые имеют своей целью устранение последствий аварий и снижение влияния негативных погодных условий на элементы водоснабжения соответственно.

Систематизация этапов позволит упорядочить работы по эксплуатации систем водоснабжения в единую, целостную систему, что обеспечит грамотное, оперативное планирование и качественное выполнение эксплуатации.

В целом статья рассматривает основные направления по повышению эффективности эксплуатации сельскохозяйственных систем водоснабжения, для минимизации себестоимости воды, увеличения количества и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение [текст]: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Водоснабжение и канализация» / Н.Н. Абрамов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 440 с.: табл. 50.: ил. 31б.
2. Гуринович, А.Д. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: планирование, проектирование, строительство и эксплуатация [текст]: монография / А.Д. Гуринович – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 244 с.: ил. – ISBN: 985-464-604-1.
3. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений [текст]: учебное пособие для студентов вузов / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова. – Том 1, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: АВС, 2003. – 288 с. – ISBN: 5-93093-210-7.
4. Николадзе, Г.И. Водоснабжение [текст]: учеб. для техникумов, 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1989. – 496 с.: ил.
5. Ресурсы поверхностных и подземных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekolog.na.by/files/4.htm>. – Сайт Городокской районной инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды – Дата доступа: 10.02.2013.
6. Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года [Текст]: утв. Решением коллегии М-ва природ. рес. и охр. окр. среды Респ. Беларусь 11.08.2011 № 72-Р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minpriroda.by/ru/legislation/newurl1649710582> – Сайт Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь – Дата доступа: 10.02.2013.
7. Волчек, А.А. Улучшение качества воды шахтных колодцев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aquaby.by/index.php/news/261/56/uluchsheniekachestva-vody-shahtnyh-kolodtsev/> / А.А. Волчек, С.Г. Белов, Е.И. Дмухайло, Ан.А. Волчек. – Сайт АкваБел: водоснабжение и водоотведение Беларуси – Дата доступа: 10.02.2013.
8. Эксплуатация техники. Термины и определения: ГОСТ 25866-83 [Текст]. – Введ. 1985-01-01. – М.: Изд-во гос. комитета по стандартам, 1983. – 9 с.
9. Правила технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест [Текст]: утв. М-вом ЖКХ Респ. Беларусь 06.04.1994: введ. в действие с 27.04.94. – Мн.: ООО «Смэлток», 2001. – 180 с.
10. Строительство. Водоснабжение питьевое. Термины и определения: СТБ 1884-2008 [Текст]. – Введ. 2009-03-01. – Мн.: Госстандарт, 2008. – 24 с.
11. Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации: СНБ 1.04.01-04 [Текст]. – Введ. 2007-03-02. – Мн.: Минстройархитектуры, 2004. – 20 с.
12. Дмитриев, В.Д. Эксплуатация систем водоснабжения, канализации и газоснабжения [Текст]: справочник / В.Д. Дмитриев, Д.А. Коровин, А.И. Кораблев, Г.П. Медведев, Б.Г. Мишуков, М.П. Наумов, Г.С. Чистова; под ред. Дмитриева, Б.М. Мишукова. – 3-е изд. перераб. и доп. – Лн.: Стройиздат, 1988. – 383 с.: ил. – ISBN: 5-274-00049-5
13. Пойта, Л.Л. Эксплуатация систем водоснабжения и водоотведения [Текст]: конспект лекций. – Брест: БГТУ, 2003. – 108 с.
14. Балыгин, В.В. Техническая эксплуатация сооружений водоснабжения [Текст]. – Новосибирск: НГАС, 1993. – 88 с.
15. Алексеев, В.С. Учебная книга мастера по ремонту скважин на воду / В.С. Алексеев, Г.А. Волоховский, В.Т. Гребенников. – М.: Колос, 1983. – 255 с.: ил.
16. Равовой, П.У. Эксплуатация инженерных систем: сельскохозяйственное водоснабжение и канализация [Текст]: учеб. пособие / П.У. Равовой, Т.П. Иванова – Горки: БГСХА, 2000. – 72 с.
17. Морозов, Э.А. Сооружение и эксплуатация водозаборных скважин [Текст] / Э.А. Морозов, В.А. Мерский. – Киев: Будивельник, 1979. – 148 с.
18. Логинов, В.П. Справочник по сельскохозяйственному водоснабжению [Текст]: справочник / В.П. Логинов, Л.М. Шуссер; под ред. В.С. Овдова. – М.: Колос, 1980. – 287 с.

Материал поступил в редакцию 07.03.13

In article the main directions on increases of efficiency of operation of agricultural systems of water supply for minimization of prime cost of water and improvement of quality of water are considered.

