

3. Наилучшие доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 3: Оценка действенности политик в сфере НДТ. / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР. Пер. с англ. Москва, 2019. 164 с.

4. Наилучшие доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 4: Руководство по определению НДТ и установлению уровней экологической эффективности для выполнения условий получения экологических разрешений на основе НДТ. / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР. Перевод с английского. Москва, 2020. 81 с.

ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВКИ ЛОКАЛЬНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ДЕТСКОГО МОЛОЧНОГО ПИТАНИЯ

JUSTIFICATION FOR THE INSTALLATION OF LOCAL TREATMENT FACILITIES AT THE ENTERPRISE FOR THE PRODUCTION OF BABY DAIRY FOOD

Е. К. Баева^{1,2}, В. М. Мисюченко^{1,2}, М. П. Симонова-Лобанок³

Е. К. Baeva^{1,2}, V. M. Misiuchenka^{1,2}, M. P. Simanova-Lobanok³

¹Белорусский государственный университет, БГУ г. Минск, Республика Беларусь

*²Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ г. Минск, Республика Беларусь
evabaevaa@inbox.ru*

³Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

¹Belarusian State University, BSU Minsk, Republic of Belarus

²International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, ISEI BSU Minsk, Republic of Belarus

³Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Рассмотрены технические решения по строительству локальных очистных сооружений для очистки сточных вод предприятия молочной промышленности, а также альтернативный проект локальных очистных сооружений, использующий образующиеся в составе сточных вод органические соединения, фосфор и азот, образующиеся при использовании моющих средств, а также при потерях сливок, молока, молочной сыворотки, для добычи биогаза с целью его дальнейшего использования в теплоэнергетическом хозяйстве. Выявлены превышения предельно допустимых концентраций ХПК, БПК₅, взвешенных веществ, азота и фосфора до внедрения проекта локальных очистных сооружений.

Technical solutions to the construction of local treatment facilities for wastewater treatment of a dairy industry enterprise are considered, as well as an alternative project of local treatment facilities, using organic compounds formed in the composition of wastewater, phosphorus and nitrogen formed during the use of detergents, as well as during the loss of cream, milk, whey, for the extraction of biogas from the purpose of its further use in heat and power economy. Excesses of the maximum permissible concentrations of COD, BOD₅, suspended solids, nitrogen and phosphorus are revealed before the implementation of the project of local treatment facilities.

Ключевые слова: локальные очистные сооружения, сточные воды, загрязняющие вещества, предельно допустимая концентрация.

Keywords: local treatment facilities, wastewater, pollutants, maximum allowable concentration.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2023-2-61-64>

При разработке проектной документации по строительству локальных очистных сооружений для предприятия по производству детского молочного питания в Брестской области предусматривалось внедрение комбинированных современных очистных сооружений с мембранным биореактором и системой ультрафильтрации. До внедрения проекта все сточные воды предприятия направлялись без предварительной очистки по самотечному коллектору в коммунальную канализационную насосную станцию, а далее на городские очистные сооружения совместно с городскими канализационными стоками.

До внедрения проекта концентрация ХПК, характеризующая степень загрязнения стоков органическими веществами при мойке оборудования, а также потери молочного продукта, превышала ПДК при сбросе в коллектор в 4 раза и в среднем составляла 6050 мгО₂/л; концентрация БПК₅, повышающаяся в результате потерь

сливок, цельного, обезжиренного молока, молочной сыворотки – в 3,8 раз (составляла 3050 мгО₂/л); взвешенных веществ, являющихся частицами твёрдых продуктов переработки молока, попадающими в сточные воды при мойке оборудования и тары – в 2,8 раз и составляла 1270 мг/л; концентрация азота, фосфора, образующиеся при использовании азотсодержащих и фосфорсодержащих моющих средств, а также при потерях сливок, цельного, обезжиренного молока, молочной сыворотки, превышала ПДК в 4 раза и в 9 раз соответственно и составляла 171 мг/л (65 мг/л).

Таким образом, основная часть сточных вод образуется в ходе санитарной обработки. Вода используется для ополаскивания производственной линии при смене выпускаемого продукта, в начале и в конце работы установок кратковременной и высокотемпературной пастеризации, а также для промывки некоторой продукции, например, творожного зерна. Потери продукции при производстве молока могут составлять 3–4 %. Потери молока и молочных продуктов могут быть в процессе санитарной обработки; в трубопроводах и установках от смешивания с вытесняющей водой, в начале и по завершению работы поточных теплообменных установок; вследствие случайного пролива. Утечка продукции в сточные воды значительно увеличивают их ХПК, БПК₅, содержание азота и фосфора.

