

## СТЕПЕНЬ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД БАРАНОВИЧСКОГО РАЙОНА

Барановичский район, расположенный в Брестской области имеет протяженность территории с севера на юг 64 км, с запада на восток – 52 км. Площадь района оценивается в 2257 км<sup>2</sup>, причем на сам город Барановичи приходится – 54 км<sup>2</sup>. В районе преобладают леса в южной и юго-западной частях и пашня – в северной и восточной частях. Леса занимают 736 км<sup>2</sup> (32,6%), сельскохозяйственные угодья – 1178 км<sup>2</sup> (52,2%), в том числе пашня – 831 км<sup>2</sup> (36,8%), болота – 49 км<sup>2</sup> (2,2%). Осушенные земли составляют 188 км<sup>2</sup> (8,3%). Распаханность территории на севере и востоке района достигает 80% и более. Численность населения Баранович составляет более 170 тыс. чел., в сельских населенных пунктах проживает 5,1 тыс. чел. В геоструктурном отношении район расположен в сводной части Белорусского кристаллического массива. С юга к нему примыкает Припятский, а с юго-запада – Брестский артезианский бассейны. Мощность гидрогеологического разреза определяется глубиной залегания кровли кристаллического фундамента, составляющая в центральной и северной частях 169–270 м. К югу и востоку поверхность фундамента погружается до глубины 480–575 м.

На территории района выделяются грунтовые и межпластовые воды, а также воды спорадического распространения в песчаных линзах и прослоях сожской, днепровской и березинской морен. Отсутствие в разрезе региональных водоупоров обусловило тесную гидравлическую связь водоносных горизонтов и комплексов, что выразилось в однотипном гидрокарбонатном кальциевом, реже кальциево-магниевом составе подземных вод и невысокой их минерализации (0,2 – 0,5 г/дм<sup>3</sup>).

Подземные воды имеют различную степень защищенности с поверхности земли. Наиболее защищенные участки расположены на севере и северо-западе района, где с поверхности залегают преимущественно моренные и конечно-моренные супеси и суглинки. В центральной и южной частях района, где зона аэрации сложена песками, а также в речных долинах грунтовые воды не имеют естественной защиты сверху.

Естественные ресурсы подземных вод оценены в 280 млн. м<sup>3</sup>/год. На этом же уровне находятся и эксплуатационные ресурсы, около 130 млн. м<sup>3</sup>/год из которых не связаны с поверхностным стоком и представляют независимую часть водного баланса.

Подземные воды являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения города и района. В городе они эксплуатируются групповыми водозаборами (Волохва, Щара-1, Щара-2, ПХБО, ТЭЦ, КЭЧ) и 16 одиночными водозаборными скважинами.

Водозабор Волохва с производительностью 20,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут работает в установившемся режиме фильтрации. Фактические понижения в эксплуатируемом верхнепротерозойском водоносном горизонте составляют 25 м (при допустимом понижении – 100 м). Водозабор Щара-1 с производительностью 14–19 тыс. м<sup>3</sup>/сут работает также в установившемся режиме фильтрации и фактические понижения в центре его (в верхнепротерозойском водоносном горизонте) со-

ставляют 60 м (при допустимом более 100 см). Водозабор Щара-2 эксплуатирует также верхнепротерозойский водоносный горизонт. Производительность его 7 скважин (из 23 за-проектированных) составляет 10,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В связи с тем, что эти скважины были введены в эксплуатацию в 1993 г. водозабор работает в неуставившемся режиме. Водозабор ПХБО оборудован на верхнепротерозойский (3 скв.), березинско-днепровский (7 скв.) и днепровско-сожский (1 скв.) водоносные комплексы. Водозабор работает в установившемся режиме с производительностью 7,49 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Водозабор ТЭЦ из четырех скважин эксплуатирует верхнепротерозойский (2 скв.) и днепровско-сожский (2 скв.) горизонты. Водозаборы КЭЧ включают несколько групп скважин, расположенных в нескольких военных городках, авиагородке, а также в деревнях Лесная, Павлиново, Деревная.

