

## Литература:

1. Инструкция по обращению с отходами производства КУП «Минскхлебпром» – Минск, 2020.
  2. Экологический паспорт КУП «Минскхлебпром» хлебозавод «Автомат» – Минск, 2023.
  3. Переработка хлебобулочных изделий: как используется [Электронный ресурс] / Переработка хлебобулочных изделий. – Москва, 2016. – Режим доступа: <https://www.agroprod mash-expo.ru/ru/articles/2016/pererabotka-hlebobulochnyh-izdelij/>. – Дата доступа: 02.04.2025.
  4. Методы получения этилового спирта [Электронный ресурс] / Методы получения этилового спирта. – Киев, 2012. – Режим доступа: <http://spiritprom.com.ua/index.php/novosti/127-metody-polucheniya-etilovogo-spirta>. – Дата доступа: 02.04.2025.
- УДК 504.064

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

**Свинцова Е.А., магистр**

*Научный руководитель Галимова А.Р.*

**ФГБОУ ВО Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Россия, г. Казань**

*В работе рассмотрен процесс производства аммиачной селитры как источник образования сточных вод, а также наилучшие доступные технологии при удалении соединений азота из сточных вод. На основании анализа научно-технической литературы, предложен метод биохимической очистки сточных вод производства аммиачной селитры.*

*Ключевые слова: производство удобрений, сточные соды, аммиачная селитра, биохимическая очистка, анатмокс-реакция.*

Отрасль производства минеральных удобрений в России является системообразующей для российского химического комплекса. Удобрения используются во всех сельскохозяйственных центрах, так как от них напрямую зависит качество и количество полученного урожая. Поэтому в настоящее время происходит развитие предприятий по производству удобрений [1]. В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.12.2020 N 2398 (ред. от 07.10.2021) "Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий" предприятие по производству минеральных удобрений относится к объекту I категории, что обеспечивает возможность применения к нему наилучших доступных технологий.

Аммиачная селитра является одним из самых распространенных видов удобрений и производится в отдельном цехе на специальном агрегате. Аммиачная селитра – это аммонийная соль азотной кислоты с формулой  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . В большинстве случаев она производится путем нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком. Аммиачная селитра в гранулах имеет широкое применение перед посевами для всех видов подкормок.

В процессе производства аммиачной селитры есть главные и побочные источники образования сточных вод. Главными источниками являются конденсаты соковых паров из аппаратов ИТН и выпарных установок, побочные источники – это охлаждение продуктов, промывка аппаратов, трубопроводов и мытье полов. Конденсат сокового пара содержит аммонийный и нитратный азот. Условно чистые воды, не требующие очистки, образуются при охлаждении продуктов. Остальные же источники производят загрязненные сточные воды, которым требуется очистка из-за большого количества примесей в них. Возвращение в процесс загрязненных сточных вод запрещено по правилам техники безопасности [2].

Перечень наилучших доступных технологий при удалении соединений азота из сточных вод, которые образуются при производстве аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот, являются [3]:

1. отгонка аммонийного азота паром с добавлением щелочи (применяется при концентрациях аммонийного азота свыше 1 г/л)
2. нитрификация и денитрификация;
3. доочистка от соединений азота в биопрудах.

Технология удаления азота из сточных вод посредством окисления аммония предназначена для удаления азота из высококонцентрированных (по аммонийному азоту) сточных вод. Технология анаэробного окисления аммония (АНАММОКС) базируется на использовании автотрофных бактерий (планктомицетов) и проводится в две стадии:

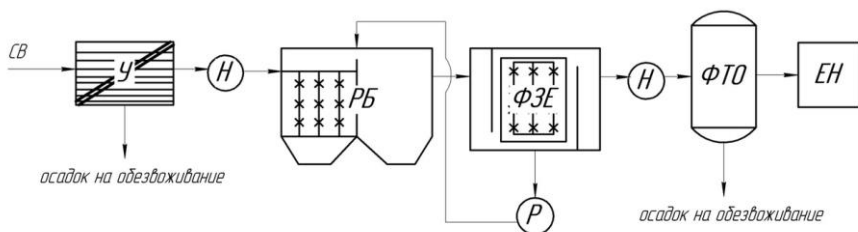
– на первой проводится частичная нитрификация для получения нитрита ( $2\text{NH}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{NO}^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ );

– на второй – собственно реакция окисления аммония нитритом ( $\text{NH}^{4+} + \text{NO}^{2-} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ), используемым в качестве акцептора электронов [3].