Для разгрузки коммунальной канализационной сети, в соответствии с рекомендациями, указанными в разрешении на спецводопользование, и требованиями действующих ТНПА, предприятием было принято решение о проектировании и строительстве собственных производственных локальных сооружений с организацией последующего сброса очищенного стока в коммунальные городские сети.

Основным видом деятельности рассматриваемого предприятия является переработка молока и производство молочных продуктов. В состав предприятия входит участок производства сухих молочных продуктов, использующий установку нанофильтрации, вакуум – выпарную установку, оборудование смешивания и подачи на сушку, распылительную сушилку для переработки образующейся в технологическом процессе сыворотки и получения сухой сыворотки в качестве единицы продукции.

На проектируемые локальные очистные сооружения будет поступать смесь сточных вод, образующихся в процессе производства молочных продуктов совместно с хозяйственно-бытовыми сточными водами предприятия.

С целью очистки сточных вод предприятия применялся адаптированный проект компании «WEHRLE Umwelt GmbH» по возведению высокоэффективной системы очистки сточных вод на базе МБР (мембранного биореактора). МБР представляет собой комбинацию биореактора и системы ультрафильтрации, где происходит отделение микроорганизмов (осадка), по этой причине нет потребности в обездвиживании микроорганизмов. Так, питательная среда и кислород становятся такими же доступными для бактерий, как если бы они находились в порах носителя.

Система состоит из следующих частей: приемный резервуар сточных вод; предварительная механическая очистка; усреднение и выравнивание стока; флотация; биологическая очистка; ультрафильтрация; вспомогательные системы; очистка дурнопахнущих выбросов (производственная вентиляция с отводом воздуха на очистку на биофильтр); система обезвоживания осадка.

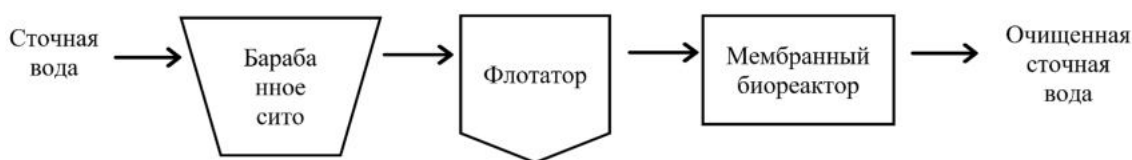


Рисунок 1 – Схема проектируемых локальных очистных сооружений

Технология очистки сточных вод состоит из следующих этапов:

1. Механическая и физико-химическая очистка (на барабанном сите и флотаторе), с помощью которой снижается количество твердых (взвешенных) частиц, жира и связанного ХПК.

2. Биологическая очистка сточных вод, ультрафильтрационное разделение очищенного стока и активного ила, происходящие в мембранном биореакторе для достижения требуемых ПДК по всем биоразлагаемым параметрам, за исключением солесодержания (минерализации, хлоридов, сульфатов).

3. Сброс в принимающий объект.

Для системы очистки сточных вод необходимы следующие вспомогательные химические вещества:

1) дозированное введение NaOH (при необходимости нейтрализации кислых сточных вод);
2) дозированное введение фосфорной кислоты (необходимо для снабжения биологической системы фосфором для поддержания баланса питательных веществ в биореакторе);

3) дозированное введение пеногасителя (для предотвращения потери активной биомассы при возможном образовании пены в результате комбинации некоторых веществ сточных вод с качественными аэрационными и биологическими процессами);

4) химические вещества для чистки мембран (используются нейтральные (для общей очистки), щелочные (для удаления биологических загрязнений с поверхности мембраны) и кислотные (для удаления неорганических осадков с поверхности мембраны) очищающие средства;

- 5) коагулянт и флокулянт для установки флотации;
- 6) полимер/флокулянты для обезвоживания.

Применяемая процедура гарантирует предельно успешную биологическую очистку и ультрафильтрацию с целью отделения биомассы от очищаемых сточных вод. Использование мембранной фильтрации для отделения биомассы от очищаемых стоков создаёт возможность достижения достаточно малогабаритного размера возведения, высоких стандартов очистки и полного удаления микроорганизмов из сточных вод.

