

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ»**

Экологический факультет
Кафедра экологического мониторинга и прогнозирования

«Допустить к защите»
Зав. кафедрой

_____ 20__ г.
«_____» _____

Выпускная квалификационная работа бакалавра
Направление: 05.03.06 «Экология и природопользование»

**ТЕМА: «Применение принципов организации малоотходного
производства в птицеперерабатывающей промышленности»**

Выполнила студентка Пономарева Алина Михайловна
(Фамилия, имя, отчество)

Группа: ОЭПбд-02-17
Студенческий билет № 1032172905

Руководители
выпускной квалификационной работы
ассистент Басамыкина А.Н.
к.б.н., доцент Курбатова
А.И.

(подпись)

(подпись)

Автор _____

(подпись)

г. Москва
2021 г.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. КОНЦЕПЦИЯ МАЛООТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА	6
1.1. Принципы малоотходного производства.....	9
1.2. Критерии чистых технологических процессов	11
1.3. Преимущества малоотходного производства.....	14
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РФ	17
2.1. Основные технологические процессы в птицеперерабатывающей промышленности	19
2.2. Основные виды отходов, образующихся на птицеперерабатывающем предприятии	21
ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ	26
3.1. Объект исследования.....	26
3.1.1. Очистка сточных вод.....	27
3.1.2. Характеристика птицеперерабатывающего предприятия	30
3.1.3. Описание технологических процессов птицеперерабатывающего предприятия	34
3.2. Методики исследования.....	39
ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ МАЛООТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ	41
4.1. Анализ затрат ресурсов и образования отходов на каждой стадии технологического процесса	41
4.2. Разработка и внедрение малоотходных технологических линий для птицеперерабатывающего предприятия.....	45
4.3. Оценка эффективности применения принципов малоотходного производства на различных стадиях птицеперерабатывающего предприятия	55
ВЫВОДЫ	59
Список используемой литературы.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Внедрение малоотходных технологий является одним из ключевых способов производства различных видов продукции с наименьшим воздействием на внешнюю среду. При этом уровень влияния не превышает допустимого санитарно-гигиеническими нормами.

Малоотходные технологии позволяют использовать сырье и энергию рационально, рециркулируя их. А экономическая эффективность от их внедрения повышает общую эффективность предприятия.

В России на данный момент развитие, использование в глобальных масштабах данных технологий находится на начальной стадии. Конечно же необходимо, чтобы само предприятие было заинтересовано в них. Для нескольких организаций важно иметь тесные связи по кооперации, потому что отходы одного могут являться сырьем для другого [30].

Введение малоотходных технологий в производство предприятия дает возможность сократить расходы по охране среды, в том числе на установку природоохранного оборудования. Но, тем не менее это сложная технико-экономическая задача [31].

Концепция внедрения малоотходных технологий изучается недавно, но с серьезными намерениями, особенно за рубежом. Ведь лучше заранее предотвратить образование отходов, преобразовать их в полезное сырье, чем впоследствии бороться проблемами отходов на различных уровнях. Самый яркий пример – свалки, они занимают огромные площади, выделяют метан в атмосферу, отравляют подземные воды и землю, на которой размещаются. К тому же, постоянно возрастающий потребительский спрос способствует производству большего количества отходов, которые ведут к росту использования и без того ограниченных ресурсов.

В России внедрение данных технологий поможет подняться на одну ступень технологического прогресса выше. Также это важно из-за огромного количества свалок, часть из которых расположена или разработана незаконно или неверно. До настоящего времени свалки были

допустимой нормой. Ведь территории нашей страны обширны и могут размещать на себе квадратные километры полигонов и свалок. Но в связи с ухудшением экологической обстановки, вопрос о меньшем образовании отходов становится все более и более серьезным [43].

Конечно, приход к введению малоотходных технологий на всех предприятиях нашей страны требует многих лет. И это, несомненно, произойдет, если уделять данному вопросу должное внимание, работать над решением проблем, разработать законодательные акты, которые будут действовать.

Но также важно помнить, что единых критериев для всех отраслей промышленности нет, поэтому и создать оценку степени токсичности или влияния производства на окружающую среду тоже очень сложно.

Птицеводство во всем мире развивается стремительными темпами. Оно положительно влияет на жизнь в целом, начиная от решения вопросов голода, заканчивая достижением национального развития, повышением уровня жизни путем создания рабочих мест [4]. Но помимо большого количества плюсов, отрасль птицеводства имеет и недостатки, а именно – производство, как отхода, помета. Он способен распространять болезни и патогенные микроорганизмы и загрязнять почвы и грунтовые воды, если не обращаться с ним должным образом. Второй проблемой является образование сточных вод в огромном объеме. Они играют серьезную роль в загрязнении грунтовых вод [4].

Малоотходные технологии позволяют менее расточительно обращаться с ресурсами и отходами и использовать их вторично. Это один из основных путей повышения эффективности любого птицеперерабатывающего предприятия. Ведь такого вида отходы нельзя утилизировать обычным способом захоронения на полигонах. Также большой процент из отходов может стать ценным вторичным сырьем для получения продукции различного назначения, в первую очередь, энергетического и кормового, с высокими потребительскими свойствами [22].

Свое внимание я бы хотела остановить на разработке концепции малоотходного производства для птицеперерабатывающего предприятия.

Цель данной работы – разработка концепции и принципов организации малоотходного производства для птицеперерабатывающего предприятия.

Основные поставленные задачи:

- Изучение концепции малоотходного производства, применяемого на различных стадиях технологических процессов;
- Анализ технологических особенностей птицеперерабатывающей промышленности в Российской Федерации;
- Анализ эффективности технологических процессов и образования отходов на различных стадиях птицеперерабатывающего предприятия;
- Разработка малоотходных технологических линий для птицеперерабатывающего предприятия;
- Оценка эффективности внедренных малоотходных технологий на птицеперерабатывающем предприятии;

Структура работы:

В дипломной работе 69 страниц, одна таблица и 8 рисунков. Работа состоит из практической части и литературного обзора, который состоит из следующих глав:

1. Концепция малоотходного производства;
2. Особенности птицеперерабатывающей промышленности в Российской Федерации;
3. Описание объекта, методик исследования и технологических процессов на птицеперерабатывающем предприятии;
4. Применение принципов малоотходного производства на птицеперерабатывающем производстве в Липецкой области.

ГЛАВА 1. КОНЦЕПЦИЯ МАЛООТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

При рассмотрении такой модели производства, которая не производила бы отходы, не наносила вред окружающей среде, часто можно встретить два термина. Это безотходное и малоотходное производство. Важно их отличать, потому что это хоть и похожие по смыслу, но все же разные модели производства.

Безотходное производство – это идеальная модель производства. Ее не существует, и вероятность того, что такую модель разработают ничтожно мала.

Под малоотходным производством понимается такое производство, результаты которого при негативном воздействии на окружающую среду не превышают уровня, допустимого действующим санитарно-гигиеническими нормами [30]. Это промежуточный шаг перед созданием идеальной модели.

Благополучная жизнь людей напрямую зависит от уровня социально-экономического развития, а само это развития – от интенсивности и характера использования природных ресурсов [32]. Анализ потребления природных ресурсов, производства отходов, развития предприятий и, в целом, состояния окружающей среды, явился толчком к осознанию неизбежности ухудшения существования людей. Дальнейшее развитие не может осуществляться с помощью традиционных экстенсивных методов. Единственно правильным решением будет внедрение принципиально нового подхода к производству. И этот подход получил название «малоотходная технология» [32].

Под малоотходными технологиями подразумевается создание замкнутых циклов, повторное использование отходов производство, сведение выбросов и сбросов к минимуму.

Впервые об этом заговорили в 1976 году на Международном симпозиуме стран членов СЭВ (Совета экономической взаимопомощи) [32]. Идея повторного использования отходов обсуждалась уже давно. Но сейчас существует техническое оснащение для этих процессов. Тем самым на

многих производствах, внедривших малоотходные технологии, удается повторно использовать до 2/3 образующихся отходов [30].

Идея безотходности основывается на природных циклах. Ведь в экосистемах образование живого вещества и его разложение сбалансированы. Отходы одних организмов являются средой обитания для других. Это картина практически идеального замкнутого круговорота веществ. То же самое человечество должно достичь в производстве [32].

Процессы производства должны отвечать некоторым требованиям. Среди них изготовление продукта с учетом его вторичной переработки, внедрение замкнутых циклов для экономии сырья и энергии, рациональные энергетические затраты, внедрение улучшенных систем очистки переработанного сырья, для лучшего повторного внедрения в процесс.

Конечно, как и любая новая технология, она требует времени. В том числе и на проверку с дальнейшим усовершенствованием. Помимо обширных плюсов, внедрение малоотходной технологии на предприятие может повлечь негативные последствия. Например, при неправильном подборе технологии, экономические затраты могут оказаться невероятно большими [43].

Немаловажную роль играет государство. Поддержка с его стороны и предоставление льгот (при использовании вторичных ресурсов, строительстве очистных сооружений и др.; применение поощрительных цен и надбавок на экологически чистую продукцию; введение специального налогообложения экологически вредной продукции и технологий; применение льготного кредитования предприятий) позволит отраслям промышленности лучше развиваться, выходить на новый уровень, распространять внедрение «чистых» технологий по всем предприятиям [31].

Переход экономики к прогрессивному устройству, основанной на постиндустриальной модели путем внедрения малоотходности на производствах, требует изменения целей предприятий и отраслей промышленности [11]. В России такое формирование современного

промышленного производства непременно будет опираться на
постиндустриальные технологии.

1.1. Принципы малоотходного производства

При внедрении малоотходных технологий производства можно выделить несколько принципов, которые взаимосвязаны и создают цельный образ.

Принцип системности. Это основной принцип. Каждый отдельный процесс производства, в соответствии с ним, рассматривается как элемент динамичной системы всего производства. А на более высоком уровне каждый отдельный процесс – элемент эколого-экономической системы в целом, включающей природную среду и человеку, помимо материального производства. Данный принцип необходим, чтобы рассматривать существующую и усиливающуюся взаимосвязь и взаимозависимость производственных, социальных и природных процессов [31].

Принцип комплексности использования ресурсов. Его суть заключается в наиболее полном использовании полезных компонентов сырья и отходов производства. Данный принцип тоже очень важен для разработки концепции малоотходного производства. Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить количество недоиспользованных веществ, выпускать новые продукты из той части сырья, которая раньше уходила в отходы.

Следующий принцип введен в России в роли государственной задачи и сформулирован в ряде постановлений. Например, в Федеральном законе №89 «Об отходах производства и потребления» [46]. Это принцип комплексного экономного использования сырья. В законе этот принцип звучит так: «комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов» [46].

Принцип цикличности материальных потоков. Например, создание замкнутых водооборотных и газооборотных систем. Замкнутые водооборотные циклы будут напоминать систему природного круговорота воды. При этом, среди требований, отмечается, что водоснабжение и очистка сточных вод рассматриваются как единая система предприятия [18].

Общий принцип создания малоотходных технологий производства - рациональность его организации. Среди главных факторов выделяют разумное использование компонентов сырья, максимальное уменьшение энергоемкости, материалоемкости и трудоемкости производства, поиск новых экологически обоснованных сырьевых и энергетических технологий, что связано со снижением отрицательного воздействия на окружающую среду [32].

К сырьевым энергетическим ресурсам предъявляются особые требования. Необходимо обосновывать их качество, проводить предварительную подготовку и предусматривать возможность замены ресурсов на нетрадиционные, местные и др. [31].

1.2. Критерии чистых технологических процессов

Экологичность и безопасность технологических процессов, степень безотходности и влияние на окружающую среду складывается из ряда критериев. Чтобы определить, насколько введенные технологические процессы чистые, необходимо, во-первых, провести анализ показателей оценки, характеризующих воздействие на окружающую среду, а во-вторых, рассмотреть данные критерии в комплексе.

Чистота технологических процессов определяется [30]:

- Нагрузкой на природную среду;
- Изменением состояния окружающей среды;
- Нанесенным окружающей среде ущербом;
- Природоохранными затратами;
- Величиной природоемкости производства.

Также выделяют критерии экологичности технологических процессов [30].

1. Суммарные платежи за загрязнение окружающей среды. Существует формула для их расчета:

$$P_{\Sigma} = P_{н} + P_{л} + P_{сл},$$

где $P_{н}$ – платежи за выбросы, сбросы, размещение отходов в пределах норматива, руб.;

$P_{л}$ – платежи за выбросы, сбросы, размещение отходов в пределах лимитов, руб.;

$P_{сл}$ – платежи за сверхлимитные выбросы, сбросы, размещение отходов, руб.

Данный критерий прост в расчете, имеет утвержденные ставки платежей и осуществляет совокупное воздействие на природную среду. Правда здесь не учитывается эффективность использования технологий (ресурсоемкость) [32].

2. Суммарный экономический ущерб от загрязнения основных компонентов окружающей среды. Формула для расчета:

$$Y_a = \gamma \delta M_{\text{пр}} f,$$

где γ – удельный ущерб от определенного загрязнения; руб./ усл. т;

δ – коэффициент относительной опасности загрязнения среды;

$M_{\text{пр}}$ – масса годового выброса загрязняющих веществ от источника, усл. т/год;

f - коэффициент, учитывающий характер рассеивания примесей загрязнителей в атмосфере.

Данный критерий позволяет суммарно оценить воздействие на компоненты окружающей среды. Минусом является отсутствие учета эффекта от аварийных ситуаций. Но это учитывает следующий критерий [32].