Одиночные водозаборные скважины имеют 12 организаций, из них оборудованы на верхнепротерозойский водоносные горизонты – 5 скважин, на березинско-днепровский – 2, на днепровско-сожский – 9. Подземные воды из скважин используются не только на питьевые, но технические цели (0,67 млн. м<sup>3</sup>/год).

Город Барановичи имеет 100%-ное централизованное водоснабжение. Сохранившиеся колодцы используются, в основном, для хозяйственных целей.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение сельских населенных пунктов района базируется исключительно на подземных водах. Доля поверхностных вод в общем, балансе района не превышает 25%. В районе пробурено 634 одиночные скважины, в настоящее время действуют 346, затампонировано по данным ССМУ-2 107 скважин. Судьба 181 скважины неизвестна. Абсолютное большинство скважин эксплуатируют воды четвертичных отложений. Они дают 71% от производительности всех скважин. В одном населенном пункте может насчитываться от 1 до 25 скважин, в то же время в 59 деревнях скважины отсутствуют. Более пяти скважин насчитывается в деревнях: Вольно – 9, Голынка – 5, г.п. Гроднице – 9, Звездная – 9, Козлякевичи – 6, Крошино – 5, Лесная – 12, Люшнево – 9, Миловицы – 5, Мицкевичи – 7, Молчадь – 8, Павлиново – 8, Подгорная – 8, Полонечка – 5, Полонка – 8, Русино – 12, Стайки – 6, Тешевля – 6, Ястрембель – 7, Новая Мышь – 25. Полное централизованное водоснабжение имеют пп. Жемчужный, Мир и Октябрьский. В 40 деревнях оно организовано частично, поэтому в районе насчитывается 10216 колодцев. Глубина их составляет от 3–5 до 10–15 м. Суточный отбор воды из колодцев (из расчета 50 л на человека) может составлять 1,27 тыс. м<sup>3</sup>.

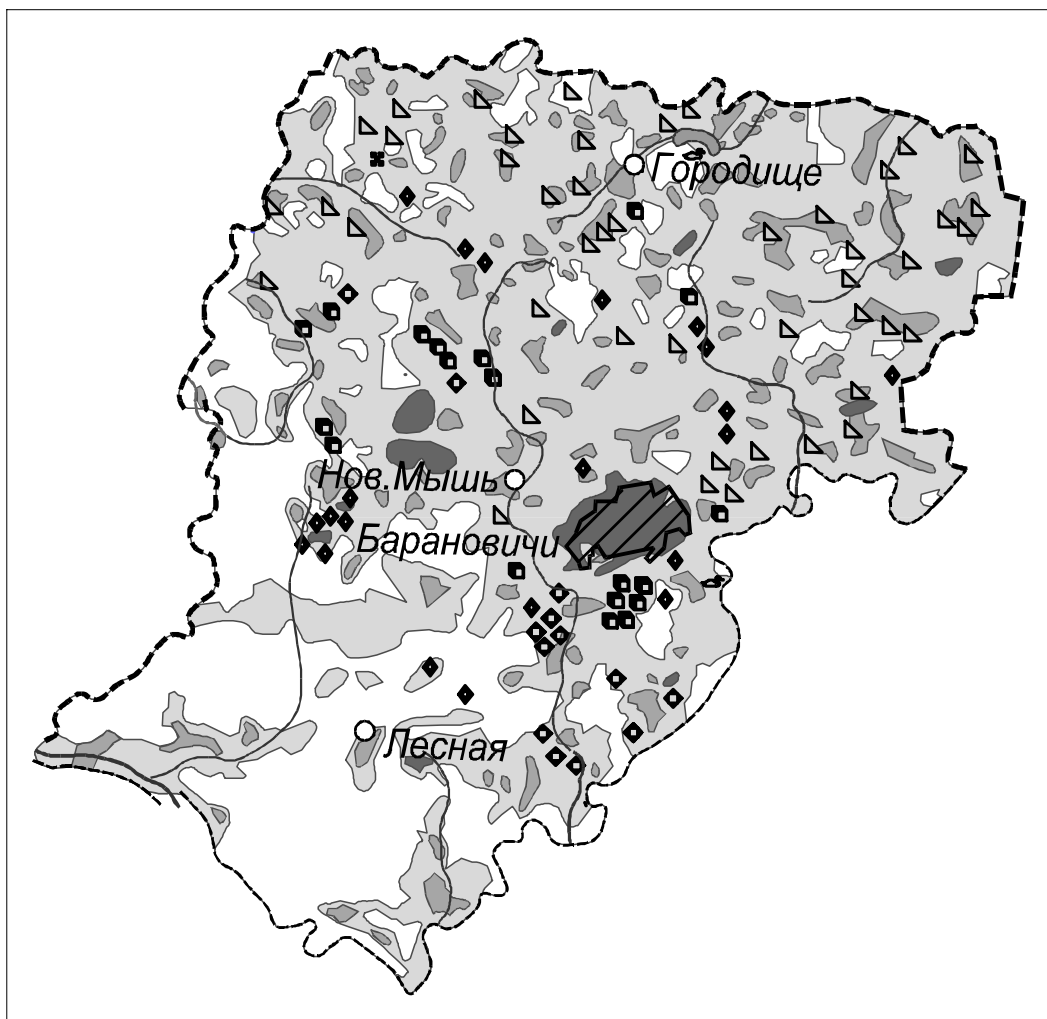
В качестве источника орошения подземные воды используются в 3 совхозах: "Правда", "Искра" и "Великолукский".