Концепция предусматривает строительство мембранного биореактора с производительностью 1800 м³/сутки, с возможностью увеличения производительности до 2100 м³/сутки посредством установки дополнительного блока ультрафильтрации, с выпуском очищенных сточных вод в сети городской канализации г. Иваново.

Проектом предусматривается подключение объекта к внутриплощадочным сетям хозяйственно-питьевого водопровода. Проектируемые общие расчетные расходы воды на объект составляют: $Q_{\text{сут}} = 87 \text{ м}^3/\text{сут}$, $q_{\text{час}} = 28,5 \text{ м}^3/\text{ч}$; $q_{\text{сек}} = 19 \text{ м}^3/\text{с}$, из них 98,8% воды приходится на производственные нужды.

С учетом анализа состава поступающих на очистку сточных вод, рассмотрен альтернативный вариант локальных очистных сооружений производственных сточных вод молочного производства, с добычей биогаза с целью его дальнейшего использования в теплоэнергетическом хозяйстве. Проект обеспечивает удаление органических загрязнений с одновременным удалением азота и фосфора.

С целью повышения экологической эффективности и экономических показателей технологической схемы локальных очистных сооружений предложена стабилизация образующихся в результате удаления органических и минеральных загрязнений из сточных вод осадков (уплотненного избыточного активного ила и флотошлама из флотатора) в ферментаторе в анаэробных условиях. Образующийся в процессе работы ферментатора биогаз, пройдя предварительную обработку на сетевом конденсатоотводчике, по запроектированному газопроводу будет отводиться к газодувке, которая подает биогаз на сгорание в модульную котельную.

Предусматривается внедрение технологии, предполагающей применение биологического реактора с отдельными камерами нитрификации, денитрификации и биологической дефосфатации, предусматривающей очистку производственных сточных вод от соединений азота и фосфора; внедрение технологии механического обезвоживания осадка сточных вод с предварительным уплотнением и сбраживанием в ферментаторе, получением и сбором биогаза; строительство модульной котельной, работающей на биогазе, для производства тепловой энергии на технологические нужды комплекса локальных очистных сооружений комбината.

После реализации проектных решений концентрация БПК₅ составит 20 мгО₂/л, коэффициент очистки будет равен 98,9 %; концентрация ХПК – 115 мгО₂/л, 96,2%; для взвешенных концентрация составит 25 мг/л, коэффициент очистки – 96,95; азота – 20 мг/л, 83,3%; фосфора – 5 мг/л, 87,5%.

Определен перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух при эксплуатации проектируемых локальных очистных сооружений: аммиак, формальдегид, уксусная кислота, азота оксид, азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, сероводород, фенол, метан, этилмеркаптан, метилмеркаптан.

В связи с отсутствием разработанных и утвержденных методических документов для определения максимальных и валовых выбросов загрязняющих веществ, выделяющих от технологического оборудования очистных сооружений производительностью свыше 500 м³ в сутки, качественный и количественный состав выбросов от проектируемых источников выбросов принят в соответствии с данными по качественному и количественному составу объектов-аналогов.

В качестве объекта-аналога приняты очистные сооружения, функционирующие на предприятии молочной промышленности Гродненской области. В рамках производственного аналитического контроля выполнены инструментальные замеры.

Валовый выброс загрязняющих веществ от существующих источников предприятия составляет 73 т/год. После реализации проектных решений валовый выброс предприятия составит 86 т/год.

Максимальное количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от планируемых локальных очистных сооружений, приходится на метан и оксид углерода, составляющие по 5 т/год, а также оксид азота, количество которого составит 1,6 т/год.

Расчетная приземная концентрация формальдегида составила 0,83ПДК, этилмеркаптан = 0,54ПДК, фенола = 0,08ПДК, оксида азота = 0,04ПДК, аммиака = 0,01ПДК.

Таким образом, согласно результатам расчета рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы от проектируемых локальных очистных сооружений с учетом фоновых концентраций, на границе жилой застройки превышений предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе ни по одному из веществ не выявлено. На границе расчетной санитарно-защитной зоны, при самых неблагоприятных условиях (одновременность работы всех источников выделения загрязняющих веществ, опасных скоростях и направлениях ветра) превышения значений предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе отсутствуют.

Планируются и осуществляются мероприятия по внедрению наилучших доступных технических методов, строительство и ввод в эксплуатацию газоочистных установок, обеспечивающих выброс аммиака, фенола, формальдегида с концентрацией не более 20 мг/м³.

