

На графике видно, что максимальная сорбционная активность фильтровального материала при извлечении ионов  $Fe^{3+}$  наблюдается уже при 5 минутах процесса статической сорбции. Через 30 минут с начала эксперимента наблюдается некоторое снижение сорбционной активности фильтровального материала.

#### **Выводы**

При оценке морфологии модифицированной поверхности у фильтровального материала удалось определить, что исследуемый образец представляет собой волокна, равномерно покрытые несферическими (игольчатыми) образованиями оксигидроксида алюминия, с размером до 150 - 200 нм. По итогам проведенных исследований определена влажность, величина удельной поверхности и удельный объем пор исследуемого фильтровального материала. Получены сорбционные характеристики фильтровального материала при извлечении ионов  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  из модельных растворов. Доказана возможность использования исследуемого фильтровального материала для очистки водных сред от соединений железа.

#### **Литература.**

1. Родионов А. И. Техника защиты окружающей среды: учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, Н. С. Торочешников. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – С. 512.
2. Мазур И. И., Молдаванов О. И., Шишов В. Н. Инженерная экология. Общий курс. Справоч. пособие / Под ред. И. И. Мазура. – М.: Высш. школа, 1996. – Т.2. – 638 с.
3. Очистка природных вод / Под ред. В. А. Клячков. – М.: Стройиздат. 1971. – 579 с.
4. Крайнов С. Р., Рыженко Б. Н., Швец А. М. Геохимия подземных вод. Теоретические, прикладные и экологические аспекты. М.: Наука, 2004. 677 с.
5. Смирнов А. Д. Сорбционная очистка воды / А. Д. Смирнов. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
6. Теория и практика сорбционных процессов / Под ред. Е. В. Веницианова. – Воронеж, 1998. – Вып. 23. – 24 с.
7. Лисецкий В. Н., Лисецкая Т. А., Репин В. Е., Пугачев В. Г. Сорбент и способ его получения // Описание изобретения к патенту. – Томск, 2004. – С. 1

### **ПЕРЕРАБОТКА КУРИНОГО ПОМЁТА С ЦЕЛЬЮ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ**

*А.Н. Никулин, к.т.н., доцент, О.А. Епифанцева\*, студентка группы 3-17Г12  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»*

*\*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26  
E-mail: nikulin-ruc@yandex.ru*

В зависимости от почвенно-климатических условий местности расположения птицеводческого предприятия, предельная численность поголовья на 1 га сельскохозяйственных угодий для естественной утилизации влажного помета составляет 100. 133 гол./га. Высокая концентрация птицы на ограниченных площадях не позволяет использовать помет в качестве удобрения в местах его получения без значительных материальных затрат на дополнительную переработку и транспортировку влажного помета. Это приводит к накоплению больших неиспользуемых объемов помета на территориях птицеводческих хозяйств, оврагах, вблизи рек и населенных пунктов, создавая серьезную опасность для людей, животного и растительного мира. Таким образом, решение задачи эффективной переработки птичьего помета является одной из актуальных проблем птицеводства России в настоящее время.

Отечественный и мировой опыт доказывает, что экономически эффективным и энергорентабельным способом переработки помета в высококачественное топливо является его формирование на шнековой машине. Использование прогрессивных технологий и новейшего оборудования показало, что помет становится ценным и дешевым сырьем для получения продукции дающей значительную прибыль. При этом одновременно решаются задачи охраны окружающей среды.

#### **Использование куриного помёта**

Анализ методов и средств формирования различных видов топлива, таких как торф, сапрпель, отходы деревообработки, показывает, что наиболее рациональным способом для формирования птичьего помёта является переработка в шнековой машине, обеспечивающей непрерывность процесса, обеспечивающего требуемое качество топливных гранул и хорошую плотность материала. Однако

