

ной воде составляет 4,3 мг/л, т.е. полученное уравнение можно использовать для прогнозирования, так как величина расхождения находится в пределах погрешности измерения.

С учетом комплексного подхода к решению очистки сточных вод от нефтепродуктов было предложено использовать образующийся осадок при реагентной очистке с использованием агрегата из отработанных ионообменных смол, а также отработанный фильтрующий загрузки в качестве выгорающей добавки при производстве поризованной строительной керамики. Опытно-промышленные испытания подтвердили эту возможность.

Заключение. На основании результатов экспериментальных исследований установлены закономерности очистки сточных вод от нефтепродуктов, представленные в виде регрессионных уравнений, позволяющие в зависимости от требований к качеству очищенных

сточных вод определить параметры технологического режима реагентной обработки и фильтрования по предлагаемой технологии.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Романовский, В.И. Водоудерживающие свойства агрегатов, полученных из отходов отработанных ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Л. Грузинова // Вестник БрГТУ.. – 2013. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология – С. 101–103.
2. Романовский, В.И. Поверхностные свойства агрегатов, полученных из отходов отработанных ионообменных смол / В.И. Романовский, В.Л. Грузинова // Вестник БрГТУ. – 2013. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология – С. 103–106.

Материал поступил в редакцию 15.06.14

#### GRUZINOVA V.L., ROMANOVSKIY V.I., LIKHAVITSKY V.V. The mathematical description of process of reagent sewage treatment from oil products

In work as authors regularities of sewage treatment from oil products are received at reagent processing of sewage гидроксиды алюминия и унит от выполненных ионообменных смол и фильтрование на загрузки из отходов полипропилена. The regression equations reflecting influence of key parameters of processing of water on residual concentration of polluting substances in cleared sewage, allowing to choose the most effective modes sedums, sewage from oil products are also received.

УДК 628.544

Романовский В.И.

### АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Введение.** Вода является важным элементом для жизни человека. Значительный прогресс и интенсивное водопользование привели к ухудшению качества природных вод. Поэтому постоянный мониторинг состояния водных объектов, т.е. наблюдение, оценка и прогноз изменения этого состояния является необходимым инструментом для эффективного управления водным хозяйством.

**Целью работы** является анализ состояния источников питьевого водоснабжения в Республике Беларусь.

Подземные воды являются основным источником водоснабжения в Беларуси. Рост их добычи в 2012 году составил 7 млн. м<sup>3</sup> год. При этом уменьшение добычи воды из поверхностных водных объектов уменьшился на 4 млн. м<sup>3</sup> [1]. Наиболее крупными водопотребителями практически в равных долях являются сфера жилищно-коммунального хозяйства, промышленность и сельское хозяйство (суммарно около 90%). Наглядно структура водопотребления представлена на рис. 1.

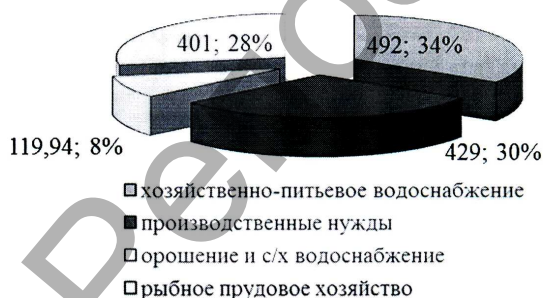


Рис. 1. Структура водопотребления в 2012 году

В республике имеется порядка 32 тыс. скважин (рис. 2), большинство которых находятся в неудовлетворительном состоянии и более трети – не работает (рис. 3).

Поверхностные воды представлены реками (21 тыс.), озерами (11 тыс.), водохранилищами (153) и 1500 прудами, водные ресурсы которых в составляют порядка 58 км<sup>3</sup> в год [2].

Основной проблемой качества питьевых вод продолжает оставаться повышенное содержание железа в подземных водоисточни-

ках и их вторичное загрязнение в трубопроводах. Более 50% централизованных систем питьевого водоснабжения не имеют необходимых сооружений подготовки воды до нормативного качества, а 43% сельского населения республики потребляет воду из шахтных колодцев, большинство которых имеет загрязнения по нитратам и микробиологическим показателям.