3. Производственно-экологический риск.

$$R = M(Y) = \sum_{k=1}^m Q_{\text{св}} Y_{\text{св}} + \sum_{k=1}^m Q_{\text{на}} Y_{\text{на}},$$

где $c = 1 \dots n$ – количество случайных вредных материальных и энергетических выбросов;

$k = 1 \dots m$ – число непрерывных вредных выбросов;

$Y_{\text{св}}$ – величина ущерба от одного случайного выброса;

$Y_{\text{на}}$ – величина ущерба от выброса;

$Q_{\text{св}}$ – вероятность возникновения аварийных ситуаций (случайных вредных воздействий);

$Q_{\text{на}}$ – вероятность возникновения ущерба в штатном режиме ($Q_{\text{на}}=1$).

Но данные расчеты требуют достоверной статистической информации о вероятности аварийных ситуаций при реализации технологий. Присутствует степень неопределенности [32].

4. Природоемкость – величина техногенного ущерба к объему товарной продукции.

$$P = И + Д - М/Р,$$

где И – стоимость изъятых из окружающей среды местных ресурсов;
Д – экономический ущерб от загрязнения отходами производства;
М – экономический эффект мелиорации (как положительного воздействия);

Р – объем товарных продаж.

Данный критерий позволяет сравнивать воздействия при разных объемах производства со «среднеотраслевым» показателем [32].

5. Экологичность [31].

$$\mathcal{E} = Y/C,$$

где Y- ущерб от загрязнения воздушной среды;

C – стоимость 1 т готовой продукции.

6. Коэффициент безотходности производства [31].

$$K = \sqrt[3]{K_m K_\varepsilon K_a},$$

где K_m – коэффициент полноты использования материальных ресурсов,

K_ε – коэффициент полноты использования энергоресурсов,

K_a – коэффициент соответствия природоохранным требованиям.

При не превышении ПДВ коэффициенты равны 1. $K > 0,8-0,9$ – категория малоотходных предприятий, $K > 0,95-0,98$ – безотходных; $K \leq 0,8$ – к рядовые.

Данный критерий позволяет учитывать использование сырья, электроэнергии и нагрузку на природную среду. [30]

Таким образом, для оценки чистоты технологий нужно учитывать суммарную нагрузку на природную среду, включая качество и уникальность изымаемых ресурсов, и угрозу необеспеченности ресурсами.

В настоящее время нет единого и универсального критерия для количественной оценки степени безотходности производства. В различных отраслях производства используют различные соответствующие показатели [32].

1.3. Преимущества малоотходного производства

Если руководитель производства, располагающий средствами, окажется перед выбором – внедрить на свое предприятие малоотходные технологии или ничего не изменять в своем деле, то, конечно же, лучше будет выбрать первое. Ведь так повысится как экономическая, так и энергетическая эффективность производства. Ведь малоотходные технологии обладают преимуществом перед обычной работой предприятия [18].

Так, например, одним из преимуществ является повторное использование ресурсов, и одновременно их экономия. Извлечение сырья из природных ресурсов требует большого количества энергии и оставляет после себя загрязнения. И как только извлеченные материалы используются, они вывозятся на полигоны или уничтожаются в инсинераторах, также производя отходы. С внедрением вторичной переработки в технологические линии производства, отходы будут превращаться в сырье и, тем самым, производиться в минимальном количестве, либо не будут производиться вообще [3].

Также преимуществом является экономическая сторона предприятия. Не уничтожая отходы, а вводя их в замкнутый цикл и создавая из них вторичное сырье, руководство предприятия снизит расходы на закупку материалов, на вывоз отходов либо их уничтожение. Это положительно скажется на бюджете предприятия и сэкономленные деньги можно вложить в расширение производства, улучшение условия или также во внедрение малоотходных концепций [11].

Это позволит сохранить запасы исчерпаемых возобновляемых природных ресурсов будущих поколений.

И, конечно же, все это ведет к снижению воздействия на окружающую среду [18]. И это также является преимуществом. Например, повторное использование воды, а не сливание ее, в частности, просто на землю,

положительно скажется на грунтовых водах. А вторичное использование сырья, а не захоронение на полигоне – на состоянии почвы и грунтовых вод.

В международном сообществе получило распространение определение чистое или «зеленое» производство [32].

Рассмотрим концептуальный подход формирования «зеленой» экономики в Южной Корее. Эта страна выбрала в качестве национальной цели концепцию «зеленого роста». Особое внимание было уделено промышленности, энергетике, транспорту, альтернативным источникам пресной воды и технологиям, которые перерабатывают отходы. Правительство грамотно объединило цели в единый пакет, чтобы избежать дополнительных бюджетных расходов [4].

Десять лет назад Южная Корея запустила систему «зеленых» платежных карт для стимулирования потребления экологически инновационных товаров. С помощью таких карт также учитывается пользование общественным транспортом, а не личным и использование энергоэффективных товаров.

Для России это был бы интересный опыт, особенно в связи с формированием национальной платежной системы. Включение этой «зеленой» составляющей положительно повлияло бы на сознание людей [5].

На примере США можно проследить развитие энергетики в качестве основного развития «зеленой» экономики. С помощью солнечных установок к 2030 году будет производиться 66 % энергии, которая потребляется страной и 36 % – тепла. Властям американских штатов дано время на то, чтобы самостоятельно выработать определенные меры для достижения поставленной цели. Президент США объявил о своем плане инвестиций в развитие экологически чистых технологий на следующие 10 лет, чтобы не только улучшить экологическую ситуацию, но и создать до 4 млн. рабочих мест в городах [27].

В России уже начали внедрение экологических технологий на предприятиях. Например, установка рекуперации отработанных газов для

снижения выбросов в атмосферу. Эти технологии эффективны, но еще не распространены во всем масштабе страны. При грамотных мерах государства и деятельности экологических организаций путь перенесения зарубежного опыта окажется возможным [12].

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РФ

Птицеводство – это одна из отраслей животноводства, наиболее интенсивно развивающаяся в России сегодня. Развитие птицеперерабатывающей промышленности в России началось в начале 20-го века. Тогда начали разрабатываться современные промышленные инкубаторы. Строились откормочные предприятия, холодильники и склады для яиц. А в середине 20-го века осуществился переход птицеперерабатывающей промышленности на механизированную основу [48]. Как следствие, повышение продуктивности и снижение себестоимости продукции.

Обеспечение продовольственной безопасности – одна из главных задач агропромышленного комплекса страны [41]. В современной России птицефабрики являются специализированными, технически оснащенными предприятиями, занимающимися выпуском продукции птицеводства в промышленных объемах.

По данным АККОР (Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России) [16] на территории РФ функционирует 176 тысяч фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей, 26 тысяч микропредприятий и 32 тысячи малых сельскохозяйственных организаций.

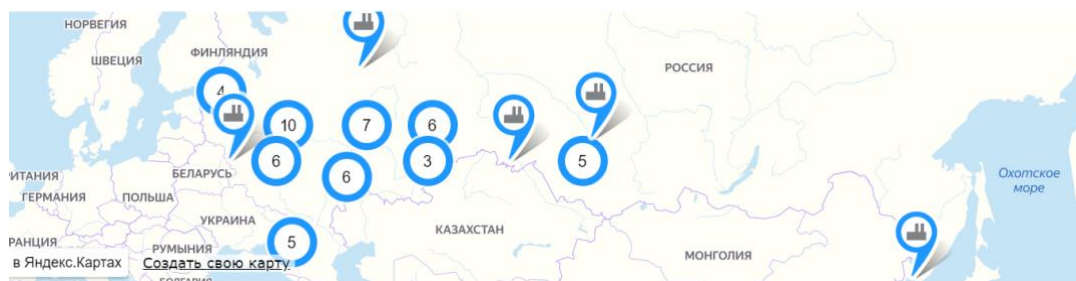


Рис.1. Крупнейшие птицефабрики России на карте. [16]

Птицеперерабатывающая промышленность РФ является одним из крупных компонентов, поддерживающих экономику страны. Ведь по производству мяса птицы Россия занимает 4 место в мире [5]. Лидер –

«Ставропольский бройлер», который производит 83% от всего объема птичьего мяса в регионе.

Работа птицефабрик делится на производство яиц и мяса (мясной продукции). К яичным курицам относят такие породы, как Кросс, Хайсекс, Изобраун и другие. Они способны выносить в среднем 20 яиц в месяц. «Мясные» породы: Корниш, Брама, Кохинхин и другие. [5]

Российский опыт выращивания бройлеров говорит о том, что только лишь в случае применения ресурсосберегающих технологий можно конкурировать с другими странами в выращивании этой породы птиц.

В настоящее время нарушена связь между птицеводческими и растениеводческими хозяйствами, в результате чего сельхозпредприятия не получают должного экономического и экологического эффекта. Птичий помет, накапливаясь вблизи птицефабрик, теряет свои ценные качества и становится постоянной угрозой для экологического благополучия окружающей среды. Опыт ряда отечественных и зарубежных птицеводческих предприятий показывает, что существует реальная возможность сделать производство яиц и мяса птицы безотходным производством, исключая вредное воздействие на окружающую среду. Переход на новые принципы нормирования воздействия на окружающую среду, основанные на применении наилучших доступных технологий, требует детального анализа существующих производственных процессов на птицеводческих предприятиях с точки зрения воздействия их на окружающую среду [5].

2.1. Основные технологические процессы в птицеперерабатывающей промышленности

Технологические процессы птицеперерабатывающего предприятия направлены на производство куриного мяса и яиц. Для непрерывной работы требуется постоянная инкубация и выращивание птицы. В первый год курицы несут больше всего яиц, поэтому их ежегодно меняют [21].

Технологический процесс может быть как замкнутым, полным, так и не полным. В первом процессе получают и производят яйца для пищи, выращивают молодых бройлеров и затем изготавливают мясную продукцию. Данные процессы происходят на крупных предприятиях, направленных на масштабное производство. Неполный цикл обычно применяется на предприятиях, специализирующихся на отдельных производственных процессах [13].

Яичное направление производства подразделяется на цех инкубации, цех доращивания молодняка, цех выращивания ремонтного молодняка (для замены взрослых птиц) и цех промышленного производства яиц [17].



Рис.2. Яичное направление производства [17]

Мясное направление производства делится на цех инкубации, цех выращивания ремонтного молодняка, цех выращивания и откорма молодняка и цех убоя птицы и переработки мяса [17].

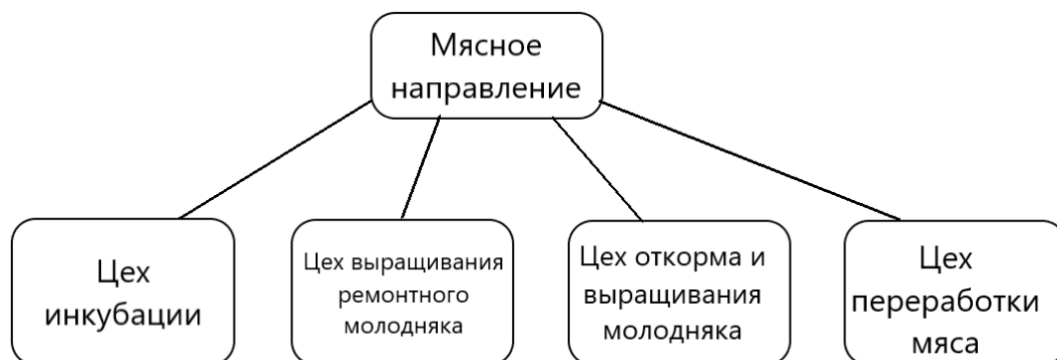


Рис.3. Мясное направление производства [17].

Также на предприятиях функционируют обслуживающие подразделения, такие как транспортный цех, ремонтно-технический цех, энергетический цех и санитарно-технический цех, кормовой склад.

Для поточного производства продукции и полной загрузки производственных мощностей в каждом цехе птицефабрики необходимо соблюдение заданного ритма в продвижении птиц по технологическим стадиям. Например, для постоянного и равномерного получения яиц, взрослых кур несушек обновляют партиями постепенно [21].

2.2. Основные виды отходов, образующихся на птицеперерабатывающем предприятии

В основном производство пищевой продукции (яиц, мяса курицы) происходит на больших птицеводческих предприятиях. А это значит, что и количество отходов соизмеримо с размерами фабрики.

В зависимости от количества птицемест, птицефабрики могут относиться к объектам 1 или 2 категории НВОС (по негативному воздействию на окружающую среду) [24]. Объекты 1 категории - объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий, к их обязательному внедрению. Объекты 2 категории – объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду. В этом случае обязательное внедрение НДТ не требуется [24].

Среди видов загрязнения окружающей среды от птицефабрики выделяют «отходы кормов», отходы животного происхождения («перья, кости»), «отходы очистных сооружений», «тушки птиц». Основным видом отходов птицефабрик является «птичий помет». Класс опасности 3 для свежего и 4 для перепревшего. Код ФККО 1 12 711 01 33 3 и 1 12 711 02 29 4 соответственно [47]. Отходы инкубаторов для птицеводства – «скорлупа» – относится к 4 классу опасности (Код ФККО 1 12 721 11 29 4). Прочие отходы также относятся к 3-4 классу опасности [47].

«Помет» содержит азот, фосфор и другие выводимые из организма птиц вещества, такие как гормоны, антибиотики и тяжелые металлы, входящие в состав корма. Эти вещества могут выделять в воздух аммиак и другие газы и привести к возникновению риска загрязнения поверхностных водоемов и подземных вод за счет вымывания и стоков. Кроме того, «помет» содержит бактерии и другие патогенные микроорганизмы, которые также могут оказывать воздействие на почву, воду и продовольственные ресурсы, особенно если помет не был подвергнут соответствующей обработке до внесения в почву в качестве удобрения [25].

«Птичьи тушки» также необходимо удалять должным образом, ведь они являются источником заболеваний и могут стать переносчиком инфекций [14].

Жидкие отходы, образующиеся при разведении птицы, также являются потенциальными источниками загрязнения подземных вод пестицидами, аммиаком и др. Будь то стоки из помещений для содержания птицы либо из сооружений по хранению отходов. Такие стоки в большей степени содержат органические вещества в высокой концентрации [25].

