

ВЫВОДЫ.

1. Существующие отстойные сооружения для механической очистки молочных стоков работают малоэффективно и неудовлетворительно.

2. На стадии предварительной очистки сточных вод предприятий молочной промышленности можно использовать безнапорные гидроциклоны, но для этого необходимо более глубоко изучить гидродинамический режим их работы с целью уточнения расчетных эмпирических зависимостей для данного стока, совершенствования конструкций и оптимизации процессов очистки по ряду показателей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Очистка сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности./ С. М. Шифрин, Г.В. Иванов, Б.Г. Мишуков, Ю.А. Феофанов. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – С. 272.
2. Вода и сточные воды в пищевой промышленности/ Перевод с польского и спецредакция к. т. н. В. М. Каца. – М.: Пищевая промышленность. – 1972. – С. 384.
3. А.И. Жуков, Л.Г. Демидов, И.Л. Монтгайт, И.Д. Родзиллер. Канализация промышленных предприятий. – М.: Издательство лит-ры по стр-ву. – 1969. – С. 376.
4. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/ Н.И.Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под

ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат. – 1981. – С. 639. – (Справочник проектировщика).

5. Очистка сточных вод предприятий перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса. Тематическая подборка № 65-320-5-89. Серия 65.01.94. Охрана окружающей среды/ Составитель Т.Г. Булыгина. - Мн., 1989. – С. 88.
6. Промышленность и окружающая среда. Прогрессивные технологии очистки сточных вод/ Т.Г. Булыгина: Эколог. экспресс-информ. -Мн.: БНИЦ “Экология”. – 1994. – С. 23.
7. И.В. Скирдов, В.Г. Пономарев. Очистка сточных вод в гидроциклонах. – М.: Стройиздат, 1975. – С. 176.
8. В.В. Найденко. Применение математических методов и ЭВМ для оптимизации и управления процессами разделения суспензий в гидроциклонах. - Горький, Волго-Вятское издательство. – 1976.
9. В.В. Пушкарев и др. Очистка маслосодержащих сточных вод/ В.В. Пушкарев, А.Г. Южанинов, С.К. Мэн. - М.: Металлургия. – 1980. – С. 199.
10. Я.А. Карелин, В.Н. Яромский, Т.М. Лысенкова, Г.А. Волкова. Очистка сточных вод предприятий молочной промышленности/ Водоснабжение и санитарная техника. – 1993. – № 6.

УДК 628.16

Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕГЕНЕРАЦИИ АНИОНИТОВ, РАБОТАЮЩИХ В ЦИКЛЕ УДАЛЕНИЯ ИЗ ВОДЫ АЗОТИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В ионообменной технологии регенерация ионитов, как правило, является наиболее дорогостоящей стадией, определяющей экономику процесса в целом. Поэтому правильный выбор способа регенерации, его рациональных схем и оптимизация имеют решающее значение.

Анализ научных работ по регенерации [1-3] показал, что при изучении динамики ионного обмена основными факторами, влияющими на процесс, наряду с равновесными и кинетическими параметрами, являются: концентрация и вид элюирующего раствора, скорость протекания раствора через ионит, геометрические размеры ионообменной колонки и другие, которые могут быть определены для конкретного случая из экспериментов.

Таким образом, исследование и оптимизация процесса регенерации ионообменных материалов, работающих в цикле удаления из воды азотистых соединений, представляют большой научный и практический интерес, и полученные результаты могут составлять основу рекомендаций на проектирование, конструирование и эксплуатацию аппаратов индивидуального водопользования.

При исследовании динамики ионообменной десорбции нитрат-ионов из высокоосновного анионита опыты проводились в неподвижных слоях ионита марки АВ-17-8, относительно которых непрерывно обновлялся десорбирующий раствор.

Экспериментальные исследования проводились с целью определения оптимальных условий работы ионообменного фильтра в режиме регенерации. В процессе экспериментальных исследований изучено влияние на динамику десорбции

нитратов из анионита следующих факторов: концентрации (C) и скорости подачи десорбирующего раствора (W), отношения высоты загрузки ионита к диаметру колонки L/D , — и определения реальных оптимальных условий работы ионообменной колонки. В качестве регенерационных исследовались растворы NaOH и Na₂CO₃ концентрации которых варьировались в диапазоне от 2 до 10% с учетом рекомендаций СНиП [4] и исходя из технико-экономических соображений.