УДК 628.16

**Андреюк С.В., Волкова Г.А., Сторожук Н.Ю.**

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ И АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ИОНООБМЕННОЙ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Введение.** В настоящее время прослеживается тенденция к повышению содержания химических загрязнений как в поверхностных, так и в подземных водах. В частности, это проявляется в увеличении концентрации азотистых соединений, присутствующих в воде, в виде гидрата окиси аммония, нитритов, нитратов, соединений типа аминов и др.

Интенсивное применение азотных удобрений в сельском хозяйстве, развитие промышленных, городских агломераций – основные источники попадания азотсодержащих соединений в подземные горизонты, в том числе Белорусского региона [1].

С медицинской точки зрения аммонийный азот, нитраты, нитриты рассматриваются в качестве «предшественников» нитрозаминов, и их количество в воде, используемой для хозяйственно-питьевых целей, нормируется в большинстве стран мира.

Для того чтобы качество питьевой воды удовлетворяло нормативным требованиям, в ряде случаев необходимо осуществлять специальную обработку природной воды. И поскольку тенденция роста содержания соединений азота во многих регионах становится угрожающей, большой научный и практический интерес представляет исследование и оценка эффективности очистки водных систем различными методами.

На основании экспериментальных исследований анализируется практическая возможность использования ионообменных смол для очистки природных вод от азотистых соединений таким физико-химическим методом, как ионный обмен.

**Общие сведения об аппаратном оформлении процесса ионного обмена.** В настоящее время разработано большое количество ионообменных аппаратов, различающихся по принципу устройства и действия.

Рассматривая все многообразие аппаратов, применяемых для осуществления ионного обмена в промышленности, можно сделать вывод о том, что в них протекают определенные физические процессы (гидродинамические, тепловые, диффузионные), с помощью которых создаются оптимальные условия для проведения собственно ионного обмена (ионообменной реакции).

Для всех ионообменных аппаратов существуют общие принципы, на основе которых можно найти связь между конструкцией аппарата, основными закономерностями и особенностями протекающего в нем ионного обмена [2].

Критериями, по которым можно классифицировать ионообменное оборудование, являются периодичность и непрерывность процесса, его гидродинамический режим, состояние слоя ионита, принцип организации движения и контакта взаимодействующих фаз, конструктивная форма, подвод энергии и др.

По принципу организации процесса ионообменная аппаратура может быть разделена на три группы:

- аппараты непрерывного действия;
- аппараты полунепрерывного действия;
- аппараты периодического действия.

По гидродинамическому режиму различают следующие типы

ионообменных аппаратов:

- аппараты с пассивным гидродинамическим режимом (аппараты вытеснения);
  - аппараты с развитым гидродинамическим режимом (аппараты смешения);
  - аппараты с промежуточным гидродинамическим режимом (аппараты промежуточного типа).
- По состоянию слоя ионита могут быть аппараты:
- с неподвижным слоем;
  - с движущимся слоем;
  - с пульсирующим слоем;
  - с перемешиваемым слоем;
  - с циркулирующим слоем.

По принципу организации контакта взаимодействующих фаз различают:

- аппараты с непрерывным контактом фаз;
- аппараты со ступенчатым контактом фаз.

По принципу организации взаимного направления движения жидкой и твердой фаз аппараты разделяют на три группы:

- прямоточные;
- противоточные;
- со смешанным током.

Наряду с другими перечисленные выше классификационные признаки (состояние слоя ионита, принцип организации движения и контакта взаимодействующих фаз) оказывают самое большое влияние на принцип устройства и действия всего аппарата и в целом должны определять его конструктивный тип.

**Конструктивные типы аппаратов для ионного обмена и область их применения.** Конструктивный тип аппарата для проведения ионного обмена, принцип его действия, технологические характеристики зависят от многих факторов, к важнейшим из которых, определяющих устройство аппарата, можно отнести следующие: неоднородность системы (степень осветления жидкой фазы), концентрация в ней целевого компонента, ее физические и химические свойства, разность плотностей взаимодействующих фаз, интенсивность их перемешивания, время контакта и время установления равновесия, соотношение между жидкой и твердой фазами, непрерывность или периодичность процесса, удобство монтажа, обслуживания и ремонта аппарата, простота его изготовления, доступность конструкционных материалов и т.д.

В общем случае конструктивный тип аппарата должен обеспечивать высокую производительность и одновременно высокую эффективность его работы. Однако на практике каждый конструктивный тип аппарата в качестве оптимального может иметь только какой-либо один из этих двух показателей своей работы, поэтому каждая конструктивная группа аппаратов имеет свои, иногда довольно узкие области практического применения.

**Андреюк Светлана Васильевна**, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

**Волкова Галина Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

**Сторожук Наталья Юрьевна**, доцент кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.