Выбросы в атмосферу (от содержания птиц) включают в себя:

- аммиак и другие источники запаха (денитрификация помета) – может выбрасываться на любой стадии процесса переработки помета;
- сероводород, фенол, метанол (пометохранилище);
- взвешенные вещества (пыль меховая, угольная, зола, сажа) – самый значимый загрязнитель;
- диоксид азота, оксид азота, бенз(а)пирен (работа котельной и установки сжигания отходов);
- пыль (склады угля и шлаков);
- углеводороды, диоксид серы, диоксид азота (гагаж) [24].

Учитывая негативное влияние птицеперерабатывающих предприятий на окружающую среду, необходимо создавать санитарно-защитные зоны. Они будут варьироваться в зависимости от количества птицеголов. Более 400 тыс. кур-несушек и более 3 млн бройлеров - 1 класс предприятия, санитарно-защитная зона 1000м. От 100 тыс. до 400 тыс. кур-несушек и от 1 до 3 млн бройлеров в год – 1 класс предприятия, санитарно-защитная зона 500м. До 100 тыс. кур-несушек и до 1 млн бройлеров – 3 класс предприятия, санитарно-защитная зона 300 м [22].

Корма животного происхождения – наиболее ценные по питательности. Характерной особенностью этих кормов является высокий уровень белка и его биологическая полноценность по аминокислотному составу, а также наличие в них витаминов и минеральных веществ [22].

Чтобы избавиться от отходов переработки продукции птицеводства и животноводства, вместо того чтобы организовать из них производство высокопротеиновых кормовых добавок, разработаны технологии их уничтожения путем сжигания, что никак нельзя считать целесообразным решением этой проблемы. Все это является причиной не только существенных потерь ценного высокобелкового сырья для производства кормов животного происхождения, но и приводит к загрязнению окружающей среды. Использование непищевых отходов переработки продукции птицеводства имеет не только экономическое и ресурсосберегающее значение, но и одновременно решает экологические проблемы по защите окружающей среды [24].

Отходами, нуждающимися в переработке, являются желудочно-кишечный тракт и его содержимое, костный каркас при углубленной переработке тушек, головы, лапки и другие продукты с истекшим сроком реализации, кровь и, в первую очередь, перьевое сырье, а всего 20 % от массы птицы. Переработка мясокостных отходов убоя птицы может проводиться в вакуум-горизонтальных котлах (так называемые котлы Лапса), которые, в основном, используются для утилизации отходов животного происхождения на санитарно-ветеринарных заводах [25].

Вакуум-горизонтальный котел для производства кормовой муки из животного сырья представляет собой цилиндрический металлический корпус, имеющий загрузочную горловину и разгрузочные патрубки, а на внешней стороне цилиндрического корпуса – оболочку для обогрева корпуса с патрубками для подачи и отвода теплоносителя и смонтированный по длине корпуса вал с мешалкой, закрепленной на концах на подшипниках. Теплоносителем для температурной обработки сырья является горячий пар, подаваемый непосредственно из котельной в оболочку корпуса [24].

С целью усовершенствования котла для производства кормовой муки из отходов животного сырья и снижения его себестоимости разработано

устройство для его обогрева с использованием электрической энергии. Для этого на внешней стороне для его обогрева расположен слой из огнеупорного материала с тремя электронагревателями, внешне покрытыми слоем изоляции. [25].

Кроме технологии переработки отходов птицеводства, в вакуум-горизонтальных котлах разработана также технологическая линия производства кормовой муки из мясо-костных отходов убоя птицы (головы, лапки, субпродукты и др.), при которой отходы измельчаются до размера 13x13 мм и поступают в бункер со шнековым дозатором, далее в варильщик, откуда разваренная масса поступает в пресс, после чего отжатая твердая фаза попадает в сушилку, откуда высушенный кормовой продукт, пройдя магнитные уловители, поступает в перемолочную установку, далее, в виде муки, трубами подается в пневмотранспортер, где мука отделяется от воздуха, после чего через шлюзовой затвор поступает на расфасовку в мешки. Отжатая жидкая фаза насосом подается в центрифугу для отделения шлама, который направляется в сушилку, а осветленный «бульон» после центрифугирования насосом подается в отсеки двухсекционной цистерны, где подогревается до 90°C и самотеком поступает в сепаратор жира, откуда жир насосом откачивается в цистерну для хранения. Эта технологическая линия рассчитана только на переработку мясокостных отходов птицеводства в кормовую муку и не обеспечивает переработку на корм перьевого сырья [33].

Производство белковых кормов из перьевого сырья имеет определенную особенность. Перья и пух относятся к кератиновому сырью. По химическому составу кератиновое сырье является естественным концентратом белка, однако в натуральном состоянии перьевого кератинового сырья не растворяется в воде, не переваривается и не усваивается в организме животных. Поэтому белки перьевого кератинового сырья, только после гидролиза, в результате разрыва дисульфидных связей, становятся

водорастворимыми, хорошо перевариваются и усваиваются в организме животных [33].

Гидротермический метод переработки мясокостных отходов в вакуум-горизонтальных котлах имеет удовлетворительные результаты, но малоэффективен при переработке перьевого сырья. Более эффективные методы переработки перьевого сырья при применении процессов термохимической обработки, но в связи со сложностью технологических процессов, большой затратностью и неудовлетворительными санитарно-экологическими условиями производства эти технологии не находят широкого применения в производстве. Заслуживает более глубокого изучения европейский опыт безотходного производства и переработки отходов птицеводства, в частности перьевого сырья, методом их обработки при высоких температурах и высоком давлении, а также возможности применения этих технологий в отечественном крупнотоварном производстве на птицефабриках промышленного типа [7].

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Объект исследования

Объектом моего исследования является ООО «Агрофирма «ЛИПЕЦК». Данная птицефабрика располагается в Липецкой области, Липецкого района.

Это действующее предприятия, зарегистрированное 30 октября 2014 года. Средняя численность сотрудников – 264 человек (на 2020 год) [34]. Основной вид деятельности – разведение сельскохозяйственной птицы. Среди дополнительных видов деятельности на предприятии выделены: выращивание сельскохозяйственной птицы на мясо, производство яиц сельскохозяйственной птицы, производство мяса в охлажденном виде, производство продукции из мяса птицы, производство готовых кормов для животных, содержащихся на фермах, сбор и обработка сточных вод, оптовая торговля мясом птицы, включая субпродукты, оптовая торговля яйцами, розничная торговля мясом птицы, включая субпродукты, розничная торговля яйцами, деятельность автомобильного грузового транспорта и услуги по перевозкам, аренда и управление собственным или арендованным недвижимым имуществом и исследование конъюнктуры рынка [34].

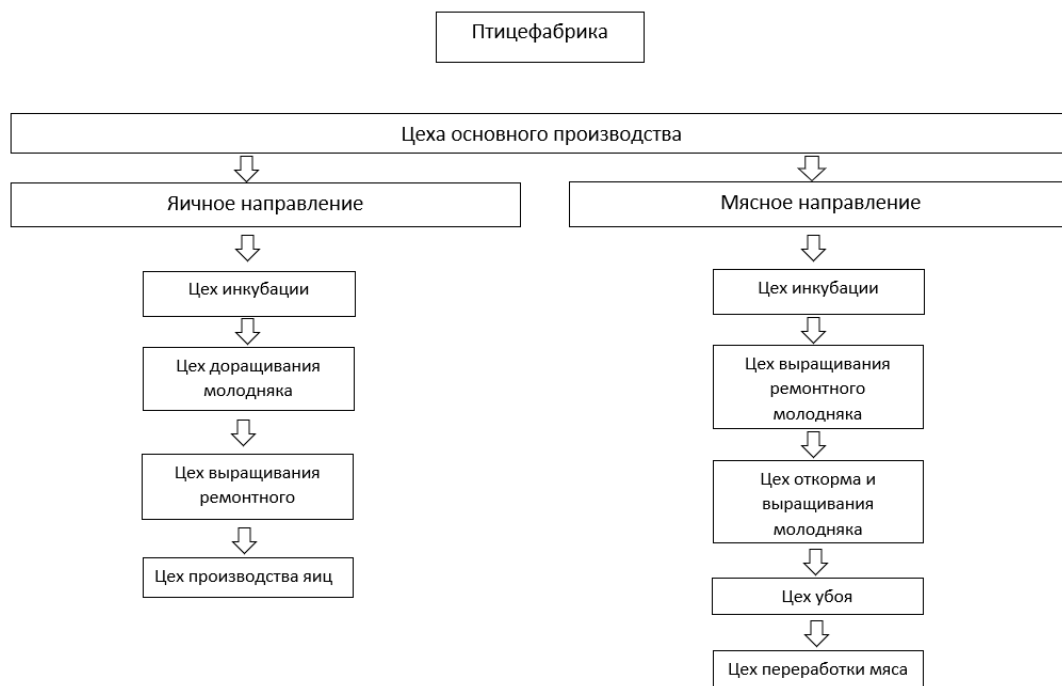


Рис. 4. Основные цех на липецкой птицефабрике [34].

В настоящий момент Агрофирма поставляет продукцию в 8 регионов страны – Липецкую, Воронежскую, Тамбовскую, Тульскую, Орловскую, Рязанскую, Московскую и Курскую области. В самой Липецкой области предприятие имеет 10 филиалов.

На территории предприятия располагаются птичники, комбикормовой цех и убойный цех. Поголовье – 12 млн кур. Ежедневно через убойный цех проходит около 85 тысяч цыплят-бройлеров [34]. Для убоя и переработки птицы используется современное оборудование Meun, позволяющее проводить «гуманный убой» высокочастотным оглушением, с последующей системой ошпарки тушки. В процессе ошпарки идет качественное снятие пера, не повреждающее кожный покров.

После убоя и потрошения тушки птицы поступают в цех переработки, где происходит их распил на необходимые части – крыло, бедро, окорочок, грудка и прочее. На специальной установке из грудки цыплят-бройлеров получают бескостную часть – филе. Производительность – до 6 000 грудок в час. Вся полученная продукция охлаждается в камере воздушно-капельного охлаждения. Производительность камеры до 12 тонн мяса в час. Температура охлаждается до рекомендованных ГОСТ от 0 до +4°C [34].

3.1.1. Очистка сточных вод

Важной составляющей любого предприятия является очистка сточных вод. Принципиальная схема очистки сточных вод на агрофирме представлена на рисунке 5 и работает так.

Сточная вода поступает на последовательно установленные решетку и флотатор. Решетка (механическая очистка) служит для задержания крупных загрязнений органического и минерального происхождения. Флотатор (физико-химическая очистка) необходим для извлечения примесей, имеющих гидрофобные свойства, на птицефабрике это будут жиры. Это открытый резервуар, оснащенный скребками для сбора пенных образований с поверхности жидкости, на корпусе есть патрубки для подачи воздуха, вывода флотошлама, притока загрязненной жидкости и отвода

чистой воды. Принцип работы флотатора – сточные воды, поступающие в него, насыщаются кислородом, пузырьки газа соединяются с не растворимыми примесями, от чего на поверхности образуется пена. Затем сточные воды поступают в канализационно-насосную станцию. КНС – комплекс гидротехнического оборудования, который используется для перекачки сточных вод, тогда, когда их отведение самотеком невозможно.

Из КНС сточные воды подаются на песколовку (механическая очистка). Она служит для выделения мелких тяжелых частиц (песок). Принцип действия песколовки основан на использовании гравитационных сил. При движении сточных вод каждая находящаяся в ней нерастворимая частица движется горизонтально вместе со струей воды (с такой же скоростью, как и струя) и одновременно осаждается вниз под влиянием силы тяжести.

После песколовки вода, очищенная от мелких тяжелых частиц, поступает в первичный отстойник (механическая очистка). Это сооружение для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационных сил оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. Время осаждения частиц зависит от многих факторов (размер частиц, температура), но среднее время отстаивания – 2 часа.

Далее сточные воды передаются на биологические очистные сооружения, находящиеся за пределами территории комбината – аэротенки. Аэротенк (биохимическая очистка) – резервуар, в котором перетекают сточные воды, совмещенные с активным иловым осадком. В станцию осуществляется подача кислорода, при помощи пневмоаэраторов, либо механических аэраторов — представляя из себя аэрационную систему. Воздух, подающийся под давлением, размешивает стоки с активным иловым осадком и насыщает эту смесь нечистот кислородом. Эта аэрация требуется для активной жизнедеятельности специальных бактерий ускоряя процесс их разложения. Активный ил – биоценоз зоогенных колоний бактерий и простейших организмов, которые участвуют в очистке сточных

вод. Биологическая очистка сточных вод осуществляется с целью удаления из них органических веществ, в том числе соединений азота и фосфора.

Флотационные установки работают без реагентов. Самый большой объем стоков поступает из убойного цеха – около 25 000 куб. метров [36].