Влияние различных концентраций регенерационных растворов на эффективность регенерации анионита АВ-17-8 исследовалось при различных скоростях подачи растворов в ионообменных аппаратах различных геометрических размеров (отношение L/D варьировалось в интервале от 2 до 12). Эффективность регенерации оценивали показателем регенерации (F) путем построения по результатам исследований кривых десорбции.

На рис. 1, 2 представлены наиболее характерные кривые десорбции нитрат-ионов из анионита АВ-17-8 в процессе его регенерации растворами NaOH и Na₂CO₃, по которым динамику процесса регенерации в зависимости от исследованных влияющих факторов возможно оценить следующим образом.

Регенерационные растворы как NaOH так и Na₂CO₃ различной концентрации по-разному восстанавливают обменную емкость анионита при одинаковой продолжительности регенерации (T) (рис.1).

Так, при продолжительности регенерации анионита 6000 секунд раствором NaOH степень регенерации составляет 0,5, 0,82 и 0,92 при концентрации раствора соответственно 2, 4 и

Лысенкова Татьяна Михайловна. Доцент, к.т.н. каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.

Соколюк С.В. Ассистент каф. . водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ.

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

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология

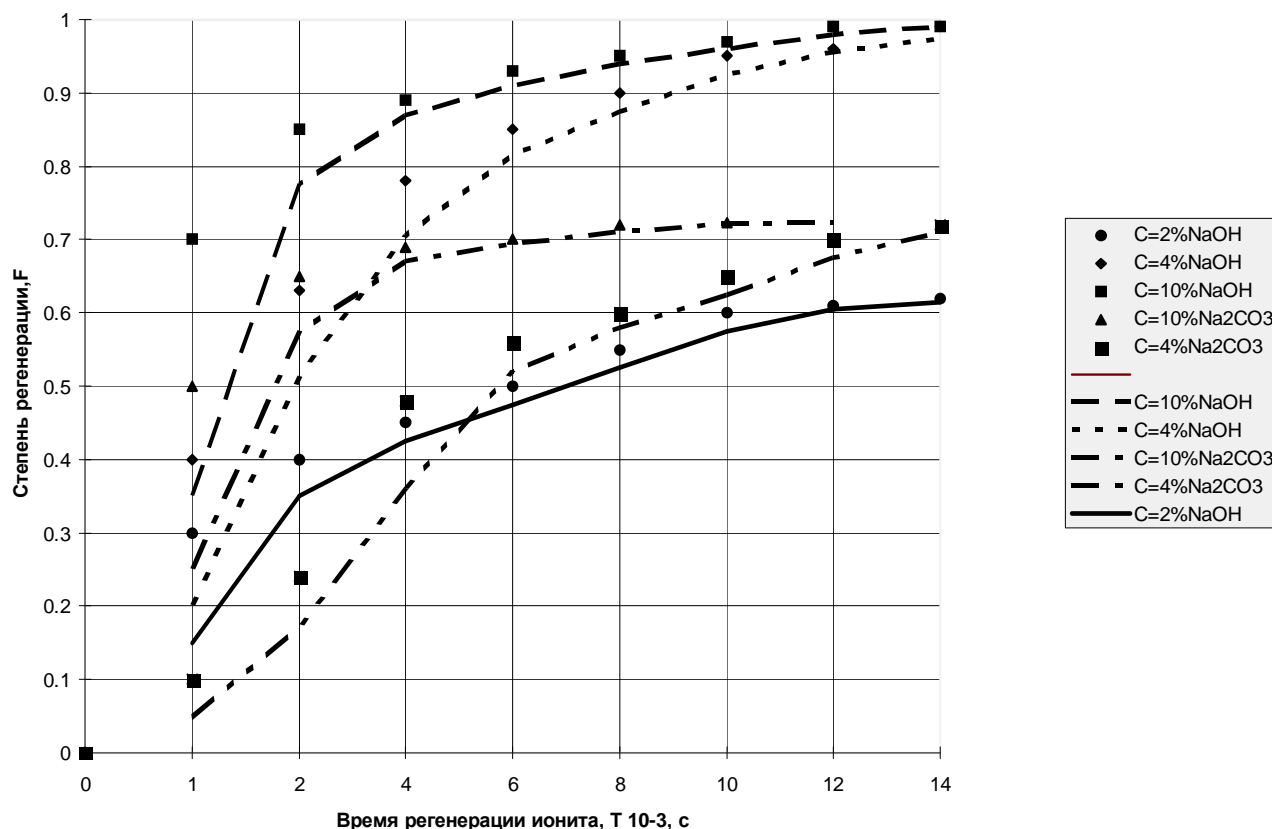


Рисунок - 1 Кривые десорбции соединений азота при регенерации анионита АВ-17-8 в зависимости от концентрации регенерирующих растворов NaOH и Na₂CO₃ ($w=1.8$ м/ч и $L/D=7.2$)

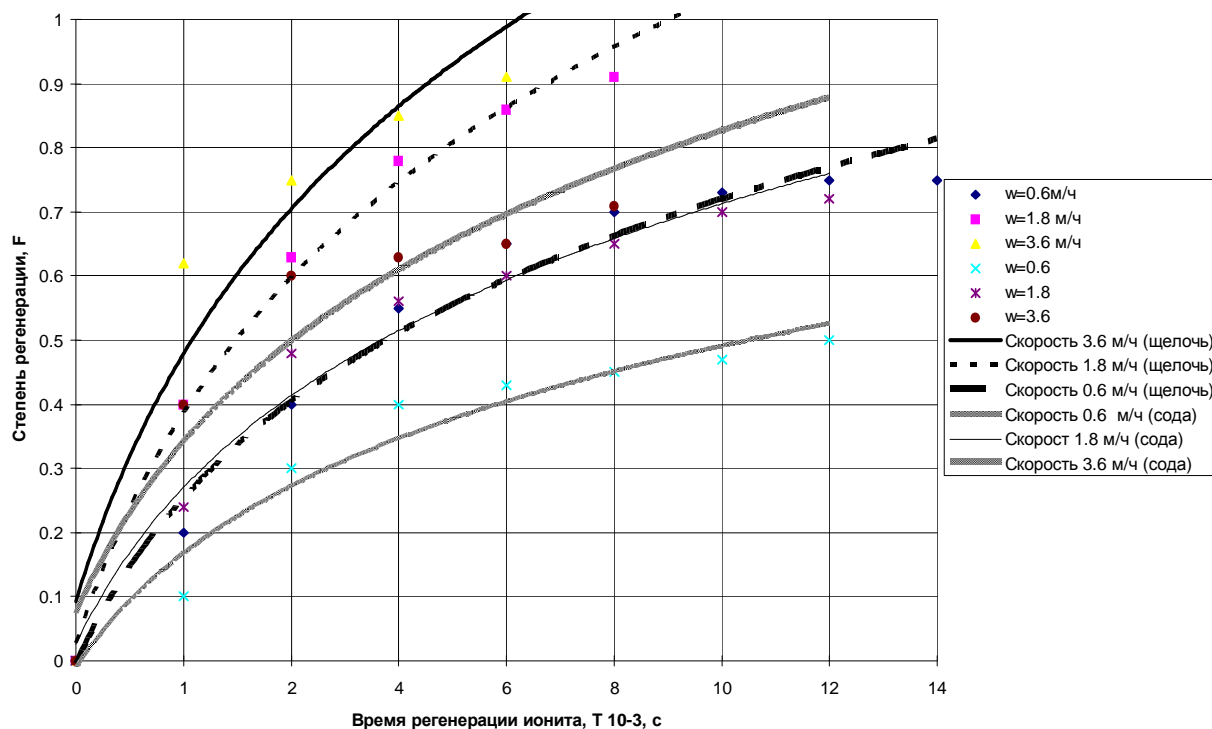


Рисунок - 2 Кривые десорбции соединений азота при регенерации анионита АВ-17-8 в зависимости от скорости подачи регенерационных растворов NaOH и Na₂CO₃ ($L/D=7.2$ и концентрации $C=4\%$)

10%. При этом увеличение концентрации от 2 до 4% увеличивает эффективность регенерации на 64%, а концентрации от 4 до 10% — на 12%. Увеличение продолжительности регенерации сохраняет ту же закономерность в интервале концентра-