Для бальнеологических целей в санатории "Радон" в долине р. Молчадь используются подземные воды с содержанием радона до 220 эман, где радоновые воды приурочены к зоне тектонических нарушений. Однако в районе есть и другие участки выхода радона с меньшей интенсивностью.

Анализ приведенных выше данных показывает, что использование подземных вод в районе не соответствует ра-

*Калинин Михаил Юрьевич. Зам. директора по научной работе Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, г. Минск.*

*Писарик Михаил Александрович. Старший научный сотрудник Белорусского научно-исследовательского центра «Экология», г. Минск.*



**Степень химического загрязнения подземных вод  
Барановичского района**  
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ  
Степень загрязнения подземных вод



Источники загрязнения подземных вод

- |  |                                     |  |                      |
|--|-------------------------------------|--|----------------------|
|  | поля орошения подземными водами     |  | поля фильтрации      |
|  | садоводческие товарищества          |  | полигоны отходов     |
|  | поля орошения поверхностными водами |  | очистные сооружения  |
|  | животноводческие фермы              |  | фермерские хозяйства |
|  | свиноводческие комплексы            |  | птицефабрики         |

циональному водопользованию. Фактически водоотборы на всех групповых водозаборах города ниже утвержденных эксплуатационных запасов по категориям А+В и составляют всего 44–61% от них. Количество эксплуатационных скважин (без учета ведомственных) достигло 69, что составляет 4

скважины на 10 тыс. жителей. Для сравнения в Гомеле на это количество жителей приходится 2,5 скважины, а в Слуцке - 2. Главная причина сложившегося положения объясняется тем, что фактические дебиты скважин на всех водозаборах не достигают проектных и составляют в среднем 60–70% от них,

хотя понижение уровней в центре водозаборов не превышает 40% от допустимого. Водоприемные части на многих скважинах (особенно на водозаборе Щара-1) выполнены с низким качеством.

При рациональном водопользовании сегодняшние потребности города могут быть удовлетворены только за счет водозаборов Щара-1 и Щара-2, запасы которых утверждены в количестве 48,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а водопотребление при норме в 250 л/сут не превысит 43,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В дальнейшем возможен ввод в эксплуатацию водозабора Дубровно. Водозаборы Волохва, ПХБО и все ведомственные групповые и одиночные водозаборы, расположенные в пределах городской застройки, где практически невозможно обеспечить ЗСО 3 пояса, необходимо постепенно вывести из эксплуатации и затампонировать.

В сельских населенных пунктах возможности водозаборных скважин, как и в городе, используются не полностью. Потенциальная производительность всех действующих скважин в районе оценивается в 55 млн. м<sup>3</sup>/год, в то время как существующее водопотребление составляет 8,8 млн. м<sup>3</sup>/год, т.е. не превышает 16%. Этот водоотбор может быть обеспечен в 6–7 раз меньшим числом эксплуатационных скважин.