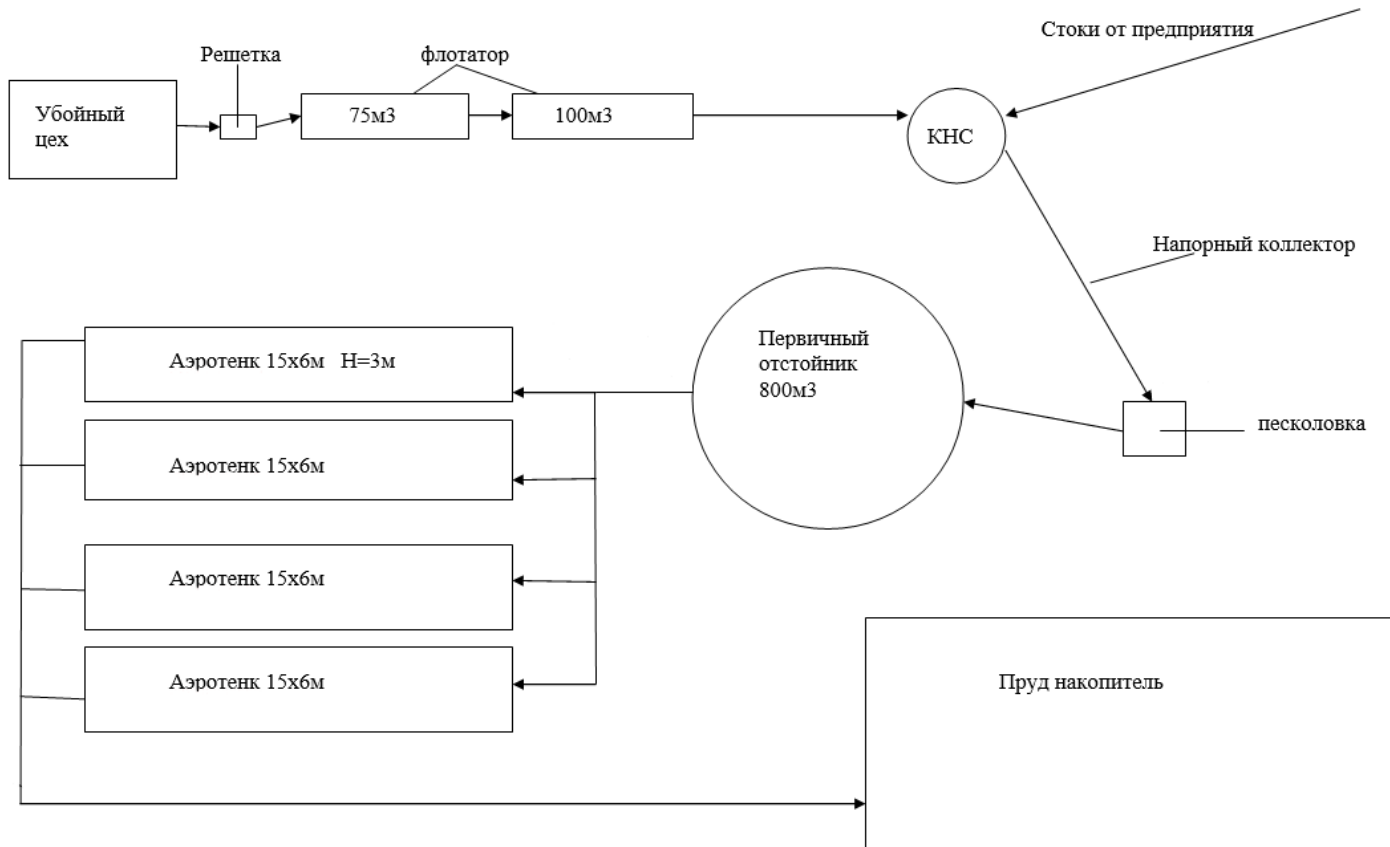


Рис. 5. Принципиальная очистка сточных вод на птицефабрике [36].

На Липецкой птицефабрике предполагается реконструкция существующих сооружений. Будет усовершенствована биологическая очистка: добавлена стадии аноксидной и анаэробной очистки с целью полного удаления из сточных вод азотных групп, фосфора и высоких значений органических веществ, а также добавится вторичное отстаивание с тонкослойными модулями, которые позволяют ускорить процесс отстаивания загрязнений, тем самым повысить эффективность процесса.

3.1.2. Характеристика птицеперерабатывающего предприятия

Все птицеводческие предприятия по особенностям технологического процесса делятся на предприятия с полным циклом производства (законченным) и неполным циклом (специализирующиеся на отдельных производственных процессах) [26]. Данная агрофирма относится к числу предприятий с полным циклом, ведь она довольно крупная.

На данной агрофирме осуществляют свое действие такие цеха, как инкубаторий, цех родительских форм, цех промышленного стада кур-несушек, цех выращивания ремонтного молодняка, убойный цех, колбасный цех, мясной цех и здания, для работы и отдыха людей [34].

Цех промышленного стада кур-несушек направлен только на производство товарных яиц. Содержание таких кур – клеточное. Стадо комплектуют птицей, выращенной в цехе ремонтного молодняка. Поступающих кур в возрасте 140-150 дней не смешивают со старшими курами, доращивают еще в течение месяца и только после этого переводят во взрослое стадо кур-несушек. Для непрерывного производства яиц кур комплектуют многократно. Все клетки в стаде оборудованы механизмами для поения и кормления птиц, сбора яиц и удаления помета. Оптимальная температура содержания птиц 18 °С при влажности воздуха 60-70% [17].

Цех родительских форм предназначен для производства яиц в инкубаторий и выращивание ремонтного молодняка. Этот цех осуществляет непрерывное обеспечение инкубатория яйцами высокого качества.

В цехе инкубации выводят цыплят партиями, для обеспечения бесперебойной работы предприятия. Через сутки выведенных цыплят перемещают в цех выращивания молодняка на два месяца. Излишних цыплят продают смежным предприятиям. Молодняк нужен для замещения родительских форм либо промышленного стада [17].

Производство мяса бройлеров – гибридных мясных цыплят до 1,5-1,8 кг. Они находятся на специальном выращивании с использованием полнорационных сухих комбикормов, которое обеспечивает интенсивный

рост и отличные мясные качества. Бройлеров выращивают в птичниках, размещая в каждом по 10-20 тысяч цыплят [17].

На чистом и малоотходном птицеперерабатывающем предприятии отходы должны утилизироваться, либо использоваться повторно [9].

Отходами инкубатория являются скорлупа, пух, бесплодные яйца и мертвые эмбрионы. Яичная скорлупа относится к четвертому классу опасности, ее можно отделять от других отходов и использовать в качестве компоста [33].

Цех выращивания птицы также производит отходы. Это помет – основной отход, пух, погибшие птицы. Так как это крупная фирма и голов птицы там достаточно много, то и количество помета там тоже большое. В состав птичьего помета входит около 80% воды, 15% летучих веществ и до 7% золы первоначальной массы помета. Также помет содержит большое количество кальция, много мелких и плотных частиц, что способствует его длительному хранению. Утилизация данного вида отхода является важной задачей, ведь хранящийся помет может выделять сероводород, фенол и метанол. Существует несколько способов переработки птичьего помета. Это компостирование, высокотемпературная сушка, производство биогаза в специальных установках. Анаэробное компостирование для обезвреживания отходов птицеводства практически не применяют [33].

При убойе птицы образуется немалое количество непищевых отходов: кератинсодержащие отходы (перья, пух, головы, ноги), кровь, мягкие отходы (технические отходы, кишечника, железистые желудки, легкие, почки) и костные отходы (кости, головы, ноги после механической обвалки птицы) [25]. Убой птицы осуществляется с помощью таких технологий как полупотрошение, потрошение и потрошение с разборкой и обвалованием потрошенных тушек. Общее количество непищевых отходов после метода полупотрошения составляет до 18% от живой массы птицы, а технические отходы (кровь) – до 12%. При переработке птицы методом потрошения общее количество непищевых отходов уже достигает 30% от живой массы

птицы. Технические отходы (пищеводы, зобы, желчные пузыри, трахеи и т.д.) – до 15%. И при последнем методе переработки птицы – с разборкой и обвалованием тушек, количество непищевых отходов составляет до 40% от массы потрошенной тушки [33].

Сократить вынос отходов убоя в окружающую среду можно, и даже нужно, так как эти отходы являются благоприятной средой для развития бактерий и заболеваний. Например, кости. Они содержат протеин, кальций, фосфор и минеральные вещества. Путем перетирания в костную муку и после термообработки они могут служить добавкой к корму. Пухо-перьевые отходы отличаются высоким содержанием кератина. Кератин – это нерастворимый структурный белок, слабо подверженный деградации. В перьевой муке содержатся важные аминокислоты, но сама по себе она не имеет кормовой ценности. Кровь представляет собой коллоидный раствор, в котором содержится 80% влаги, 17% протеина и ряд других веществ: минеральных солей, гормонов, микроэлементов, биологически активных веществ [25].

К зданию убойного цеха и применяемого оборудования, согласно действующим нормативным документам, применяется ряд требований, направленных в основном на обеспечение ветеринарно-санитарного благополучия окружающих территорий, охраны окружающей среды и требований охраны труда. Среди них: переработка отходов убоя должна осуществляться только в специально оборудованных цехах при минимальном расстоянии от зон жилой застройки – 1 км, а от других ферм – 2 км. Помимо этого, здание должно соответствовать требованиям действующих санитарных норм и требованиям электро- и пожарной безопасности. Территория цеха должна быть огорожена для предупреждения проникновения людей и животных [33].

Основным и самым объемным отходом являются сточные воды. В месяц сливается около 50-60 тысяч кубометров воды. Так как производство включает в себя выращивание, убой и переработку птицы, то сточные воды

загрязнены более чем на 50%. Загрязнение сточных вод дают такие участки производства: убой птицы, ошпаривание и ощипывание, потрошение с промывкой. Сточные воды на предприятии в основной массе органические и биологически разлагаемые, склонные к брожению [33].

Вода идет из разных цехов и зданий, поступает на флотаторы, через канализационно-насосную станцию (КНС) и песколовку передается в первичный отстойник. И проходя через аэротенки, поступает в пруд накопитель. Сток с данного предприятия не может быть очищен полностью в очистных сооружениях классического типа. И флотационные установки работают без реагентов. Добавление нового флотатора, поможет улавливать больше жира. Либо применимо добавить коагулянты в уже имеющиеся флотаторы [25].

Использование выделенного при флотации осадка, содержащего жир, является малоотходной технологией и может применяться на данном производстве. Полученный флотошлам можно смешивать с кровью, обезвоживать и высушивать под высокими температурами. Данный концентрат будет являться кормовой добавкой, содержащей большое количество белка [25].

Таким образом, отходы, образующиеся на предприятии возможно использовать повторно. Они могут стать как кормовой добавкой, так и полноценным кормом для птиц. Замкнутый цикл – одна из главных концепций малоотходного производства. При этом повышается как экономический, так и энергетический показатель производства [33].

3.1.3. Описание технологических процессов птицеперерабатывающего предприятия

Технологический цикл данного производства состоит из основного производственного цикла по забою, очистке и разделке тушек птицы и последующей после основного процесса, мойки оборудования и помещений. Технологический цикл осуществляется дважды в сутки. После этого происходит более интенсивная мойка и обработка оборудования и помещений [29].

В качестве сырья для производства продукции используют продукты убойного цеха. Как дополнение применяют добавки растительного и животного происхождения, пряности и специи, и оболочки для придания формы [13].

Сырье состоит из тушек и разделанной птицы, обваленного мяса, жировой ткани, субпродуктов. Сырье используют как охлажденное, так и замороженное. Оно обязательно отвечает ветеринарным требованиям и не имеет никаких изменений качества (цвет, запах, вкус, загрязнения). Сырье также не должно содержать микроорганизмов и химических веществ [13].

Технологические действия обеспечивают высокую производительность. При производстве мяса птица осуществляются такие процессы [13]:

- отлов птицы;
- доставка на убой и переработку;
- навешивание на конвейер;
- оглушение или обездвиживание;
- убой;
- обескровливание;
- тепловая обработка;
- удаление пера;
- потрошение или полупотрошение;
- охлаждение;

- сортировка;
- маркировка;
- взвешивание и упаковка тушек;
- заморозка мяса;
- хранение и поставка.

На предприятии получают следующие виды продукции: филе цыпленка-бройлера, тушка цыпленка-бройлера, филе бедра цыпленка-бройлера, грудка цыпленка-бройлера, окорочок цыпленка-бройлера, желудки мышечные, голень с кожей, крыло цыпленка-бройлера, печень, сердце, также производятся полуфабрикаты – котлеты и колбаски, маринованные части курицы и фарш [34].

Птицу подают к месту навешивания на конвейер и крепят за ноги в подвесках конвейера. Конвейером птицу подают к аппарату электрооглушения. Оглушенную птицу конвейером подают на обескровливание, которое производят не позднее чем через 30 секунд. Убой птицы производят внутренним или наружным способом вручную ножом или ножницами с остро отточенными концами с целью максимального обескровливания за 90-120 секунд. Необескровленная птица позже выбраковывается. Обескровливание цыплят-бройлеров производится автоматически через 15 секунд после оглушения путем сквозного разреза кожи шеи, яремной вены и сонной артерии без повреждения трахеи и пищевода. Основная цель начальной стадии переработки птицы - максимально уменьшить количество крови в тушке [13].

Перед удалением оперения птицу подвергают тепловой обработке – ошпариванию: погружают птицу в ванну тепловой обработки с активно циркулирующей водой, после чего перья удаляются с помощью автоматов. Ошпаривание надо проводить при температуре воды в ванне для цыплят-бройлеров 53 - 54°C, продолжительность тепловой обработки - 120 секунд. Для удаления оперения с птицы применяют автоматы и машины различных типов, удаляется 90-95% перьевого покрова. Во время работы непрерывно

подается вода с температурой 45 - 50°C. При обработке тушек снятое перо с птицы смывается водой в гидрожелоб, расположенный в полу цеха и транспортируется в отделение его первичной обработки. После снятия оперения тушки по конвейеру подаются к участку доощипки, которую проводят вручную. В начале удаляют оставшееся перо с крыльев, шеи и спины, а затем с других участков тушки [13].