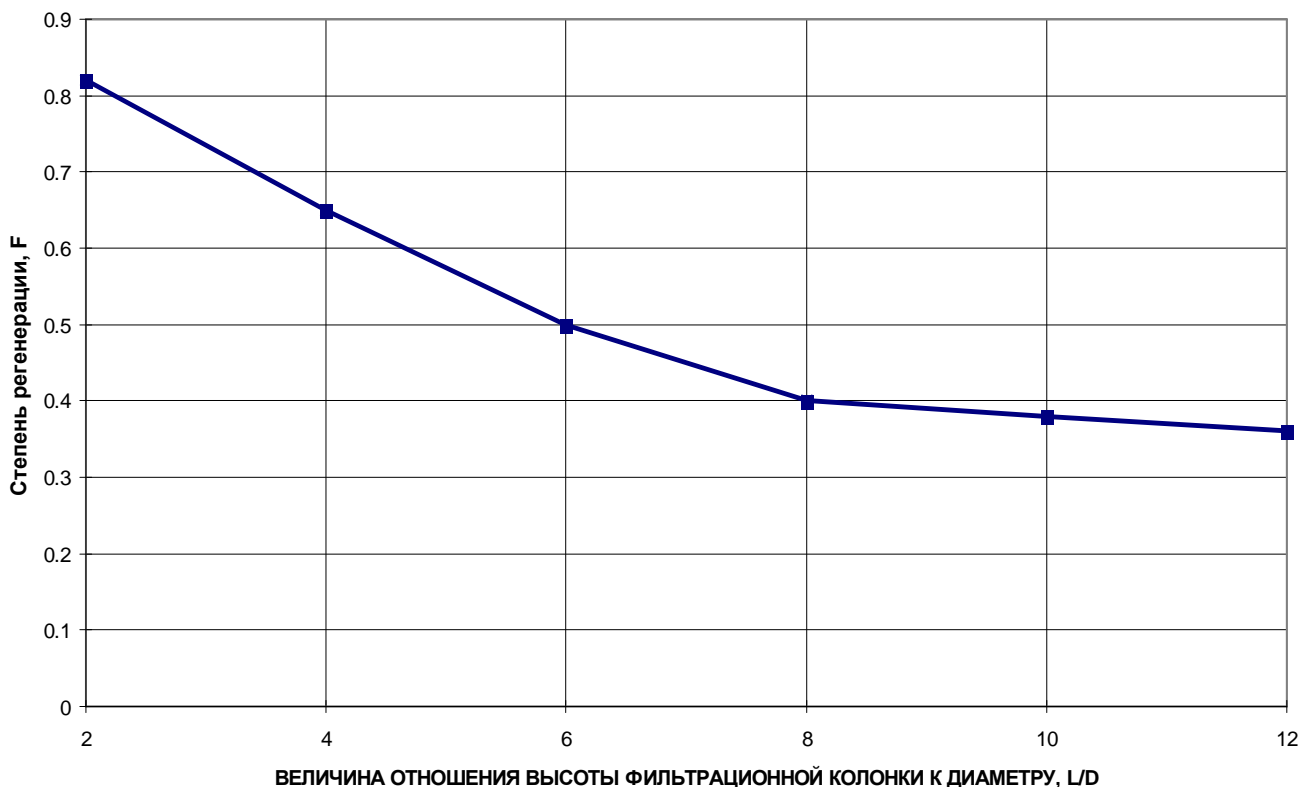


Рисунок - 3 Степень регенерации анионита АВ17-8 при различных соотношениях высоты слоя анионита к диаметру фильтра ($w=1.8$ м/ч, $C[\text{NaOH}] = 4\%$, $T=40$ мин).

ций от 2 до 4% и почти не изменяет эффективность в интервале концентраций от 4 до 10% (кривые десорбции сближаются друг с другом и обе асимптотически сближаются к $F=1.0$). Теоретически это можно объяснить особенностями внутридиффузионной кинетики при десорбции: увеличение концентрации раствора выше некоторого критического значения не приводит к заметному ускорению процесса массопереноса внутри “зерна” анионита [3].