высокая стоимость и энергоёмкость применяемого способа сухого прессования и достаточно низкие физико-механические свойства получаемых гранул, а также существенные отличия физико-механических свойств сброженного птичьего помета от органических веществ (торф, сапрпель, опилки), на которых ранее проводились исследования процесса гранулирования, не позволяет воспользоваться известными данными. В связи с этим в качестве объекта исследования выбран технологический процесс гранулирования сброженного птичьего помета способом влажного прессования на шнековом прессе с механизмом для нейтрализации вредных примесей. Нейтрализация вредных примесей сырья на основе птичьего помета происходит прежде всего по причине применения инновационной конструкции шнекового исполнительного органа. Если все известные ранее шнековые машины формовали сырьё с нагревом внешнего корпуса машины с целью получения внешней «корочки», препятствующей проникновению влаги и поверхностно проводящей термическую обработку отходов, в нашем случае предлагается использовать нагревающийся шнек, «нагрев материала изнутри» с системой кондиционирования, для обработки материала непосредственно перед стадией формования и нейтрализации в нём вредных примесей, а также удаления специфического запаха птичьего помета.

Применение избыточного количества птичьего помета может привести к вымыванию питательных веществ в почве и в местных грунтовых водах. Загрязнение воды отходами может происходить несколькими способами. Очевидными примерами загрязнения являются прямой сброс в поверхностные воды, предоставление животным прямого доступа к рекам и ручьям, сливание стоков из откормочных площадок и переполнение хранилища птичьего помета. Менее очевидными способами являются весеннее таяние снега содержащего птичий помет, таяние замороженного помета, просачивание в грунт чрезмерно высоких норм, используемых в качестве удобрения, утечки из лагун.

Содержащиеся в птичьем помете нитраты и фосфаты могут способствовать эвтрофикации, вследствие чего начинается быстрый рост водорослей. Избыточные питательные вещества содержащиеся на поверхности воды вызывают цветение водорослей, гибель рыбы и нарушение рыболовецкого промысла, возникновению запаха и уменьшение прозрачности воды. Бактерии, способствующие разложению помета, снижают уровень кислорода в воде. Если концентрация кислорода сильно снижена, больше не могут поддерживаться нормальная водная флора и фауна. В воде начинают активно размножаться болезнетворные бактерии, которые, вместе с выловленной рыбой, могут вызывать различные заболевания у животных и человека. Самым «безопасным» из них является диарея. Вследствие повышения концентрации азота в воде, она становится особенно опасной для здоровья детей, способна вызывать цианоз.

Свежий птичий помет сразу же начинает разлагаться. Принцип бактериального разложения состоит в том, что сложные молекулы птичьего помета разбиваются на более простые соединения. Зачатую этот процесс сопровождается выделением газов. Существует два способа разложения, если разложение проходит в присутствии кислорода, то разложение называется аэробным, если без кислорода — анаэробным.

Аэробное разложение проходит без выделения неприятных запахов, выделяются углекислый газ и вода. Этот способ разложения возможен в специальных условиях.

Анаэробное разложение сопровождается выделением сильных неприятных запахов. Анаэробный распад типичен для жидкого помета в выгребных ямах и лагунах. Он сопровождается выделением метана, угарного газа, углекислого газа, сероводорода и аммиака. Эти газы, в больших концентрациях, могут быть очень опасны для человека и животных. Большинство несчастных случаев связаны со скоплением этих газов в закрытых помещениях. Лишь углекислый газ не представляет серьёзной опасности. Он растворим в воде. Смерть в результате удушья углекислым газом происходит очень редко. Аммиак также хорошо растворим в воде, а в высоких концентрациях ещё и взрывоопасен. Раствор аммиака в воде (гидрат аммиака) токсичен, он имеет острый, едкий запах и действует как раздражитель даже в относительно низких концентрациях. Сероводород, выделяемый при анаэробном разложении, наиболее опасный из выделяемых газов. Он высокотоксичен, взрывоопасен и очень легко воспламеняется. Весьма высока вероятность взрыва смеси сероводорода и кислорода в закрытом помещении. Его легко определить по запаху – он напоминает запах протухших яиц.

Метан легче воздуха и не очень хорошо растворяется в воде, поэтому он не представляет серьёзной опасности для водоемов, но если метан скапливается в высоких концентрациях в закрытых помещениях вероятность взрыва высока, для предотвращения подобных ситуаций следует использовать взрывобезопасные электродвигатели и вентиляторы.