Потрошение тушек начинается с операции отделения головы при движении тушки на конвейере первичной обработки или вручную ножом. У тушек бройлеров при автоматическом отделении головы вынимаются трахея и пищевод. Отделение ног производится автоматически или вручную ножом по заплюсневому суставу. Отделенные ноги удаляются из подвесок с помощью устройства или вручную и сбрасываются в накопительную емкость. Вырезание клоаки и продольный разрез брюшной полости у тушек выполняются автоматически или вручную ножом. К рабочим органам автомата подается водопроводная вода под давлением не менее 10 атм. Внутренние органы (сердце, печень, легкие, мышечный желудок, кишечник, зоб из полости тушек извлекают автоматически или с применением специальной вилки. Минимальная для переработки живая масса цыплят-бройлеров 900 г, максимальная - 1900 г. Сначала отделяют сердце, затем печень, предварительно удалив из нее желчный пузырь с протоками, не допуская его повреждения. Печень и сердце сбрасывают в гидрожелоб для перекачивания насосом в охладитель. Мышечный желудок отделяют от тушки вместе с кишечником вручную ножом. Разрезание желудка, очистка его от содержимого и мойка выполняются автоматически, снятие кутикулы - механизированным способом. Разрезание кожи шеи и отделение шеи на уровне плечевых суставов у тушек производится автоматически или вручную ножом. Отделенные шеи направляются в охладитель. Мойка потрошенных тушек снаружи и внутри производится водопроводной водой [13].

Перед упаковкой для предотвращения развития ферментативных процессов и улучшения качества мяса при хранении тушки птицы необходимо подвергать охлаждению, снизив температуру в толще мышцы до 4°C. Такое охлаждение не убивает бактерии, а лишь препятствует их размножению.

При длительном хранении или транспортировке на большие расстояния мясо птицы замораживают до -8°C [13].

Полупотрошение тушек проводят на конвейере первичной обработки или конвейере потрошения вручную при помощи ножа, ножниц. Разрезают стенку брюшной полости в направлении от клоаки к килю грудной кости. После ветеринарного осмотра кишечник и яйцевод сбрасывают в желоб и направляют на производство вареных или сухих кормов. Если попадают отдельные тушки с полным зобом, то внутренности удаляются полностью. Затем тушки подаются в очистные машины для обмыва поверхности, и далее на формовку, охлаждение, упаковку и кулинарную переработку [29].

Полупотрошенные тушки охлаждают в камерах холодильника при температуре 0 - 1°C и относительной влажности 95% или же в камерах тоннельного типа при температуре от -0,5 до +4°C и скорости движения воздуха 3-4 м/с. Продолжительность охлаждения тушек, упакованных в ящики - 12-24 часа, в камерах туннельного типа – 6-8 часов в зависимости от упитанности птицы. Процесс охлаждения можно считать законченным, когда температура в толще грудной мышцы достигает 0 - 4°C. Охлаждение упакованных тушек проводят в камерах хранения [13].

Сточные воды агрокомплекса по убою птиц относятся к категории высококонцентрированных по содержанию органических загрязнений, что требует предварительной очистки при сбросе на биологические очистные сооружения. В то же время такие стоки содержат в себе большое количество ценных компонентов, являющихся вторичными сырьевыми ресурсами [13].

Во время основного производственного цикла при очистке сточных вод выделяется жировой субстрат и перо, которые повторно используются

в цикле выращивания птицы. Эти продукты собираются в специально предназначенные для этого стационарные ёмкости и по окончании основного технологического цикла сбрасываются в транспортные ёмкости для доставки к месту повторного использования.

Во время второго технологического цикла – мойки, происходит смыв оставшихся жировых примесей с технологического оборудования, стен, полов помещений и с самих очистных сооружений. Сброс сточных вод после очистки на местных очистных сооружениях осуществляется в усреднитель основных очистных сооружений за территорией предприятия [29].

3.2. Методики исследования

Так как я рассматриваю внедрение малоотходных технологий, то моей первой методикой будет разработка и внедрение малоотходных технологических линий для птицеперерабатывающего предприятия.

Вторая методика – расчет годового экономического эффекта от внедрения малоотходных технологий [28].

Вторая методика включает в себя [28]:

1. Определение годового экономического эффекта, обусловленного технологическими факторами
2. Годовой экономический эффект от утилизации отходов производства
3. Годовой экономический эффект от использования жидких отходов

Определение годового экономического эффекта, обусловленного технологическими факторами ($\mathcal{E}_{\text{техн.и}}$), основывается на сопоставлении приведенных затрат по объекту, на котором непосредственно сказывается внедрение новой технологии, без учета текущих и капитальных затрат предприятия на охрану природы. Расчет этого эффекта по каждому виду отходов производится по формуле [28].:

$$\mathcal{E}_{\text{техн}} = [(c_1 - c_2) - E_n \Delta K] A_2 + \mathcal{E}_{\text{кос.техн}},$$

где: c_1, c_2 – себестоимость единицы продукции, производимой по старой (базовой) и новой (безотходной, малоотходной) технологии, руб/т;

ΔK – дополнительные удельные капитальные вложения на единицу продукции, производимой по новой технологии, руб/т;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$);

A_2 – годовой объем продукции, производимой по новой технологии, т;

$\mathcal{E}_{\text{кос.техн}}$ – дополнительный годовой экономический эффект (+) или ущерб (-), получаемый на смежных звеньях в результате учета косвенных последствий перехода на новую технологию на данном рабочем месте, руб.

Годовой экономический эффект от утилизации отходов производства ($\mathcal{E}_{\text{исп.}i}$) рассчитывается по следующим формулам [28]:

$$\mathcal{E}_{\text{исп}}^m = [(c_n l - c_{\text{от}}) + E_n (K_n l - K_{\text{от}})] P_{\text{от}} + \mathcal{E}_{\text{кос.исп}}$$

где: $\mathcal{E}_{\text{исп}}^m$ – экономический эффект от утилизации твердых отходов производства, руб.;

$c_n, c_{\text{от}}$ – себестоимость изготовления единицы продукции на основе первичного сырья и отходов производства, руб.;

$K_n, K_{\text{от}}$ – удельные капиталовложения на единицу изготовленной продукции на основе первичного сырья и отходов, руб.;

$P_{\text{от}}$ – количество изготовленной продукции из отходов за год в натуральных единицах, ед.;

l – коэффициент эквивалентности потребительских свойств продукции, изготавливаемой из отходов, определяется отношением количества продукта из единицы кондиционного сырья (равноценного по потребительским свойствам количеству продуктов из отходов) к количеству продуктов из отходов;

$\mathcal{E}_{\text{кос.исп.}}$ – косвенный эффект, получаемый за счет уменьшения затрат на складирование твердых отходов и за счет использования высвобожденных земель, занимаемых складированием этих отходов, руб.

$$\mathcal{E}_{\text{исп}}^x = [\mathcal{C} - (c_{\text{исп}} + E_n K_{\text{исп}})] V_{\text{исп}}, [28],$$

где: $\mathcal{E}_{\text{исп}}^x$ – годовой экономический эффект от использования жидких отходов, руб.;

\mathcal{C} – цена 1 м^3 воды питьевого качества, руб.;

$c_{\text{исп.}}$ – себестоимость 1 м^3 очищенной сточной воды, используемой на производственные и другие нужды предприятия, руб.;

$K_{\text{исп.}}$ – удельные капиталовложения на 1 м^3 годовой производительности очистного сооружения для использования воды на производственные и другие нужды, руб.;

$V_{\text{исп.}}$ – объем очищенной сточной воды, используемой на производственные и другие нужды, м^3 .

ГЛАВА 4. ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ МАЛООТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПТИЦЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

4.1. Анализ затрат ресурсов и образования отходов на каждой стадии технологического процесса

1. Образование осадка сточных вод [37].

Исходные данные:

$Q_{сут} = 1920 \text{ м}^3$ – суточный расход сточных вод;

$\text{Э}_{осв} = 50\%$ - эффективность задержания взвешенных веществ с помощью отстойника;

$C_{ен} = 450 \text{ мг/л}$ – количество взвешенных веществ на входе;

$L_{ен} = 300 \text{ г/л}$ – показатель БПК на входе;

$C_{N-NH_4} = 40 \text{ мг/л}$ – концентрация иона аммония в воде;

$C_{N-NH_4}^{ПДК} = 0,4 \text{ мг/л}$ – предельно допустимая концентрация иона аммония.

Водоем рыбохозяйственного назначения Категория водоема – I

1.1. Концентрация взвешенных веществ в сточной жидкости, поступающей в аэротенк из первичного отстойника, работающего с $\text{Э}_{осв}=50\%$.

$$C_{cdp} = \frac{C_{ен}(100-\text{Э}_{осв})}{100} = \frac{450(100-50)}{100} = 225 \text{ мг/л.}$$

1.2. Значение БПК_{полн} сточной жидкости, поступающей в аэротенк из первичного отстойника, работающего с $\text{Э}_{осв}=50\%$.

$$L_{cdp} = L_{ен} - 0,01 C_{ен} \text{Э}_{осв} (1 - s).$$

где s – зольность частиц, поступающих со сточной жидкостью в аэротенк, для птицефабрик принимается равной 0,25.

$$L_{cdp} = 300 - 0,01 \times 225 \times 50 (1 - 0,25) = 215,625 \text{ мг/л.}$$

1.3. Прирост активного ила в аэротенке рассчитывается по формуле:

$$P_i = 0,8C_{cdp} + 0,3L_{cdp},$$

$$P_i = 0,8 \times 225 + 0,3 \times 215,625 = 244,9 \text{ мг/л.}$$

1.4. Количество избыточного активного ила, удаляемого из биологической системы:

$$\Delta\Pi_i = \Pi_i - a_t,$$

где a_t - вынос частиц активного ила из вторичных отстойников.

$$\Delta\Pi_i = 244,9 - 10 = 234,9 \text{ мг/л.}$$

1.5. Суточное количество избыточного ила по сухому веществу:

$$A_i = \frac{\Delta\Pi_i \times Q_{\text{сут}}}{10^6},$$

$$A_i = 234,9 \times 1920 / 10^6 = 0,45 \text{ т/сут.}$$

1.6. Объем избыточного активного ила:

$$Q_i = \frac{100 \times A_i}{(100 - P_i)\gamma},$$

$$P_i = \left(1 - \frac{a_{\text{ил.кам}}}{1000}\right) \times 100,$$

$$a_{\text{ил.кам}} = a_i \left(\frac{1 + R_i}{R_i}\right),$$

$$R_i = \frac{(C_{N-NH_4}) \times Q_{\text{ден}}}{C_{N-NH_4}^{\text{ПДК}} \times Q_{\text{сут}}} - 1.$$

$$R_i = \frac{40 \times 960}{0,4 \times 1920} - 1 = 49,$$

$$a_{\text{ил.кам}} = 2 \left(\frac{1 + 49}{49}\right) = 2,04 \text{ г/л,}$$

$$P_i = \left(1 - \frac{2,04}{1000}\right) 100 = 99,79\%,$$

$$Q_i = \frac{100 \times 0,45}{(100 - 99,79) \times 1} = 214,3 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Таким образом, количество образующихся осадочных отложений на очистных сооружениях птицефабрики составляет 214,3 м³/сут [37].

2. Расчет флотационных установок [40].

Прямоточная схема флотации без использования реагентов.

Состав сооружений: флотокамера, насос, сатуратор, эжектор

ФЛОТОКАМЕРА

Расход сточных вод – Q = 80 м³/ч.

Количество флотаторов – 2 флотатора, идущих последовательно, производительностью - 75 м³/ч и 100 м³/ч.

Нагрузка на поверхность флотатора – $5 \text{ м}^3/(\text{м}^2/\text{ч})$.

Площадь флотатора –

$$F = \frac{75\text{м}^3/\text{ч}+100\text{м}^3/\text{ч}}{5 \text{ м}^3/(\text{м}^2/\text{ч})} = 35\text{м}^2 ;$$

Таким образом, было рассчитано площади имеющихся флотаторов достаточно, но они нуждаются в добавлении новых технологий.

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ

В насосной станции устанавливаются сатураторы (напорные баки) и две группы насосов.

НАПОРНЫЕ БАКИ

Объем сатураторов рассчитывается из условия 1-минутного пребывания в них сточных вод при рабочем давлении 5 атм

Расход сточных вод – $Q = 80 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимый объем сатураторов –

$$W = \frac{80 \times 1}{60} = 1,4 \text{ м}^3;$$

Принимаем 2 напорных бака емкостью по $0,7 \text{ м}^3$. Напорный бак представляет собой вертикальный сварной сосуд. Количество воздуха, необходимое для насыщения сточных вод составляет 9% общего расхода воды.

$$q = \frac{80 \times 9}{100} = 7,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Для подачи воздуха во всасывающую трубу насоса принимаются два эжектора ЭВ-100-18.

ПОДБОР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

а) Насосы, подающие воду на очистку во флотационную установку.

Расход сточных вод – $Q = 80 \text{ м}^3/\text{ч} = 22,3 \text{ л/с}$.

$$H = h_1 + h_l + h_{н.с} + h_{рас} + h_{нас},$$

где H – требуемый напор насоса (м)

h_1 – геометрическая высота нагнетания = 5м;

h_l – потери напора по длине (м), $h_l = 1,2 il$,

где 1,2 – коэффициент запаса на местные сопротивления при $q = \text{л/с}$, $l=50\text{м}$,

диаметр $d_y = 800\text{мм}$, потери напора на $100i = 0,35$, скорость движения воды $v=1,4\text{ м/с}$, отсюда:

$$h_1 = 1,2 \frac{0,35}{100} \times 50 = 0,21\text{ м};$$

$h_{\text{рас}}$ – потери напора в расходомере $1,5\text{м}$;

$h_{\text{нас}}$ – рабочее давление в сатураторе 50м ;

$h_{\text{н.с}}$ – потери напора в насосной станции 2 м ;

$$H = 5 + 0,21 + 2 + 1,5 + 50 = 58,71\text{ м}.$$

Принимаются 2 рабочих и 1 резервный насосы с расходом $100\text{ м}^3/\text{ч}$ напором 29 м , с электродвигателем во взрывобезопасном исполнении.