Анализ многолетних данных по химическому составу подземных вод позволило авторам для территории района впервые построить карту степени химического загрязнения подземных вод в масштабе 1:100 000 (рис.). К *низкой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где грунтовые воды за последние 20 лет не изменили своего первоначально качественного состава, хотя имеют некоторые отступления от ГОСТ 2874-82. Это преимущественно лесные массивы, не используемые в сельскохозяйственной деятельности, и где антропогенная нагрузка сведена к минимуму. К *средней степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ (нитратов, хлоридов и др.) в воде выше естественного фона, но не превышает ПДК. Эта зона зафиксирована на территории пашни и большинства населенных пунктов. К *периодически высокой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены территории, где содержание загрязняющих веществ в отдельные годы или его периоды превышают ПДК. К *высокой степени загрязнения грунтовых вод* отнесены участки, где содержание загрязняющих веществ в воде постоянно превышает ПДК.

На основании обширного фактического материала установлено, что химическому загрязнению в районе подверглась большая часть подземных вод.

*Участки с низкой степенью загрязнения* грунтовых вод и вод спорадического распространения выделены в юго-западной и западной частях района (дд. Полонка, Подгорная, Лесная, Миловиды). Содержание хлоридов и сульфатов здесь не превышают 3–5 мг/дм<sup>3</sup>, а нитратов – 0,5–1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация воды соответствует естественному фону и не превышает 0,4 г/дм<sup>3</sup>. Площадь незагрязненной зоны составляет 33% от территории района.

К *средней степени химического загрязнения* отнесены участки 28 деревень: Андреевцы, Басины, Болтичи, Боровцы, Войковичи, Новые, Гатище, Глинище, Гречищи, Дрозды, Дубово, Загорье, Заосье, Заполье, Крупляны, Кутовщина, Микуличи, Михновщина, Мордычи, Нестеры, Октябрьский, Свотртва, Севрюки, Скробово-Горное, Соколовичи, Тешевля, Тиунцы, Тишковцы, Якимовичи. В грунтовых водах и водах спорадического распространения содержание хлоридов составляет 5–30 мг/дм<sup>3</sup>, нитратов – 0,2–45 мг/дм<sup>3</sup>. Минерализация воды изменяется в пределах 0,1–0,4 г/дм<sup>3</sup>. Эта зона занимает около 53% территории района.

*Периодически высокая степень загрязнения* установлена в большинстве сельских населенных пунктах (в 170 из 247). Для этих деревень характерно периодическое превышение

ПДК по одному или нескольким компонентам. Содержание нитратов изменяется от 0 до 509, хлоридов – от 1 до 210 мг/дм<sup>3</sup>. Суммарное содержание солей преимущественно составляет 0,3–0,5 г/дм<sup>3</sup>, в отдельные периоды снижаясь до 0,15–0,2 или повышаясь до 0,7–0,9 г/дм<sup>3</sup> и более (дд. Заболотье, Звездная – 1,5; Колпеница – 1,13 г/дм<sup>3</sup>).

К *высокой степени загрязнения* грунтовых вод отнесены территории г. Барановичи и 19 сельских населенных пунктов: Альбинки, Вершак, Войковичи Старые, Гайбуты, Гардейчики, Козловичи, Ковши, Крепочи, Круглики, Крутовцы, Крыжичи, Лозы, Луки Нижние, Макаши, Меденевичи, Мелеховичи, Родковичи, Янково. Содержание нитратов здесь постоянно превышает ПДК (составляя 49–309 мг/дм<sup>3</sup>), хлоридов – 15–47 мг/дм<sup>3</sup>, общая минерализация не превышает 0,6 г/дм<sup>3</sup>.

Выполненный детальный анализ динамики загрязнения подземных вод показывает, что началом загрязнения можно считать 1980–1985 гг., когда содержание нитратов в пределах деревень составляло 0,5–21,3 мг/дм<sup>3</sup>. К 1988 г. в отдельных населенных пунктах содержание нитратов выросло до 65, а иногда и 345,8 мг/дм<sup>3</sup>. При этом происходил рост хлоридов до 130 мг/дм<sup>3</sup>. Максимум загрязнения приходится на 1992–1993 гг., когда содержание нитратов в большинстве деревень превысило ПДК и достигло 400–500 мг/дм<sup>3</sup>. Это вполне согласуется с количеством внесенных удобрений. С 1992 г. количество вносимых удобрений стало сокращаться.