Таким образом, для регенерации анионита АВ17-8, работающего в цикле удаления из воды азотистых соединений, оптимальной следует принять концентрацию раствора NaOH - 4%.

Аналогичные закономерности прослеживаются и для регенерационного раствора Na_2CO_3 . Однако, при этом установлено, что степень регенерации при прочих равных условиях снижается в среднем по сравнению с растворами NaOH на 30-40%. При сравнении степени регенерации анионита с использованием различных десорбирующих растворов результаты расчетов показали, что 4%-ный раствор NaOH в 1.44 раза лучше восстанавливает обменную способность анионита АВ17-8 по отношению к нитрат-ионам, чем 4%-ный раствор Na_2CO_3 при одинаковых условиях ведения процесса регенерации:

$$\frac{F[\text{CNaOH}=4\%]}{F[\text{CNa}_2\text{CO}_3=4\%]} = \frac{(0.9116/0.6357)}{1} = 1.44$$

Влияние скоростей подачи десорбирующих растворов NaOH и Na_2CO_3 на степень извлечения нитрат-ионов из анионита АВ17-8 исследовано в диапазоне их варьирования от 0.8 до 3.8 м/ч и иллюстрируется характерными зависимостями (рис.2). Анализ результатов исследований показывает, что оптимальным значением скорости подачи регенерационного раствора на анионит АВ17-8, работающий в цикле уда-

ления из воды азотистых соединений, является скорость 1.8 м/ч.

Ранее исследованиями установлено, что эффективность процесса извлечения нитрат-ионов методом ионного обмена зависит от соотношения высоты загрузки анионита (L) к диаметру ионообменного аппарата (D) [5]. Так как высота загрузки определяет продолжительность контакта с движущейся относительно нее средой, при исследовании закономерностей процесса регенерации анионита изучена эффективность извлечения нитрат-ионов из анионита при различных геометрических размерах аппарата. Представленная на рис.3 характерная зависимость ($F=X(L/D)$) при других фиксированных влияющих факторах (скорости подачи и концентрации регенерационного раствора NaOH, продолжительности контакта раствора с загрузкой) показывает: с увеличением соотношения L/D уменьшается эффективность регенерации. Это можно объяснить тем, что элюирующий раствор, действующий в начальных слоях как десорбирующий, в нижних — служит носителем десорбированных ионов, и оптимальным является соотношение L/D равно 7.2, когда при оптимальных значениях скорости подачи регенерационного раствора и его концентрации продолжительность контакта элюирующего раствора с регенерируемым объемом загрузки такова, что достигается максимальный эффект регенерации.

Таким образом, на основе изучения механизма и динамики ионообменной десорбции соединений азота из анионита было изучено влияние основных факторов, определяющих реальные оптимальные условия работы колонки:

- концентрация и вид элюирующего раствора;
- скорость протекания десорбирующего раствора через ионит;
- геометрические размеры ионообменной колонки.

Результаты исследования и оптимизации процессов по восстановлению обменной емкости сорбентов должны включаться в узел регенерации — составную часть аппарата ионообменной и сорбционной очистки подземных вод от азотсодержащих соединений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Химически активные полимеры/ Под ред. К.М.Салдадзе.Л.: Химия, 1969. – С. 310.
2. Мелешко В.П., Червинская О.В., Анпилова Н.С. и др. О применении серной кислоты для регенерации катионитовых фильтров при глубоком обессоливании воды. - Журн.прикл.химии, 1959, т.32, №6, с.1230-1238.

3. Ксензенко В.И., Зильберг Г.А., Вулих А.И. Выбор режима глубокой кислотной регенерации катионита КУ-2, содержащего щелочной ион или аммоний в динамических условиях. - Изв.вузов. Химия и хим. Технология, 1967, п.10, №3: С. 293-297.
4. СНиП 2.04.02-84 “Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.”/ Госстрой СССР. – М.: Стройиздат. – 1989. – С. 136.
5. Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Соколюк С.В. Об эффективности ионообменной очистки природных вод от азотистых соединений на различных ионообменных смолах/ Брестский политехн. ин-т. Брест. – 2000. – С. 36.: Библиогр.: 3 назв. Рус. Деп. В Бел ИСА 10.03.2000, № Д200029.