б) Насосы для удаления осадка из флотаторов отстойников. Для удаления осадка из флотаторов устанавливаются 2 насоса (1 рабочий и 1 резервный) с расходом $100\text{ м}^3/\text{ч}$, напором 29 м , с электродвигателем во взрывобезопасном исполнении.

Таковыми насосами можно опорожнять флотаторы при их чистке и ремонте.

ПРИЕМНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

а) Емкости приемных резервуаров определены исходя из 5-10-минутной производительности насосов.

Приемный резервуар сточных вод –

$$W = \frac{100 \times 5}{60} = 8,3\text{ м}^3.$$

Принимаем резервуар из расчета $4 \times \text{расход сточных вод в час} - 80 \times 4 = 320\text{ м}^3$. Это необходимо для того, чтобы не было перегрузки по поступающим стокам [40].

Таким образом, были рассчитаны требуемый напор насоса и объем приемного резервуара сточных вод.

4.2. Разработка и внедрение малоотходных технологических линий для птицеперерабатывающего предприятия

Для создания малоотходного производства на примере одной птицефабрики необходимо создать схему обращения с отходами и пустить их во вторичный оборот. Для этого нужно разобрать каждую технологическую линию птицефабрики и рассмотреть пути внедрения новых технологий.

1. Утилизация помета

Помет является наибольшей проблемой для птицефабрики. На рассматриваемом объекте поголовье – 12 млн. кур. При среднем значении 600-800 кг образующегося помета на 100 голов на данной птицефабрике будет образовываться 84 000 тонн помета в год или около 230 т/сутки. Помет содержит азот, фосфор, гормоны, антибиотики, тяжелые металлы, патогенные организмы и другие вещества. При длительном хранении эти вещества выделяют аммиак и другие газы, например, сероводород. Они, в свою очередь приводят к возникновению риска загрязнения поверхностных водоемов, воздуха, подземных вод [25].

Существует много способов утилизации помета, которыми пользуется человек. Среди них: использование помета в качестве удобрения, компостирование, пиролиз и газификация – используются для преобразования отходов в энергию и ценные продукты [39]. Наиболее чистым и подходящим методом утилизации помета с минимальным количеством отходов является метод гидротермальной карбонизации с последующим получением ценного продукта – биоугля [1].

Метод гидротермальной карбонизации – это термохимическое превращение в воде при температурах 180-260°C, от 5 минут до нескольких часов при давлении выше 1 Мпа [2]. Во время процесса гидротермальной карбонизации макромолекулы сырья подвергаются реакциям гидролиза, дегидратации, декарбоксилирования, ароматизации и повторной

конденсации с образованием твердого остатка (биоугля), жидкого побочного продукта и некоторых газообразных продуктов [2].

Данный метод был проверен в ОИВТ РАН (Объединенный Институт Высоких температур РАН). Куриный помет обработали в гидротермальных условиях при 300°C в течение часа. Образец разделился на три компонента: газ, ВРВ (водорастворимые вещества) и карбонизированная масса помета. Выход биоугля в среднем составил 51.3-53% (по массе) от исходного загружаемого образца куриного помета. Калорийность биоугля, полученного в результате процесса гидротермальной карбонизации составила 0.7 МДж/кг, что на 36% выше калорийности исходного сухого куриного помета (15.2 МДж/кг). При этом биоуголь имеет более низкую среднюю теплоту сгорания, чем антрацит (30.8 МДж/кг) или каменный уголь (26.5 МДж/кг) [49]. Биоуголь как топливо более чистый, чем сухой куриный помет, так как избавлен от газовых продуктов и загрязняющих веществ, которые попадают в жидкую фракцию в результате процесса гидротермальной карбонизации. В результате чего решается проблема переработки отходов без использования дорогостоящего и высокоэнергопотребляемое оборудование для сушки помета.

Производство из куриного помета такого продукта может быть востребовано и с точки зрения избавления от значительного объема отходов, и в перспективе как альтернативный источник тепловой и электрической энергии. Вероятнее всего, таким образом, птицефабрика сможет отапливать себя [1].

Также имея данные о количестве производимого помета на птицефабрике, можно рассчитать себестоимость внедрения и эксплуатации установки. Она рассчитывается по формуле [2]:

$$C = Y + \text{Э} + A + Z_{\text{оэ}},$$

где Y – стоимость изготовления установки

Э – затраты на электроэнергию для производственных потребностей работы технологических устройств, насосов, механизмов, руб/год

А- амортизационные отчисления

Z_{03} – общезаводские (эксплуатационные) затраты

Стоимость строительства здания, отопление и освещение не учитываются, так как система обработки помета методом гидротермальной карбонизации будет размещена в уже существующем помещении птицефабрики.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле [2]:

$$\mathcal{E} = C_y \sum N_i * T ,$$

где C_y – плата за 1 кВт/ч максимальной нагрузки, руб/кВтч;

N_i - мощность каждого работающего устройства, кВт/ч;

T - количество часов работы системы.

Необходимо учитывать затраты на амортизационные отчисления, которые учитывают стоимость ремонта и технического обслуживания оборудования. Они рассчитывались как [2]:

$$A = K_{об} * P_{об}^a ,$$

где $K_{об}$ – капитальные затраты на оборудование;

$P_{об}^a$ – годовые нормы амортизационных отчислений на оборудование, которые составляют обычно около 6%.

Капитальные затраты на изготовление системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации производительностью 315-330 м³/сутки составляют около 1 640 000 евро. При условном курсе евро 90 рублей стоимость изготовления системы составит около 147 600 000 рублей. Соответственно амортизационные затраты составят [2]:

$$A = 147\,600\,000 \times 0,06 = 8\,856\,000 \text{ рублей.}$$

Максимально возможная мощность всей системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации составит 6 кВт*час. Общая годовая потребляемая мощность птицефабрики, где выращиваются 12 млн. голов птиц и осуществляется их переработка, составляет приблизительно 8 000 000 кВт*ч или 8 000 МВт*ч/год. В настоящее время цена составляет в

среднем 2 750 рублей за МВт*час или 2.75 рублей за кВт*час. Система работает суммарно 21 час в сутки и суммарно 3 часа затрачивается на операции загрузки-выгрузки, которые осуществляются вручную. Система работает круглый год (365 дней).

Годовые затраты составят [2]:

$$\text{Э} = 2,75 \times (6 \times 21 \times 365) = 126472,5 \text{рублей.}$$

Общексплуатационные затраты принимаются равными 9% от суммы всех затрат [2]:

$$\begin{aligned} \text{З}_{\text{оэ}} &= (У + А + \text{Э}) \times 0,09 = (147\,600\,000 + 8\,856\,000 + 126\,472,5) \times 0,09 \\ &= 14\,092\,422,5 \text{рублей.} \end{aligned}$$

Общая себестоимость внедрения и эксплуатации системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации составит:

$$\begin{aligned} С &= 147\,600\,000 + 8\,856\,000 + 126\,472,5 + 14\,092\,422,5 \\ &= 170\,674\,895 \text{рублей.} \end{aligned}$$

Можно сделать вывод о том, что в существующих условиях использование биоугля в качестве замены сетевой электроэнергии является нерентабельным в связи с высокой себестоимостью внедрения системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации. Альтернативным вариантом может стать продажа данного угля частным или юридическим лицам. Стоимость биоугля, полученного в результате гидротермальной карбонизации куриного помета, будет ниже, чем стоимости каменного угля, но при этом необходимо учитывать, что данный вид топлива более экологичен при его сжигании, что, соответственно, может увеличить его стоимость [1].

2. Утилизация осадка сточных вод

Сточные воды, поступающие с предприятия, подлежат очистке перед сбросом в грунт или водоемы. Обязательное условие – степень чистоты, составляющая 95-98%.

В процессе обработки появляется осадок, который повторно используется или утилизируется [33].

Существует несколько способов утилизации осадка сточных вод, которые напрямую зависят от состава и источника осадка.

Осадок сточных вод на птицефабрике – активный ил, используемый для биохимической очистки воды, пленка биологического происхождения, располагающаяся на поверхности сточных вод. Осадок сточных вод на 80-85% состоит из жирового, белкового и углеводного компонента, на 60-80% из твердых органических веществ и остаточный объем состоит из элементов лигнита и гумуса [33].

Перед утилизацией осадочных отложений их необходимо обработать путем сгущения с удалением 60% влаги, уменьшением общего объема на 50%, уплотнения. Для уплотнения можно использовать несколько методов – вибрация, гравитация, флотация, фильтрование или комбинация методов. Но самой распространенной и простой является гравитационная методика. Для нее сооружают отстойники и отстаивают в них осадочные отложения от 5 до 24 часов [33].

Существует несколько методов утилизации осадка сточных вод – сжигание, пиролиз, использование в виде удобрений, депонирование (захоронение), но последний метод применяют только в случаях невозможности утилизации по техническим или экономическим причинам с учетом необходимости предотвращения возможных отрицательных воздействий на окружающую среду [15].

С точки зрения чистоты утилизации перспективными являются те методы, которые позволяют повторно использовать образовавшиеся отходы.

Так как осадок сточных вод относится к 4 классу опасности и не имеет в своем составе тяжелых металлов, то лучшим способом будет его утилизация в качестве удобрений сельскохозяйственных угодий, компоста [15].

Основные технологические операции процесса компостирования приведены на рис. 6.

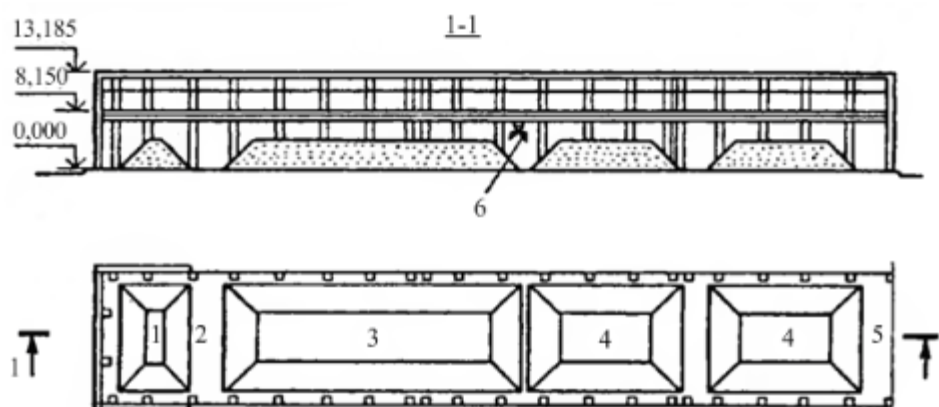


Рис.6. Типовое сооружение компостирования осадка сточных вод [50].

1 – закрытая площадка для хранения присадочного материала; 2 – площадка для погрузки готового компоста; 3 – площадка дозревания; 4 – площадка компостирования; 5 – площадка смешения осадка с присадочным материалом; 6 – кран.

Продолжительность процесса компостирования осадков составляет от 10-12 суток до 3-6 месяцев. Первая фаза компостирования (1-3 недели) сопровождается интенсивным развитием микроорганизмов, температура осадков повышается до 50-80°C, они обезвоживаются и сокращается масса. Вторая фаза – созревание компоста (от 2 недель до 2-6 месяцев). В процессе ее развиваются простейшие и членистоногие организмы, температура понижается до 40°C [50].

Готовый компост представляет собой сыпучий материал влажностью 40-50%, без запаха, содержащий макро- и микроэлементы, необходимые для роста и развития растений, полезную микрофлору [50].

Использование компоста из осадка сточных вод в качестве удобрения дает существенные экологические преимущества, возвращая в почвы питательные вещества и сокращая использование химических удобрений. Этот метод не требует больших вложений и расходов. Как и у всех методов, у компостирования есть недостатки. Для созревания компоста требуется длительное время, ускорение процесса образования компоста

требует значительных затрат, в результате чего себестоимость продукта возрастает [50].

Птицефабрика может как использовать данный компост самостоятельно, так и продавать его сторонним предприятиям.

3. Повторное использование тепла курятника

Рассчитано, что одна взрослая птица в курятнике выделяет свободного тепла – 24,6 Дж или 5,88 ккал. 1 килокалория равно 1,163 ватта*час. Следовательно, одна птица выделяет 6,8 ватт*час тепла. Так как поголовье на птицефабрике – 12 млн. кур, то общее количество теплоты равно 81 600 000 Вт/ч или при использовании классической вентиляции, открывании дверей и т.д. все это тепло уходит в атмосферу [44].

Рекуперация тепла – это одна из энергосберегающих технологий, основанная на повторном использовании тепла удаляемого отработанного воздуха для подогрева свежего приточного воздуха [44].

Помимо применения этой технологии в ресурсосберегающих домах, ее также можно применить и на птицеперерабатывающем производстве. Это эффективно скажется как на энергетическом, так и на экономическом вопросе работы предприятия [44].

Объектом моего исследования - «Агрофирма Липецк» имеет птичники, оснащенные классическим типом вентиляции, представленные на рисунке 7.



Рис.7. Классическая схема вентиляции [42].

Это такой тип вентиляции, которая имеет вертикально ниспадающие потоки воздуха с организацией вытяжки в нижней части помещения. Вентиляторы, встроенные в крышу, имеют меньшую мощность, чем вытяжные, поэтому нагнетание наружного воздуха происходит по принципу отрицательного давления. Такая конструкция относительно проста с технической точки зрения, но максимально затратна по уровню электрического потребления [42]. При классической системе вентиляции имеем следующие показатели, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Показатели для расчета эффективности системы вентиляции

Расчетная температура приточного воздуха, подаваемого в помещения	Расчетная температура вытяжного воздуха (удаляемого из помещения)	Расход приточного воздуха	Стоимость кВтч электроэнергии
15°C	25°C	10000 м ³ /час	2,75 руб./кВтч

Расход теплоты на вентиляцию Q_v , кВт, можно определить по формуле [42]:

$$Q_v = V_v \times c_v (t_{\text{выт}} - t_{\text{пр}}), \text{ кВт/ч}$$

где: V_v - расход вентиляционного воздуха, м³/с;

c_v - объемная теплоемкость воздуха, равная 1,26 кДж/ (м³.К);

$t_{\text{пр}}$ и $t_{\text{выт}}$ - температуры воздуха приточного, подаваемого в помещение и вытяжного воздуха.