Рис. 2. Количество артезианских скважин, единиц, в т.ч. на балансе водопользователей по секторам экономики (на начало 2013 года)



Рис. 3. Количество артезианских скважин (на начало 2013 года), единиц

20,3% из 16846 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2011 году [2] не соответствовало санитарным нормам и правилам по санитарно-техническому состоянию, главным образом из-за отсутствия должного благоустройства зон санитарной охраны. В целом по республике 35,6% исследованных проб воды из источников централизованного водоснабжения не соответствовали

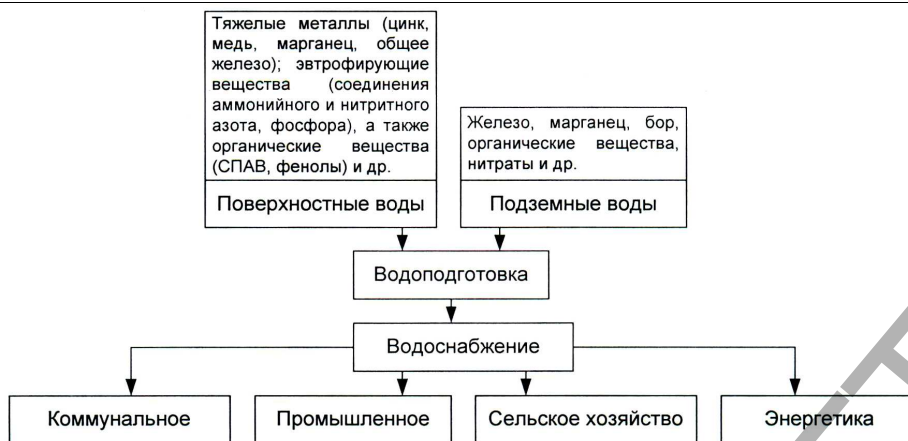


Рис. 4. Основные загрязняющие вещества, присутствующие в источниках водоснабжения

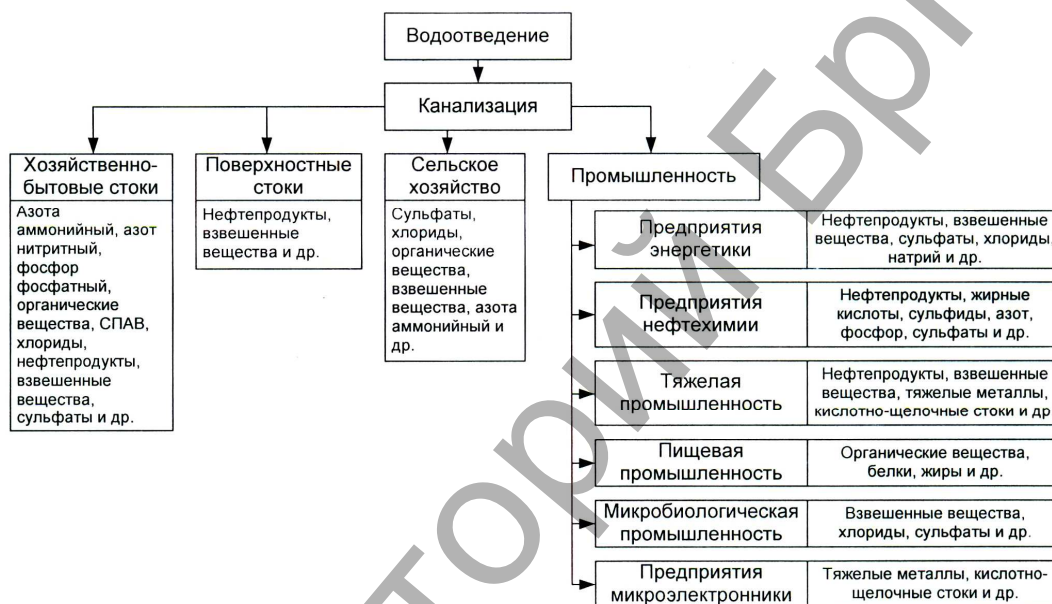


Рис. 5. Основные загрязняющие вещества в составе сточных вод различных природопользователей

гигиеническим нормативам для питьевой воды по санитарно-химическим показателям, в том числе в 6,7% проб превышение указанных нормативов отмечалось в 5 и более раз. Основной причиной отклонения от гигиенических нормативов на питьевую воду является повышенное содержание в воде железа и связанное с этим превышение норм по мутности и цветности. Также, по данным лабораторий учреждений государственного санитарного надзора, зарегистрированы водозаборы с повышенными в отношении к гигиеническим нормативам на питьевую воду концентрациями: марганца, аммиака, фтора, нитратов, хлоридов, жесткостью воды, окисляемостью перманганатной. Качество воды по микробиологическим показателям составило 0,66% проб, не соответствующих нормативам для питьевой воды.