УДК 628.356

Яромский В.Н., Лысенкова Т.М., Покало М.Л.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЕМОВ-ПРИЕМНИКОВ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

Исследование схем выпуска производственных сточных вод на 16-ти предприятиях Брестской области показало (табл.1), что их приемниками являются 9 водоемов, протекающих по территории области. Учитывая невозможность охвата экспериментальными исследованиями все водоемы, выполнены комплексные исследования по мониторингу качества воды в р. Муховец и исследованы показатели качества воды в контрольных (до выпуска сточных вод) и расчетных (после выпуска сточных вод) створах водоемов-приемников. С учетом особенностей формирования качественного состава сточных вод предприятий по переработке молока в качестве критериев оценки их влияния на качество воды водоемов приняты:

- концентрация органических загрязнений по БПК₅;
- концентрация азота по нитратам (по NO₃²⁻);
- концентрация азота по нитритам (по NO₂²⁻);
- концентрация азота аммонийного (по NH₄⁺);
- концентрация фосфатов;
- бихроматная окисляемость.

В таблицах 2 и 3 представлены перечисленные показатели качества водоемов-приемников сточных вод по переработке молока, определенные экспериментально по результатам наблюдений август-октябрь 1999 г. и февраль-апрель 2000 г.

Результаты комплексных исследований по мониторингу качества воды в р. Муховец в районе г. Пружаны (в створе до выпуска сточных вод и после выпуска) и в районе г. Кобрин (выше выпуска и ниже выпуска сточных вод) иллюстрируются наиболее характерными графиками колебаний качества воды (рис. 1-3).

Представленные в таблицах и графиках результаты наблюдений за качеством воды в водоемах-приемниках сточных вод предприятий по переработке молока показывают, что воздействие их на водоемы весьма существенное. Так как предприятия рассматриваемой отрасли не сбрасывают производственные сточные воды непосредственно в водоемы, а через городские очистные сооружения и, следовательно, поступают в водоемы в смеси с бытовыми сточными водами, по полученной информации можно судить косвенно о степени их влияния. Однако, именно для этой категории стоков характерно наличие больших концентраций биогенных элементов и следовательно, роль антропогенного воздействия на водоемы велика, о чем свидетельствует наличие в водоемах нитратов, нитритов, азота аммонийного и фосфатов в концентрациях, превышающих значения ПДК для рассматриваемых

Таблица 1 - Наименование водоемов-приемников смеси сточных вод предприятий по переработке молока и хозяйственных сточных вод городов, в которых они расположены

№ п/п	Наименование города расположения предприятия	Наименование приемника смеси производственных и х/б сточных вод
1.	г. Береза	р.Ясельда
2.	г. Брест	р.З.Буг
3.	г. Барановичи	р.Мышанка (приток р.Щара)
4.	г. Иваново	р.Неслуха (и далее Днепр-Бугский канал)
5.	г. Дрогичин	Днепр-Бугский канал
6.	г. Пинск	р.Припять
7.	г. Кобрин	р.Муховец
8.	г. Пружаны	р.Муховец
9.	г. Столин	р.Горынь
10.	г. Лунинец	поля фильтрации (собственные)
11.	г. Высокое	дренированные поля фильтрации с выпуском в р.Пульва
12.	г. Ивацевичи	дренированные поля фильтрации с выпуском в р.Гривда (коммунальные)
13.	г. Ляховичи	дренированные поля фильтрации с выпуском в р.Ведьма
14.	г. Малорита	дренированные поля фильтрации с выпуском в р.Рита
15.	г. Ганцевичи	р.Цна
16.	п. Логишин	поля фильтрации (коммунальные)

категорий водопользования. Причем абсолютно прослеживается закономерность увеличения концентраций этих ингрэдентов в створах после выпуска сточных вод. Это объясняется, с учетом теоретических аспектов закономерностями самоочищения водоемов: последние не справляются с антропогенной нагрузкой и на участках рек до контрольных створов не успевает восстановиться качество воды в водоеме.

ВЫВОДЫ

Выполненные комплексные исследования по степени воздействия сточных вод предприятий по переработке молока на

Покало Марина Леонидовна. Преподаватель-стажер каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения БГТУ. Брестский государственный технический университет (БГТУ). Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.