В 1995 г. оно уменьшилось в 3 раза, что привело к самоочищению грунтовых вод во многих деревнях до средней степени. И только в 19 вышеназванных деревнях сохранилось высокое загрязнение. Экологически неблагоприятная обстановка сложилась на полях орошения животноводческими стоками в совхозе-комбинате “Мир” и в районе свиноводческого комплекса “Восточный” на 46 тыс. голов.

В г. Барановичи в абсолютном большинстве контролируемых участков (в 26 из 28) содержание нитратов уже с 1989–1993 гг. от 1,5 до 10 раз превысило ПДК. На ул. Литовской достигнуто рекордное значение – 852 мг/дм<sup>3</sup>, что 19 раз превышает ПДК. В последующие годы снижение загрязнения не отмечается. Причиной высокого загрязнения подземных вод в городе являются приусадебные участки и огороды в частном секторе, с неконтролируемым и нерациональным внесением удобрений, наличием дворовых туалетов, выгребных и компостных ям, необорудованных мест содержания животных и птицы.

В городе трудно обеспечить экологическую защиту водозаборов подземных вод. Так, например, зона санитарной охраны (ЗСО) 3 пояса водозабора Волохва охватывает практически весь город. Для водозабора ПХВО проект ЗСО не разработан, но фактически она будет захватывать застроенную часть города. Водозаборы КЭЧ также подверглись нитратному загрязнению. В военных городках содержание нитратов в 1995 г. составило 47,7–64,8; хлоридов – 28–40, сульфатов – 63–84 мг/дм<sup>3</sup>. В ЗСО 3 пояса водозабора Щара-1 имеются крупные загрязнители в виде животноводческих ферм. В 1996 г. здесь наблюдались случаи бактериального загрязнения подземных вод. Этот вид загрязнения зафиксирован в двух скважинах и на водозаборе ТЭЦ.

Ниже залегающие межпластовые воды в городе и районе также подверглись поверхностному загрязнению, хотя уровень его несколько меньше, чем в грунтовых водах и водах спорадического распространения. Первые признаки загрязнения межпластовых вод отмечались еще в 70-е годы при сооружении новых водозаборных скважин. К концу 80-х годов содержание нитратов уже составляло до 20–30 мг/дм<sup>3</sup>. В последние годы, как в городе, так и в районе резко возросло содержание аммиака до 0,5–1,8 мг/дм<sup>3</sup> (при ПДК = 2 мг/дм<sup>3</sup>).

Относительно высокий процент (до 12–13%) бактериального загрязнения межпластовых вод в районе, эксплуатируе-

мых одиночными водозаборными скважинами, объясняется отсутствием пояса строгой санитарной защиты.

Близость к земной поверхности кристаллического фундамента, разделенного тектоническими нарушениями на блоки, обусловило насыщение подземных вод радоном. Концентрации радона в верхнепротерозойском горизонте на водозаборе Волохва составляет до 36,1; водозаборе Щара-1 до 22,8; на водозаборе Щара-2 до 26 Бк/дм<sup>3</sup>, что выше РДУ (18 Бк/дм<sup>3</sup>).

УДК 628.353.

**Яромский В.Н., Головач Т.И.**

## **ВЫБОР МЕТОДОВ И СООРУЖЕНИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

На современном этапе стремительного развития технического прогресса и значительного увеличения роста объемов производства многие промышленные предприятия столкнулись с рядом проблем, влияющих на экологическую обстановку в республике. Одной из таких проблем является создание надежных препятствий для проникновения загрязненных производственных сточных вод в гидросферу. В нашей республике имеется большое количество предприятий молочной промышленности, на которых в процессе производства образуются сточные воды, загрязненные как нерастворенными минеральными и органическими примесями, так и растворенными органическими соединениями. На каждом из этих предприятий возникает вопрос, как добиться высокой степени очистки сточных вод с минимальными капитальными и эксплуатационными затратами.

В процессах переработки молока образуется значительное количество сточных вод, различающихся по составу и объему.