В рамках проектных решений по строительству производственных локальных очистных сооружений предусматривается также установка очистки воздуха, работающая по принципу биофильтрации (биофильтр). Воздух

будет направляться по системе воздуховодов с помощью вентиляторов на установку биофильтра. В соответствии с данными завода-изготовителя газоочистного оборудования (биофильтра), коэффициент очистки для аммиака, сероводорода составит более 95%; метилмеркаптана, этилмеркаптана – более 90%; оксида азота, фенола, формальдегида, уксусной кислоты – более 50%.

На основании анализа расчета шума, выполненного для дневного и ночного времени суток, выявлены превышения допустимых уровней шума в расчетных точках на границе расчетной санитарно-защитной зоны, на границе территории малоэтажной жилой застройки. В расчете шума учитывалось максимально возможное количество одновременно работающего оборудования (наихудший вариант).

В качестве мероприятий по снижению шумового воздействия от источников шума рассматриваемого предприятия в рамках проектных решений со стороны проектируемых производственных локальных очистных сооружений предусмотрено устройство шумозащитного экрана, высотой 4,0 м. В рамках Проекта санитарно-защитной зоны предусмотрено оснащение существующего вентиляционного оборудования шумозащитными кожухами. Числовое значение коэффициента изоляции воздушного шума, через которую проникает шум для шумозащитного кожуха, составляет 30 дБа.

На основании расчетов прогнозируемые уровни шума после реализации мероприятий по снижению шумового воздействия на расчетной санитарно-защитной зоне, на торцах зданий школьных и дошкольных учреждений образования, на границе территории застройки усадебного типа не превышают ПДУ звука в соответствии с санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами.

В рамках проектных решений по строительству производственных локальных очистных сооружений предусмотрено оборудование, являющееся источниками общей вибрации 1 и 3 категорий.

Для снижения негативного воздействия от источников вибрации предусмотрены следующие мероприятия: в воздуховодах приняты оптимальные скорости движения воздуха; оборудование подобрано с максимальным коэффициентом полезного действия. Учитывая виброзащитные (вибропоглощающие) препятствия, уровни общей вибрации за территорией промышленной площадки предприятия будут незначительны.

Контроль за физико-химическими характеристиками сточных вод будет осуществляться в собственной лаборатории локальных очистных сооружений, посредством устройства в здании локальных очистных сооружений собственной лаборатории для проведения экспресс тестов сточных вод по контрольным показателям. Для проведения анализов будут использоваться тест-системы экспресс-анализа. Контроль за санитарно-гигиеническим состоянием производства и персонала будет обеспечивать собственная служба предприятия. Также будет осуществляться периодический контроль со стороны зонального «Центра гигиены и эпидемиологии».

ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИМПУЛЬСАМИ ТОКА – ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЧИЩЕНИЮ И УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА

FOOD PROCESSING WITH CURRENT PULSES IS AN INNOVATIVE APPROACH TO PURIFICATION AND QUALITY IMPROVEMENT

Т. В. Чубенко, А. С. Шадоба, А. Р. Борисова, Е. О. Рыццова

T. V. Chubenko, A. S. Shadoba, A. R. Borisova, E. O. Rystsova

*Российский университет дружбы народов
г. Москва, Российская Федерация*

Russian University of Peoples Friendship, Moscow, Russian Federation

@1032201888@pfur.ru @1032216059@pfur.ru, borisova-ar@rudn.ru, rystsova-eo@pfur.ru

В работе описаны основные методы очистки различных пищевых продуктов электрическим током. Изучены эффекты, наблюдаемые при применении подобных стимуляций, такие, как влияние активности электронов на грамположительные и грамотрицательные бактерии, устранение патогенности в целом, увеличение срока годности продукта. Рассмотрено влияние электростимуляции на продукты убоя. Были исследованы показатели по пищевым отравлениям в России, а также был сделан обзор на справочник разработанный ВОЗ.

The paper describes the main methods of cleaning of various food products with electric current. The effects observed with the use of such stimulations, such as the impact of electron activity on gram-positive and gram-negative bacteria, the elimination of pathogenicity in general, and an increase in the shelf life of the product, are studied. The effect of electrical stimulation on slaughter products is considered. The indicators of food poisoning in Russia are studied, and a review of a guide developed by WHO is made.

Ключевые слова: ионная очистка пищевых продуктов, воздействие импульсного электрического поля, обдув потоком ионизированного воздуха, обработки пищи ионизированной водой.