Количество тепла, затрачиваемого за год на нагрев приточного воздуха без рекуперации, составляет в среднем 230 000 кВтч.

Получается, что через классическую вентиляцию уходит огромное количество тепла. И следовательно, затрачивается столько же электроэнергии на каждый прогрев нового поступившего воздуха [44].

Зная стоимость электроэнергии и тепловой энергии, рассчитаем экономию финансов за год.

Расход теплоты на вентиляцию –

$$Q_{\text{в}} = 230\,000 \times 1,26 \times (25 - 15) = 2\,898\,000 \text{ рублей в год}$$

Кпд рекуператора =91%. Это означает, что приточный и вытяжной воздух практически полностью обменялись энергией, и их температура сравнялась [42].

При использовании рекуператора, количество тепла, затрачиваемого на нагрев приточного воздуха будет равно нулю, и экономия тепла будет равна 230 000 кВт/ч.

Экономия электричества при использовании рекуператора в приточной установке с электронагревателем равна 2 898 000 рублей за год.

4. Использование флотошлама

Флотошлам – это выделенный при флотации осадок, содержащий жир.

Первичный флотошлам, содержащий жиры и белки в достаточном количестве, после обезвоживания и термообработки в целях обеззараживания, может быть использован в качестве высокобелковой добавки в кормовую муку. Посредством этого снизятся затраты на закупку корма для птиц [22].

Для интенсификации флотационной очистки применяют реагенты: флокулянты, коагулянты и нейтрализующие вещества. В результате коагуляции происходит агломерация тонкодисперсных частиц в более крупные агрегаты и последующее их осаждение. Для такого предприятия, как птицефабрика, подойдет применение биокоагулянтов [25].

В роли биокоагулянтов выступают микроорганизмы активного ила, абсорбируя из проходящих через них сточных вод коллоидные вещества, болезнетворные бактерии и другие загрязнители и осаждая их в виде хлопьев.

Но недостаток добавление биокоагулянтов заключается в невозможности дальнейшего использования флотопены и, тем более, добавление ее в корма [22].

Поэтому для флотации возможны два исхода: добавление биокоагулянтов для более интенсивной очистки сточных вод, или использование флотопены без добавления коагулянтов [22].

4.3. Оценка эффективности применения принципов малоотходного производства на различных стадиях птицеперерабатывающего предприятия

Таким образом, оценка годового экономического эффекта, обусловленного технологическими факторами, рассчитанного по использованной методике, по каждому виду отходов (осадок сточных вод, флотопена, помет и тепло), составит [28]:

$$\mathcal{E}_{\text{техн}} = [(c_1 - c_2) - E_n \Delta K] A_2 + \mathcal{E}_{\text{кос.техн}},$$

где: c_1, c_2 – себестоимость единицы продукции, производимой по старой (базовой) и новой (безотходной, малоотходной) технологии, руб/т;

ΔK – дополнительные удельные капитальныеложения на единицу продукции, производимой по новой технологии, руб/т;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$);

A_2 – годовой объем продукции, производимой по новой технологии, т;

$\mathcal{E}_{\text{кос.техн}}$ – дополнительный годовой экономический эффект (+) или ущерб (-), получаемый на смежных звеньях в результате учета косвенных последствий перехода на новую технологию на данном рабочем месте, руб.

1. Применение осадка сточных вод в качестве компоста.

$c_1 = 0$ рублей, $c_2 = 20\,000$ рублей за тонну компоста;

$\Delta K = 300\,000$ руб.;

$E_n = 0,15$;

Количество образующегося активного ила на очистных сооружениях птицефабрики составляет $214,3 \text{ м}^3/\text{сут}$, за год – $78\,219,5 \text{ м}^3$. Из этого объема ила уменьшением общего объема на 50% путем уплотнения можно получить – $39\,109,75 \text{ м}^3$ компоста в год.

$A_2 = 39\,109,75 \text{ м}^3$;

$\mathcal{E}_{\text{кос.техн}} = + 100\,000$ руб.

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{техн}} &= [(0 - 20\,000) - 0,15 \times 300\,000] \times 39\,109,75 + 100\,000 \\ &= 2\,542\,233\,750 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

Так, можно сделать вывод об эффективности внедрения установки компостирования активного ила

2. Повторное использование тепла курятника

$$c1 = 2,75 \text{ рублей/кВтч}, c2 = 0 \text{ рублей.}$$

$\Delta K = 504\,000$ руб. (4 рекуператора с общим воздухообменом $10\,000$ м³/час по $76\,000$ руб и проектные работы $200\,000$ руб);

$$E_H = 0,15;$$

$$A_2 = 0;$$

$$\mathcal{E}_{\text{кос.техн.}} = + 2\,898\,000 \text{ рублей за год.}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{техн}} &= [(2,75 - 0) - 0,15 \times 504\,000] \times 0 + 2\,898\,000 \\ &= 2\,898\,000 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

После замены классической вентиляции на рекуператоры тепла снизятся затраты на электроснабжение. Рекуператоры окупят себя через несколько месяцев [42]. Данная новая технология является эффективной.

3. Производство биоугля из помета.

$$c1 = 0, c2 = 3850 \text{ рублей за тонну}$$

$$\Delta K = 147\,600\,000 \text{ рублей}$$

$$E_H = 0,15;$$

$84\,000$ тонн помета в год образуется на птицефабрике. Из 1 тонны сухого вещества в помете можно получить 500 кг биоугля. Соответственно:

$$A_2 = 42\,000 \text{ тонн в год}$$

$$\mathcal{E}_{\text{кос.техн.}} = - 14\,092\,422,5 \text{ рублей – общеэксплуатационные затраты}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{техн}} &= [(0 - 3850) - 0,15 \times 147\,600\,000] \times 42\,000 \\ &\quad - 14\,092\,422,5 = 591\,881\,745\,000 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

Использование помета в качестве биоугля – чистая и перспективная идея. Но учитывая высокую стоимость внедрения системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации, в существующих условиях использование биоугля в качестве замены сетевой электроэнергии является нерентабельным [1].

4. Использование флотопены в качестве добавки к корму.

$$c_1 = 0, c_2 = 13\ 000 \text{ за тонну}$$

$\Delta K = 1$ (используем существующий флотатор, не добавляем реагенты)

$$E_H = 0,15;$$

$$A_2 = 78\ 219,5 \text{ м}^3/\text{год} \text{ (27\ 622,9 тонн в год)}$$

$\mathcal{E}_{\text{кос.техн.}} = + 276\ 229\ 000$ руб в год (от продажи добавки и экономии финансов на корма)

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{техн}} &= [(0 - 13000) - 0,15 \times 1] \times 78\ 219,5 + 276\ 229\ 000 \\ &= 2\ 898\ 000 \text{ рублей.} \end{aligned}$$

Из всех расчетов можно сделать вывод в рентабельности замены классической вентиляции в птичниках на рекуператоры тепла. Данное технологическое оборудование окупится через несколько месяцев и снизит затраты на потребляемую электроэнергию [44].

Использование осадка сточных вод в качестве компоста также является эффективным внедрением. Осадочные отложение, направленные на удобрение растений либо на продажу не будут оказывать негативное влияние на пруды-накопители и воды [50].

Преобразование флотопены из флотаторов в высокобелковую кормовую добавку экономически положительно скажется на финансовой составляющей предприятия. Путем внедрения данной технологии снизятся затраты на закупку кормов [40].

Производство биоугля из сухого вещества помета является экологически чистой, но экономически невыгодной технологией. Ее внедрение на сегодняшний день практически невозможно [2].

И новая принципиальная схема очистки сточных вод ООО «Агрофирма «Липецк» при внедрении всех вышеперечисленных технологий, позволяющих повысить эффективность работы предприятия и

снизить определенные виды расходов, будет представлена следующей схемой:

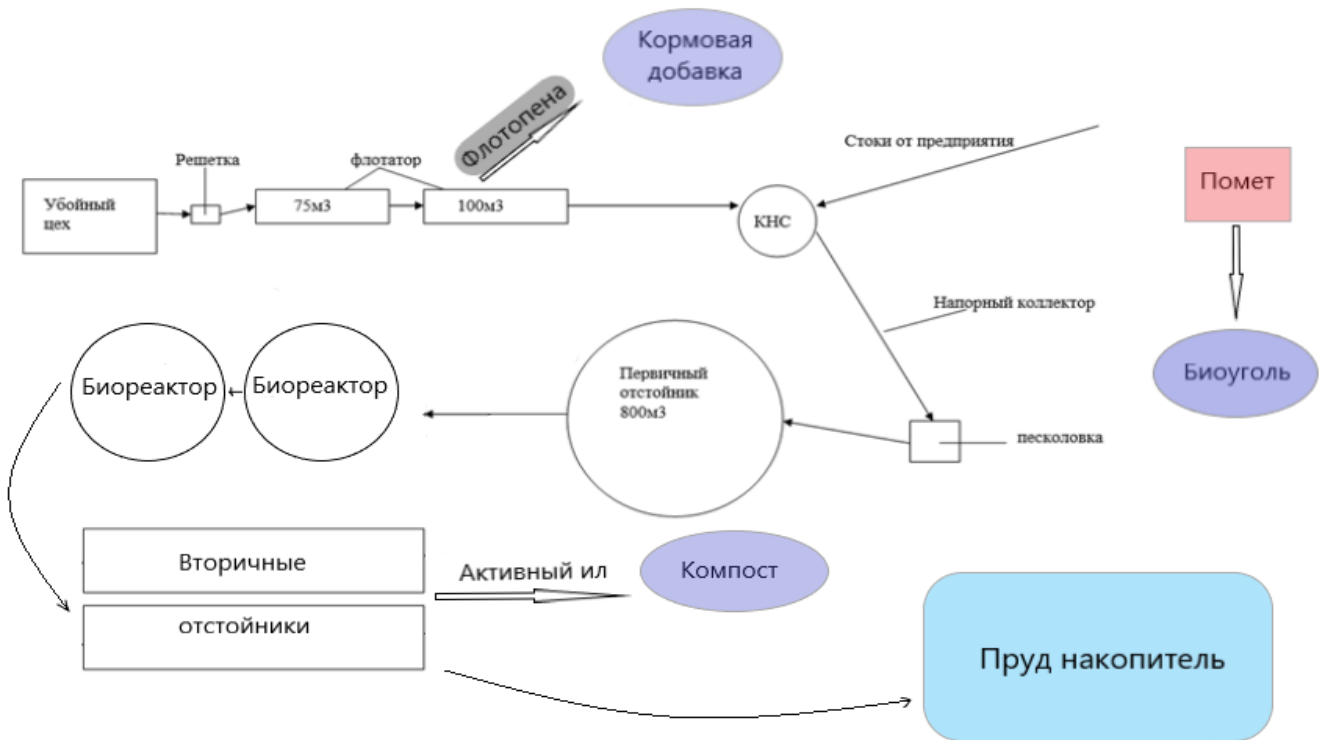


Рис.8. Принципиальная схема очистки сточных вод на птицеперерабатывающем предприятии с внедренными малоотходными технологиями.

ВЫВОДЫ

1. Концепция малоотходного производства, применяемая на различных стадиях технологических процессов предприятия, является одним из способов производства различных видов продукции с наименьшим воздействием на окружающую среду. В результате внедрения концепции малоотходного производства сокращается количество производимых отходов (в том числе, выбросов и сбросов), а также используются вторичные ресурсы. Из этого следует, что предприятие сможет сократить расходы на закупку сырья и энергии, а также на вывоз отходов и их утилизацию.
2. Птицеперерабатывающая промышленность в Российской Федерации в настоящее время Россия занимает 4 место в мире по производству мяса птицы. Российский опыт выращивания бройлеров говорит о том, что только лишь в случае применения ресурсосберегающих технологий на производстве можно конкурировать как с производителями внутри страны, так и вне ее пределов. Стоит отметить, что экологические аспекты птицеперерабатывающей промышленности в Российской Федерации: вблизи птицефабрик зачастую накапливается большое количество помета, который не только теряет свои ценные качества органического удобрения, так и становится серьезной угрозой для экологического благополучия окружающей среды близлежащей местности.
3. Была разработана концепция малоотходного производства для птицефабрики в Липецкой области, в которой представлены замкнутые циклы отходов производства, образующихся в наибольшем количестве: помет, флотошлам, осадок сточных вод. Осадок сточных вод, помет и флотошлам, в настоящее время, не утилизируются должным образом. Внедряемые малоотходные технологии включают в себя: производство биоугля из куриного помета с помощью метода гидротермальной карбонизации, использование флотопены из флотаторов в качестве

высокобелковой кормовой добавки, а также производство компоста из осадка сточных вод. Также в данной концепции затрагивается замена классической вентиляции в птичниках на вентиляцию с применением технологии рекуперации тепла, так как потери тепла негативно сказываются на эксплуатационных затратах предприятия.