Аммоний и нитрит потребляются в соотношении 1:1,32. Основным продуктом анаммокс-реакции является молекулярный азот, а также до 10 % азота превращается в нитрат. Таким образом, процесс анаммокс состоит из двух технологических процессов, таких как нитрификация и окисления аммония нитритом. Бактерии Анаммох являются одними из самых медленно растущих микроорганизмов, поэтому в данном процессе является важным удержание биомассы для осуществления качественной очистки сточных вод. Наилучшей технологическим решением является использование аппаратов со

стационарными носителями прикрепленного биоценоза, которые называются загрузкими.

Для очистки сточных вод производства аммиачной селитры предусмотрены очистные сооружения, принципиальная схема которых представлена на рисунке 1. Промывные, смывные, дренажные сточные воды процесса производства аммиачной селитры через систему трубопроводов самотеком поступают на технологическую линию биохимической очистки. Первым этапом СВ поступает усреднитель, где предусматривается смешение дренажных, промывных и смешанных стоков и контроль неравномерности стока. Далее вода с помощью насоса подается в биохимический реактор, содержащий две зоны – аэробную и анаэробную, в которых при помощи активного ила осуществляются процессы денитрификации, нитрификации и анормокс-процесс, направленные на редуцирование аммонийного азота и нитратов. После биологического реактора СВ направляются в фильтр с загрузкой ершовой, предназначенный для задерживания взвешенных веществ, в том числе биопленки, выносимой из биологического реактора. Последним этапом очистки является фильтр тонкой очистки, где происходит глубокая доочистка сточных вод.



У – усреднитель, РБ – реактор биологический, ФЗЕ – фильтр с загрузкой ершовой, Р – регенератор активного ила, Н – насос, ФТО – фильтр тонкой очистки, ЕН – накопительная емкость для сточных вод

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема очистных сооружений сточных вод линии производства аммиачной селитры

Усреднитель. Данное сооружение предназначено для регулирования параметров сточных вод, таких как расход и состав сточных вод. Использование усреднителя позволяет повысить надежность и эффективность очистки, так как сточные воды в процессе промывки оборудования образуются непостоянно. Необходимо использовать усреднитель перед биологической очисткой, чтобы не перегружать активный ил высокими концентрациями сточных вод.

Биологический реактор. Основная очистка от аммонийного азота и нитратов происходит в биологическом реакторе. Биологический реактор поделен на две зоны, в первой зоне установлена ершовой загрузка с прикрепленным на ней илом, который в аноксидных условиях осуществляет процесс денитрификации и аномокс-процесс. Вторая зона оснащена флокулами активного ила и системой аэрации для осуществления процесса нитрификации.

Фильтр с загрузкой ершовой. Применяется для задерживания взвешенных веществ, в том числе биопленки, которая выносятся из биологического реактора. Пропускание сточных вод через фильтр также используется для регенерации ершовой загрузки путем ее интенсивной аэрации.

Фильтр тонкой очистки. Установка данного фильтра поможет извлечь оставшиеся микроорганизмы из сточных вод, чтобы повысить качество получаемой воды после всех ступеней очистки.

Изучив технологию производства аммиачной селитры, было установлено, что в процессе производства аммиачной селитры образуются сточные воды с большим содержанием соединений азота, которые могут оказывать значительное негативное влияние при попадании в водоемы. Главными источниками являются конденсаты соковых паров из аппаратов ИТН и выпарных установок, побочные источники – это охлаждение продуктов, промывка аппаратов, трубопроводов и мытье полов. На основании анализа научно-технической литературы, предложен метод биохимической очистки сточных вод производства аммиачной селитры. Его главными преимуществами являются высокая эффективность удаления соединений азота, низкое негативное воздействие продуктов очистки на ОС, автономность работы сооружений и низкая стоимость их обслуживания.

### **Литература:**

1. Самсонова, Н. Е. Основы минерального питания растений и технологий применения удобрений : учебное пособие / Н. Е. Самсонова. – Смоленск : Смоленская ГСХА, 2021. – 256 с.
2. Киракосянц Д. А. Правовое регулирование сброса сточных вод в российской федерации с точки зрения экологической безопасности // Право и государство: теория и практика. – 2022. – №6 (210). – С 86-89.
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «ИТС 2 – 2022 Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Передовые технологии».