В результате анаэробного разложения птичьего помета, непосредственно, не выделяется окиси углерода, но угарный газ может выделяться во время переработки помета.

Оборудование для переработки куриного помёта

Исходя из размеров, используемого угольного топлива, можно сделать вывод, что диаметр ОТТ с учетом размеров отверстий в колосниковой решетке должен изменяться в диапазоне  $6 \leq d \leq 25$  мм. После определения оптимального параметра пеллеты, необходимо перейти к выбору самой матрицы [3].

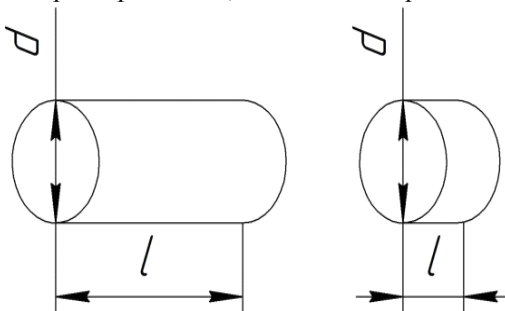


Рис. 1. Гранула биотоплива

Круглые матрицы изготавливают трех типоразмеров по высоте: 22, 28 и 60 мм.



Рисунок 2. Пример плоской неразъемной матрицы для формирования гранулированных удобрений и сорбентов

Изготовление канала фильеры, по которому движется масса, осуществляется, как правило, на высокоточных электроэрозионных станках с программным управлением.

Внутренние поверхности канала полируются до Ra 0,05-0,2 мкм, это позволяет снизить адгезию массы к стенкам фильеры, а значит, увеличить скорость экструзии, снизить противодействие и ускорить чистку инструмента.



Рис. 3. Матрица шнековой машины ХОТ-31м



Рис. 4. Сменные матрицы машины Steele 25 – пример мобильности и быстрой переналадки [4]

В наших расчётах были приняты три формы выполнения сужения входной части фильер (рис. 4).

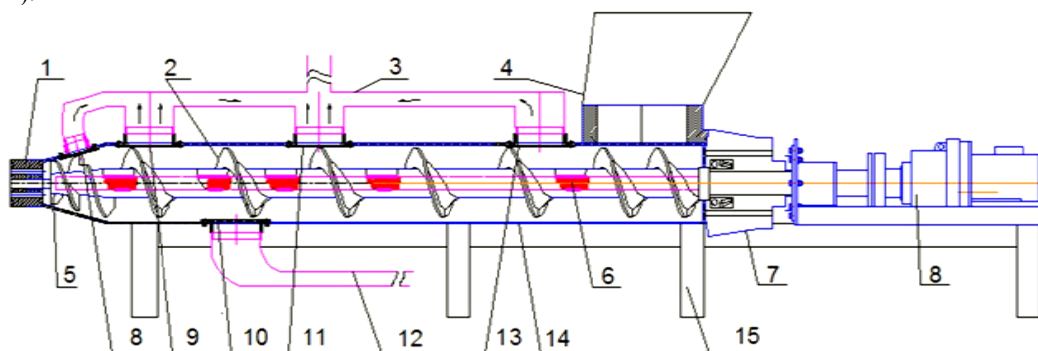


Рис. 5. Модель шнековой машины для формования топлива из птичьего помёта

Сущность устройства поясняется схемой устройства на Рисунке 5. Устройство состоит из следующих элементов: 1 – матрица с формующими отверстиями и каналами; 2 – шнеки; 3,13 – заборные шланги системы кондиционирования; 4 – загрузочный бункер; 5 – перерабатывающие ножи; 6 – нагревательный элемент (ТЭН); 7 – редуктор; 8 – двигатель; 9,10,11,12,14 – сетки системы кондиционирования; 15 – корпус; 16 – рама. Система кондиционирования состоит из сеток 9,10,11,12,14, установленных в корпусе 15 и заборных шлангов 3 и 13, которые соединены с системой вытяжки цеха.