4. Для проведения оценки эффективности внедренных малоотходных технологий на птицеперерабатывающем предприятии в Липецкой области были рассчитаны следующие показатели:

- Количество образующегося осадка сточных вод на очистных сооружениях птицефабрики составляет приблизительно 215 м³/сутки. В результате использования технологии компостирования из данного количества осадка можно получить около 108 м³/сутки готового компоста – органического удобрения, которое богато питательными веществами.
- Через флотаторы проходит около 80 м³/ч сточных вод. На данном шаге отсутствует предварительное использование флокулянтов, в результате чего флотопена не содержит ионов тяжелых металлов и может быть использована повторно. Флотошлам, содержащий жиры и белки, после обезвоживания и термообработки, используется в качестве высокобелковой добавки в пищу выращиваемым птицам.
- Оценочное количество помета, которое образуется на птицефабрике, составляет около 84 000 тонн в год. Для обработки данного отхода будет использована современная технология гидротермальной карбонизации, в результате которой образуется биоуголь. Благодаря данной технологии из образующегося помета можно получить 1428 т/год биоугля, который сможет частично заменить первичные энергетические ресурсы. Биоуголь имеет значительные преимущества перед каменным углем. У него высокая теплота сгорания (22.1 МДж/кг). Кроме того, в биоугле низкое содержание серы, что

позволяет использовать биоуголь как экологически чистый вид топлива.

- Тепло, затраченное на обогрев всех птичников, составляет около 81 600 кВт/ч. При использовании традиционной вентиляции, которая установлена в настоящее время, на предприятии часть тепла используется неэффективно и рассеивается. Замена традиционной вентиляции на вентиляцию с рекуператорами тепла позволит сэкономить до 90% всего тепла, тем самым сократить затраты на первичные энергетические ресурсы.
5. Была проведена оценка экономической эффективности внедрения малоотходных технологий на Липецкой птицефабрике:
- Использование компоста, полученного из осадка сточных вод, позволит получить дополнительный доход от продажи вторичного сырья соседним агропромышленным организациям, которые используют компост в качестве органического удобрения. Оптовая стоимость компоста на рынке варьируется от 100 до 350 рублей/тонна, соответственно, за год предприятие может получить выручку от продажи около 7-8 млн. рублей.
 - Добавление флотопены к кормовой добавке, которую сейчас частично изготавливают на предприятии с использованием отходов переработки птицы и дополнительных составляющих, позволит сократить затраты на покупку корма. При выращивании птицы затраты на корм составляют около 2/3 всех производственных затрат. Стоимость корма на предприятии на весь период выращивания птиц (с 1 до 50 дня жизни) составит около 4 108 000 рублей. При смешивании флотопены (15 %) с кормовой добавкой экономия средств на закупку кормов может достигать 615 000 рублей на период выращивания.
 - Внедрение рекуператоров тепла составит около 3 млн. рублей на все птичники на предприятии. С учетом сокращения потребления

первичной тепловой энергии, данные установки окупятся за несколько месяцев эксплуатации.

- Производство биоугля из помета является дорогостоящим внедрением. Общая себестоимость внедрения и эксплуатации системы обработки помета с помощью гидротермальной карбонизации составит 170 674 895 рублей. Результаты расчетов показали, что в существующих условиях внедрение данной технологии на Липецкой птицефабрике экономически не выгодно. В данном случае возможно использование финансовых механизмов и привлечение инвесторов.

Список используемой литературы

1. A.V. Grigorenko, Yu. I. Kostyukevich, N.I. Chernova, S.V. Kiseleva, E.A.Kiseleva, O.S. Popel, G.N. Vladimirov, E.N. Nikolaev, V.Kumar, M.S.Vlaskin. Hydrothermal Liquefaction of *Arthrospira platensis* for Bio-Oil Production and Study of Chemical Composition for Bio-Oil and Its Gasoline Fraction. Russian Journal of Applied Chemistry Том: 92 Номер: 11 Год издания: 2019 Издательство: Maik Nauka/Interperiodica Publishing Местоположение издательства: Russian Federation 1480-1486
2. B.M. Ghanim et al. / Hydrothermal carbonisation of poultry litter: Effects of treatment temperature and residence time on yields and chemical properties of hydrochars *Bioresource Technology* 216 (2016) 373–380
3. Benefits of a Zero Waste Economy (Circular Economy) – Текст : электронный. URL: <https://www.ecos.ie/benefits-zero-circular-economy/> (дата обращения: 18.03.21).
4. Dr.Soubhagya Muduli, Dr.Abhijeet Champati, Dr.Haresh K Popalghat, Dr.Poonam Patel, Dr.KR Sneha. Poultry waste management: An approach for sustainable development. *International Journal of Advanced Scientific Research*. India, 2018.
5. E.V. Vasilev, E.V. Shalavina. Opportunities and environmental challenges for development of poultry farming in Russia. St.Petersburg, 2017. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-ekologicheskie-problemy-razvitiya-ptitsevodstva-v-rossii/viewer> (дата обращения: 10.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
6. Lynch, D. and Martin, P. (2013). How energy efficiency programs influence energy use: an application of the Theory of Planned Behaviour. In proceedings of 2013 European Council for an Energy Efficient Economy (eceee) Conference – France 2013

7. M.V. Zapevalov, N.S. Sergeyev, G.V. Redreev, Yu.B. Chetyrkin, M.S.Zapevalov. Technology of Poultry Manure Utilization as a Renewable Energy Source.
8. Martin Hilmi, Frands Dolberg and Brian Clarke. Products and profit from poultry. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome 2011.
9. Zero waste farming. – Текст : электронный. URL: http://www.harithaorganicfarms.com/zero_waste_farming.asp (дата обращения: 20.03.21).
10. А. С. Карелов, И. С. Белик «Оценка эффективности производства в условиях его экологизации», Вестник КемГУ, № 4 (48), 2011.
11. А.В. Богатырев. Организация малоотходных производств как основа перехода к постиндустриальной экономике. – Текст : электронный // Нижегородские госуниверситет им. Н.И. Лобачевского. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organizatsiya-maloothodnyh-proizvodstv-kak-osnova-perehoda-k-postindustrialnoy-ekonomike/viewer> (дата обращения: 15.03.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
12. А.О. Галунина, О.А. Чередниченко. Перспективные направления экологизации производственных предприятий. Ставрополь. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-napravleniya-ekologizatsii-proizvodstvennyh-predpriyatiy/viewer> (дата обращения: 10.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
13. А.С. Батяева. Оценка жизненного цикла продукции птицефабрики. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zhiznennogo-tsikla-produktsii-ptitsefabriki/viewer>. (дата обращения: 17.03.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
14. А.С. Карелов, И.С. Белик. Оценка эффективности производства в условиях его экологизации, 2011.

15. А.Ю. Брюханов. Утилизация навоза/помета на животноводческих фермах для обеспечения экологической безопасности территории, наземных и подземных водных объектов в Ленинградской области / А.Ю. Брюханов, Д.А. Максимов, Э.В. Васильев, И.А. Субботин, С.Я. Чернин, Ю.С. Парубец, А.Л. Гарзанов; под общ. ред. В.И. Могилевцева. - СПб: изд-во СЗНИИМЭСХ, 2012. - 237 с.
16. Ассоциация крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов России. – Текст : электронный. URL: <https://www.akkor.ru/> (дата обращения: 15.03.21).
17. Бизнес-план птицефермы. – Текст : электронный. URL: <https://www.beboss.ru/bplans-pticeferma> (дата обращения: 15.03.21).
18. В.М. Сутягин, В.Г. Бондалетов, О.С. Кукурин. Принципы разработки малоотходных и безотходных технологий. – Текст : электронный // 2011. URL: https://www.studmed.ru/view/sutyagin-vm-bondaletov-vg-kukurin-os-principy-razrabotki-maloothodnyh-i-bezothodnyh-tehnologiy_fad5777b2cf.html (дата обращения: 15.03.21)
19. В.Ф. Панин. Теоретические основы защиты окружающей среды Конспект лекций по учебной дисциплине. Томск: ТПУ, 2009. – 115с.
20. ГОСТ Р 57702-2017. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к малоотходным технологиям [текст]. – М.: ФГУП "ВНИИ СМТ, 2018. (Дата обращения 03.04.21)
21. Д.Б. Маламуд. Концепция управления производством птицеперерабатывающей отрасли – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-upravleniya-proizvodstvom-ptitsepererabatyvayuschey-otrasli/viewer>. (дата обращения: 15.03.21).
Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
22. Д.В. Хрундин, Р.Э. Хабибуллин, Р.Р. Сабирзянова, А.П. Герасимов, Г.О. Ежкова. Оценка отходов переработки птицы как сырья для производства кормов. Вестник технологического университета, 2017. Т.20. №1. – Текст : электронный. URL:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-othodov-pererabotki-ptitsy-kak-syrya-dlya-proizvodstva-kormov> (дата обращения: 10.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
23. Заводы РФ. – Текст : электронный. URL: <https://xn--80aegj1b5e.xn--p1ai/factories/pticefabriki> (дата обращения: 17.03.21).
24. И.И. Бочкарева, Е.А. Майманова. Птицефабрика как источник загрязнения окружающей среды. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ptitsefabrika-kak-istochnik-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy>. (дата обращения: 21.03.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
25. И.И. Муржа, Ю.П. Полупан, В.Г. Кебко, Л.А. Дедова. Современные технологии переработки отходов птицеводства и производства высокопротеиновых кормовых добавок: отечественный и зарубежный опыт. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-pererabotki-othodov-ptitsevodstva-i-proizvodstva-vysokoproteino-vyh-kormovyh-dobavok-otechestvennyy-i/viewer> (дата обращения: 16.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
26. Л.В. Антипова, Н.М. Ильина. Проектирование предприятий мясной отрасли с основами САПР (теория и практика). Воронеж, 2010.
27. М.Н. Губанова, И.А. Карпенко. Экологизация производства как средство достижения устойчивого развития. Ставрополь. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologizatsiya-proizvodstva-kak-sredstvo-dostizheniya-ustoychivogo-razvitiya/viewer> (дата обращения: 10.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
28. Методика расчета экономической эффективности перехода на малоотходную технологию и безотходную технологию действующих и реконструируемых производств. Пермь, 1981.

29. Мировое птицеводство. Сборник научных трудов: 50 лет кафедры организации сельскохозяйственного производства и маркетинга. Рязань, 2000, 116с. – Текст : электронный. URL: <https://konspekts.ru/ekonomika-2/ekonomika-apk/mirovloe-pticevodstvo/> (дата обращения: 18.03.21).
30. Н.В. Гусакова, А.И. Забалуева, В.В. Румянцева. Концепция безотходного производства. Под редакцией А.Н. Королева. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2006. – 176с.
31. Н.И. Бойко, В.А. Одарюк, А.В. Сафонов. Основные направления безотходных и малоотходных технологий. – Текст : электронный // 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnyie-napravleniya-bezothodnyh-i-maloothodnyh-tehnologiy/viewer> (дата обращения: 15.03.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
32. Н.П. Тарасова, В.А. Зайцев, В.А. Кузнецов. Безотходные, чистые и зеленые технологии. Москва, 2014 – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezothodnyie-chistyie-i-zelyonyie-tehnologii> (дата обращения: 15.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
33. О.А. Подосокорская. Переработка отходов птицефабрик: современные подходы и перспективы. Москва, 2017. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pererabotka-othodov-ptitsefabrik-sovremennye-podhody-i-perspektivy> (дата обращения: 16.04.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
34. ООО «Агрофирма «Липецк» : официальный сайт. – Липецк. URL: <http://agrolip.ru/> (дата обращения: 20.02.21). – Текст : электронный.
35. Отчет о НИР «Исследования и разработка технического решения по модернизации локальных установок очистки высококонцентрированных стоков, содержащих биологически активные загрязнения», 2019.

36. Отчет об использовании добытой воды за март 2019 года по ООО «Агрофирма «Липецк».
37. Очистные сооружения канализации. Методические указания к курсовому и дипломному проектам для студентов специальности 290800 «Водоснабжение и водоотведение» всех форм обучения. Часть 5. Расчет нитрификатора-денитрификатора. Новосибирск, 2005.
38. Принципиальная схема очистки воды ООО «Агрофирма «Липецк».
39. Производство органических удобрений из куриного помета – Текст : электронный. URL: http://www.biud.ru/proizvodstvo_organicheskikh_udobreniy_iz_kurinogo_pometa/ (дата обращения: 21.04.21).
40. Руководство по проектированию и расчету флотационных установок для очистки сточных вод/ ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Стройздат, 1978. – 32 с.
41. С.А. Зыков. Современные тенденции развития птицеводства // Эффективное животноводство. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-razvitiya-ptitsevodstva>. (дата обращения: 15.03.21).
42. С.Н. Виноградов. Выбор и расчет теплообменников (учебное пособие), 2001. 100с
43. Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин. Экология. Природа – Человек – Техника. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 343с.
44. Т.Е. Ковалева, Д.А. Васильева, Д.Г. Усадский. Оценка эффективности рекуперативных теплообменников. – Текст : электронный. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-rekuperativnyh-teploobmennikov> (дата обращения: 18.03.21). Научная электронная библиотека «КиберЛенинка».
45. Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» // Ст. 4.2. Категории объектов, оказывающих негативное

- воздействие на окружающую среду – Текст : электронный. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/a646b4197509ac4f8583b190e3b018fc27f3ae35/. (дата обращения: 26.03.21).
46. Федеральный закон от 24. 06. 1998 г. N 89-ФЗ (ред. от 30.12.2008) «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства РФ – 24. 06. 1998. (Дата обращения 04.04.21)
47. Федеральный классификационный каталог отходов. – Текст : электронный. URL: <http://kod-fkko.ru/?s=%D0%BF%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82>. (дата обращения: 21.03.21).
48. Шаравьев, П. В., Неверова, О. П. Экологические основы птицеводства: научн. жур., 2013. – 65 с.
- 49.ГОСТ 147-2013 Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплоты сгорания и расчет низшей теплоты сгорания.
50. Техническое обследование инженерных систем. Компостирование осадка сточных вод: расчеты, технология, применение. – Текст : электронный. URL: <https://g-k-h.ru/directory/articles/263/6592/> (дата обращения: 21.04.21).