По данным, представленным в [2] из 44816 источников нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (как правило, шахтные колодцы) на начало 2012 года находящихся на учете госнадзора, 8,1% не отвечают санитарным требованиям по обустройству, а 26,0% проб воды из них не соответствуют санитарным нормам по санитарно-химическому составу; 10,3% проб – по микробиологическим показателям. Удельный вес проб с эпидемиологически значимым для заболеваемости острыми кишечными инфекциями коли-индексом составил 3,7%. В 1,1% исследованных проб санитарно-химические нормативы в воде были превышены в 5 и более раз. Основное количество проб воды, не соответствующих этим нормативам, регистрировалось по содержанию нитратов – 25,1% и органолептическим свойствам – 8,8%.

Основное влияние на качество поверхностных вод оказывают вещества как техногенного происхождения, так и естественного, связанные с природными гидрохимическими свойствами территории Беларуси. К первым из них относятся соединения азота аммонийного и нитридного, легко окисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), синтетические поверхностно-активные вещества, фенолы, нефтепродукты, фосфаты, цинк, никель. Ко вторым – железо общее, марганец, медь.

Главной, а часто и единственной причиной ухудшения качества подземных вод является санитарно-техническое состояние самих водозаборов и прилегающих к ним территорий. В непосредственной близости от водозаборов располагаются свалки всякого рода отходов и мусора.

Анализируя состав предприятий различных отраслей и загрязняющих веществ, присутствующих в составе сточных вод, образующихся на них, были составлены схемы, приведенные на рис. 4 и рис. 5 отображающие основные загрязняющие вещества, по которым наиболее часто наблюдаются превышения концентраций в источниках водоснабжения из-за недостаточной очистки стоков.

Загрязнение воды колодцев связано с внесением органических и минеральных удобрений в возделываемые пашни, что позволяет рассматривать почвенное загрязнение как один из ведущих факторов в формировании качества колодезной воды. Немаловажными причинами повышенного загрязнения воды колодцев являются также отсутствие необходимого благоустройства прилегающей территории, близкое расположение выгребов и сараев для скота, отсутствие глиняных замков и отмоستок. Что касается причин, влияющих

на формирование повышенного содержания железа в подземных водах, то можно выделить следующие:

- естественные аномалии (существование таких регионов, где в целом особенности геохимии таковы, что в подземных водах много железа, в том числе и задолго до антропогенного воздействия);
- техногенное загрязнение (сброс в окружающую среду загрязненных железом стоков);
- загрязнение из скважин и трубопроводов в результате их плохого состояния, при котором загрязнение поступает непосредственно из корродированных труб;
- техногенноиндуцированное загрязнение, т.е. изменение состава подземных вод за счет химических реакций сточных вод с породами или за счет усиления водоотбора предприятиями.

**Заключение.** В отраслевой структуре водоотведения около 60% сточных вод приходится на жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ) и бытовое обслуживание, на промышленность и сельское хозяйство – соответственно около 40%. Ставя своей целью в первую очередь снижение платежей вместо установки локальных очистных сооружений и других мероприятий, направленных на снижение сброса за-

грязняющих веществ, предприятия сбрасывают недостаточно очищенные сточные воды, что приводит к загрязнению водотоков, водоемов и подземных вод, которые в свою очередь являются источниками водоснабжения.

Загрязняющие вещества, присутствующие в составе природных или сточных вод, в процессе очистки удаляются в виде отходов совместно и в составе с фильтрующими материалами. В 2012 году объем образования данных видов отходов составил 3,8% (без учета галитовых отходов и шламов галитовых глинисто-солевых). Доля использования образующихся отходов водоподготовки и очистки сточных вод в нашей стране составила 51% при объеме образования 590 тыс. т/год (за 2012 год). Объем накопленных отходов данных видов на начало 2013 года составил 4875,0 тыс. т [2].