Загрязненные сточные воды предприятий молочной промышленности загрязнены продуктами распада переработки молока (белок, молочный камень, азот и т. п.), моющими средствами (кальционированная и каустическая сода, соляная и серная кислота и др.), частичками твердых продуктов переработки молока (кусочки творога, молочные пленки, сырное зерно и прочие), примесями минерального происхождения (грунт, песок), жирами и посторонними предметами (стекло, фольга и др.).

Концентрация загрязнений сточных вод молочных предприятий колеблется в широких пределах и зависит от профиля выпускаемой продукции [4]. Концентрация взвешенных веществ сточных вод городских молочных заводов и заводов сухого и сгущенного молока в среднем составляет 350 мг/л, а сыродельных заводов - 600-1000 мг/л.

Реакция среды свежей сточной воды - чаще всего нейтральная или слабощелочная, но легко переходящая в кислую вследствие сбраживания молочного сахара.

Концентрация жиров и жироподобных веществ в сточных водах заводов и цехов, специализированных на выпуске высокожирной продукции, составляет 200-400 мг/л, в сточных водах других производств обычно не превышает 100 мг/л.

Первым этапом очистки сточных вод предприятий молочной промышленности является механическая очистка от нерастворенных примесей. Проблема выбора сооружений механической очистки, которые обеспечивали бы устойчивое качество воды при выходе из этих сооружений, является центральной, так как неудовлетворительное качество воды после этих сооружений отрицательно сказывается на работе сооруже-

ний биохимической очистки сточных вод. Анализ приведенных данных свидетельствует, что экологическое состояние подземных вод Баранович и многих сельских населенных пунктах неблагоприятное. Для восстановления их качества, защиты от дальнейшего загрязнения и рационального их использования авторами разработан комплекс мероприятий, который передан в Барановичскую горрайинспекцию природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также в Барановичские городской и районный исполкомы.

жений биохимической очистки сточных вод.

При механической очистке сточных вод применяют три основных метода: процеживание, отстаивание и центрифугирование. В этих целях используют в различных конструктивных модификациях решетки, песколовки, отстойники, центрифуги, гидроциклоны.

На предприятиях молочной промышленности в качестве процеживающих сооружений для очистки сточных вод от крупных отходов используют классические решетки с прозорами не более 16 мм или решетки-дробилки [1-4]. Как правило, эти решетки устанавливаются в приемных камерах локальных канализационных насосных станций. Для удаления из сточных вод песка и других минеральных примесей с размерами частиц свыше 0,2 мм, а также грубодисперсных органических взвешенных веществ применяют песколовки. В составе очистных станций предприятий молочной промышленности ввиду небольших расходов сточных вод применяют обычно горизонтальные песколовки с круговым движением воды.

Отстаивание используется для выделения оседающих на дно и всплывающих на поверхность мельчайших частиц взвеси. Для отстаивания сточных вод предприятий молочной промышленности рекомендуется использовать вертикальные и двухъярусные отстойники, осветлители-перегниватели, осветлители с естественной аэрацией, жироловки и пескожировоушки [1-6].

Опыт эксплуатации вертикальных и двухъярусных отстойников показывает, что работа этих сооружений малоэффективна и неудовлетворительна, из-за специфики загрязнения сточных вод данной отрасли. Вследствие молочнокислого брожения сточные воды быстро закисают, снижается рН воды и ухудшается ее качество. Эффект очистки по жирам и взвешенным веществам около 30% [1,4]. Продолжительность пребывания воды в отстойниках - 1,5 часа.

Кафедрой канализации ЛИСИ были разработаны конструкции осветлителей с естественной аэрацией и осветлителей-перегнивателей для механической очистки сточных вод и сбраживания осадка молокоперерабатывающих заводов [1]. Осветлитель-перегниватель представляет собой комбинированное сооружение, внутренней частью которого является осветлитель, где вода аэрируется засасываемым из атмосферы воздухом. Снаружи осветлителя располагается перегниватель. Сточная вода по лотку подается в центральную трубу, откуда через камеру флокуляции поступает в отстойную часть осветлителя. Отводится осветленная жидкость по сборному лотку. Осадок, выпавший на дно осветлителя, и всплывающие на поверхность вещества отводятся в перегниватель. При от-

*Яромский Виктор Николаевич. Зав. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.*

*Головач Татьяна Ивановна. Ассистент. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.*

*Брестский государственный технический университет (БГТУ). Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*