Устройство работает следующим образом. Материал (предварительно подготовленная шихта), поступает в загрузочный бункер 4, затем шнеками 2 перерабатывается и перемещается к формующим отверстиям матрицы 1. За период перемещения формируемого материала по длине корпуса шнеком 2 из него удаляется влага и газовая составляющая и запах путём работы системы кондиционирования, состоящей из сеток 9,10,11,12,14, установленных в корпусе 15 и заборных шлангов 3 и 13, которые соединены с системой вытяжки цеха. Также на перерабатываемый материал воздействует импульс тепловой энергии, возникающей при нагревании шнека нагревательным элементом 6. Перед началом работы двигателя машины включается нагревательный элемент 6 в шнеке 2, который перед запуском предварительно нагревает в течение 10-15 минут.

Данные разработки по утилизации куриного помёта и превращения его в топливо нашли применения в Скандинавских странах. В России имеются лишь некоторые «смелые» идеи, которые постепенно претворяются в жизнь. Примером может служить участок гранулирования органических удобрений в технологическую линию по безотходной переработке птичьего помёта на птицефабрике "Шпаковская" Ставропольского края. Основная стоимость линии по гранулированию будет исходить из стоимости изготовления шнековой машины с нагревающимся шнеком, а также обустройства склада готовой продукции, необходимой для последующей сушки гранул из куриного помёта. На начальных этапах инвестиции в проект должны составить не более 350 тыс. руб. на одну птицефабрику, с учётом льготных тарифов на энергообеспечение установок как установок, работающих для создания дополнительного резерва на котельной при отоплении птицефабрики и позволяющих проводить

очистку площадей, занятых химически опасными отходами. Реализацию продукции планируется проводить в сельских территориях, со сниженной стоимостью данного вида биотоплива.

По предварительным подсчётам количество птицефабрик на территории и в пределе Кемеровской области – больше 10. Суммарные выбросы отходов и складирования птичьего помёта занимают значительные площади и вызывают значительный спектр аллергических реакций и кожный заболеваний у населения проживающего в населённых пунктах вблизи складирования, а также ухудшают качество грунтовых вод, используемых жителями небольших населённых пунктов при пробуривании неглубоких скважин. Постоянно увеличивающиеся цены на природный газ и привозной уголь становятся следствием ухудшения благосостояния населения.

Создание линии по гранулированию птичьего помёта поможет создать от 3 до 7 рабочих мест на каждой птицефабрике и снизить общую экологическую напряжённость в фермерских хозяйствах Санкт-Петербурга.

В настоящее время рост цен на продукты питания становится вполне обоснованным в связи с истощением в некоторых регионах плодородных почв. Кроме того, большинство таких предприятий как птицефабрики, животноводческие фермы увеличивают складирование отходов производства, которое перерабатываются в очень незначительном объёме. Таким образом, уменьшение площадей плодородных почв приводит к нерешенным проблемам снабжения региона недорогими качественными продуктами, а также всё это постепенно перерастает в экологическую проблему, так как помётные полигоны являются источником загрязнения грунтовых вод и атмосферы.

Таблица 1

Сравнение удобрений из куриного помёта с другими удобрениями

Элемент	Вид удобрений			
	Навоз КРС	Куриный помёт	Кемира Комби	Нитроаммо фоска
N	0.41	2.8-4.17	14.0	17.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19	2.7-3.5	11.0	17.0
K <sub>2</sub> O	0.41	1.5-1.7	25.0	17.0
Влажность	78.5	10.2	10.0	10.0
Mg	-	0.032	1.4	-
S	-	0.8	1.8	-
Fe	-	0.025	0.1	-
B	0.0005	0.01	0.02	-
Cu	0.0004	0.0059	0.01	-
Mn	0.005	0.5	0.1	-
Zn	0.002	0.03	0.01	-
Mo	0.00005	0.001	0.002	-
Co	0.00003	0.001	0.001	-
J	-	0.001	0.001	-
Cr	-	следы	0.001	-

Благодаря высоким показателям данных в курином помёте в почве повышается способность микроэлементов образовывать с органическими соединениями органоминеральные комплексы а это – большое значение в процессах внутриклеточного обмена.



Рис. 6. Пример упакованного куриного помёта

Одним из альтернативных возобновляемых видов удобрения являются отходы основного производства птицефабрик - куриный помет с подстилкой (КПП), который имеет IV класс опасности [2]. Теплота сгорания КПП составляет  $Q_{pH} = 2500 \pm 500$  ккал / кг [1], таким образом этот отход находится на уровне других видов биотоплива (соломы, древесины и некоторых сортов угля). Сжигание 1 т КПП позволяет получить до 2 Гкал тепла в виде горячей воды или до 3 т пара на технологические нужды, замещая при этом до 270 м<sup>3</sup> природного газа или до 240 кг жидкого топлива (мазут, печного топлива).

Литература.

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // Прил. к обществ.-дел. журн. "Энергетическая политика". – М.: ГУ ИЭС, 2010. – 184 с.
2. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов: Учебник для вузов. - М.: Химия, 1991. - 352 с.
3. The STEELE 25A Series: Smaller machines designed for low volume, stiff extrusion of a wide range of products. URL:<http://www.jcsteele.com/machinery/extrusion/extruders-and-pug-sealers/25-series/>(дата обращения: 18.11.2011).
4. Yade is an extensible open-source framework URL: <https://yade-dem.org/doc/introduction.html> (дата доступа 12.01.12)
5. «Устройство для производства твёрдого топлива» патент №2475521 Рос. Федерация/ Никулин А.Н., Безруких В.Ю., Епифанцев К.В., Ковшов С.В.

#### **АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ТУШЕНИЮ ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ**

*Е.С. Торосян, ст. преподаватель, А.В. Филонов, лаборант*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451)-7-77-64*

*E-mail: torosyan@tpu.ru*

Горение шахтных отвалов – неприятное явление. Горящие породные отвалы выделяют дым и ядовитые газы (СО, Н<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, NO и другие) и создают тяжелые условия для работы и угрозу здоровью людей не только на поверхностном комплексе, но в горных выработках, когда газы проникают через воздухоподающие стволы, штольни и шурфы. Расчеты и замеры показали, что только один горящий породный отвал выбрасывает в атмосферу за один год более 150 т оксида углерода, более полторы тонны диоксида серы, более трех тонн сероводорода. Из такого количества диоксида серы в атмосфере образуется более двух с половиной тонн сернистой кислоты. Выделяющиеся газы способствуют развитию парникового эффекта, вызывают кислотные дожди, подавляют развитие флоры и фауны и т.п.

Тушение горящих породных отвалов часто бывает сопряжено с большими трудностями, чем ликвидация подземного эндогенного пожара. Пожары отвалов нередко отличаются большим «упорством» и большей склонностью к рецидивам, потому что породный отвал непрерывно растет, ежедневно получая из шахты все новые количества породы, принимающих через некоторое время участие в пожаре. Кроме того, отвал при пожаре почти непрерывно садится вследствие самоуплотнения и в связи с образованием внутри его пустот от выгорания пород и значительного при этом уменьшения первоначального объема материала, поступившего в отвал. Вследствие этого поверхность отвалов подвержена оседаниям с образованием трещин, устанавливающих сообщение раскаленного внутреннего ядра горящего отвала с наружным воздухом.

Профилактика эндогенных пожаров основана на подавлении и устранении физических условий самовозгорания. Для этого нужно уменьшить химическую активность угля, воспрепятствовать накоплению тепла и притоку воздуха.

Каждый из известных методов борьбы с пожаром характеризуется своими достоинствами и недостатками. Поэтому часто оптимально является использование комбинации различных методов, выбранных в зависимости от типа пород, условий протекания процессов горения и масштабов пожара.

*Тушение водой* производят заливкой водой из гидрантов поверхности нагретого участка отвала над пожарным очагом или нагнетанием воды по трубам через скважины непосредственно в очаг пожара. Данный способ может быть эффективным для небольших по объему отвалов. Достоинство его это относительно небольшие экономические затраты. Недостатками способа будут являться, во-первых, требуется большое количество воды. Вода стекает с отвала, часть ее испаряется, и водяные