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод. – Минск, 2012.
2. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2012 г. / Под общ. ред. В.Ф. Логинова. – Минск, 2013. – 378 с.

*Материал поступил в редакцию 15.06.14*

#### ROMANOVSKIY V.I. Analysis of pollution of sources of drinking water supply in Republic of Belarus

In article the analysis of pollution of sources of drinking water supply is provided in Republic of Belarus.

The characteristic of sources of natural waters and water intaking constructions is submitted. It is noted that more than 35% of tests of water from sources of the centralized water supply don't correspond to hygienic standards for drinking water on sanitary and chemical indicators. The main polluting substance which is present at underground waters is iron, and its existence in concentration exceeding admissible, is caused, both natural, and anthropogenous factors.

Are also analysed and grouped in education sources the list of indicators which make the greatest contribution to pollution of water objects.

УДК 628.316

**Житенёв Б.Н., Корбулаева Е.А., Житенёва Н.С.**

## ДЕСТРУКЦИЯ КРАСИТЕЛЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЕ С НЕРАСТВОРИМЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

**Введение.** Ежегодное мировое потребление красителей составляет около полумиллиона тонн; свыше двух третей этого количества идет на окраску текстильных материалов.

Текстильные материалы окрашивают с использованием периодического, непрерывного или полунепрерывного процесса. Выбор способа крашения зависит от типа материала, химической природы волокна, размера партии красителя и требований к качеству окрашенного изделия.

В результате использования окрашивающих растворов образуются сильноокрашенные сточные воды, сброс которых в канализацию регламентируется ПДК допустимых к сбросу в городскую коммунальную сеть канализации. Допустимой концентрацией цветности считается разбавление 1:20, поэтому перед сбросом необходимо производить очистку окрашенных СВ на локальных очистных сооружениях.

Сущность метода электрохимической деструкции заключается в обработке сточной жидкости в аппарате с нерастворимыми в условиях анодной поляризации электродами. Для успешного осуществления электролиза необходимо: наличие в воде хлорид-ионов, соответствующий подбор анодного материала и определенные режимные параметры обработки.

Электрохимические методы очистки и обеззараживания воды в силу высокой эффективности, компактности широко привлекают внимание исследователей в области очистки воды [1–6].

В работе [1] указывается, что красители различных видов являются устойчивыми соединениями с низкой способностью к биодеструкции, и их удаление из СВ является проблемой. В лабораторных условиях исследовался метод обработки таких СВ с использованием

электролиза, предполагается, что процесс обработки является предварительной стадией, при реализации которой в результате разложения исходных соединений образуются компоненты, которые могут быть удалены далее путем биоочистки. Исходные СВ имели ХПК 1300 мг/л и отличались высокой цветностью, а также содержали ионы меди в концентрации 20-120 мг/л, при обработке в течение 30 мин. эффективность удаления ХПК составила 46,4%, цветности 85%, ионов меди 98,5%, оптимальным являлось значение pH 5,21.

В [2] отмечается, что при окраске текстиля применяются синтетические красители, практически недоступные для биоразложения. В лабораторных экспериментах исследовалась возможность деструкции таких красителей в электрохимическом процессе, модельные СВ содержали смесь из 16 текстильных красителей с общим содержанием 361 мг/л при ХПК 281 мг/л. Электрохимическая ячейка снабжена системой рециркуляции, как электролит использовался NaCl, испытывались аноды из титана, тантала, платины и иридия, ток от 5 до 20 А. В оптимальных условиях минерализация достигала 90% через 180 мин, окрашенность удалялась практически полностью и токсичность уменьшалась до нормативных значений.

В работе [3] представлено изобретение, которое относится к электрохимическим способам очистки сточных вод текстильной и трикотажной промышленности, содержащих красители. Очистку сточных вод от красителей ведут электролизом при подаче кислорода под давлением 1,0 МПа при плотности тока 0,1 М/см<sup>2</sup> в течение 180 мин в автоклаве с насыщенным катодом из железного порошка при его перемешивании в магнитном поле. Технический эффект – увеличение выхода активных частиц (O<sub>2</sub>, HO<sub>2</sub>, радикалов HO<sub>2</sub>, HO), уве-

**Корбулаева Екатерина Александровна**, студентка факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета.

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

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология