

resistance by the use of nanosized additives. *Applied Nanoscience*. 10. DOI: 10.1007/s13204-020-01405-y.

7. Smirnova, O; Pichugin, A; Sebelev, I. (2020). Research of pressed thermal insulation materials, based on organic waste. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol*. 953 (1). DOI: 10.1088/1757-899X/953/1/012051.

8. Guskov Iu.A. Issledovanie sistemy lakokrasochnykh pokrytii, primeniaemykh pri okrashivanii selskokhoziaistvennoi tekhniki, na so-

protivlenie istiraniuu / Iu.A. Guskov, V.N. Khrianin, A.V. Pchel'nikov, A.A. Zheleznov // *Dostizheniia nauki i tekhniki APK*. – 2016. – Т.30. – No. 11. – S. 118-120.

9. Pichugin A.P. Issledovanie vliianiia melkodispersnykh poroshkovykh materialov na svoistva zashchitnykh pokrytii mashin APK / A.P. Pichugin, A.P. Iliasov, A.V. Pchel'nikov, V.N. Khrianin, R.V. Lutsik // *Remont. Vosstanovlenie. Modernizatsiia*. – 2021. – No. 7. – S. 36-40.



УДК 631.95
DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-111-116

В.В. Садов, Н.И. Капустин
V.V. Sadov, N.I. Kapustin

РЕШЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

SOLUTIONS ON INTEGRATED DISPOSAL OF MANURE AND MUNICIPAL SOLID WASTES

Ключевые слова: способы утилизации, разделение навоза на фракции, брикеты из ТБО и навоза.

Экологические вопросы во всем мире в последние годы становятся все острее. Это связано со значительным ростом производственных отходов различных отраслей и отходов населения, называемых твердыми бытовыми. Вопросу утилизации отходов в последнее время стали уделять чуть больше внимания, но тоже не достаточно. Основным отходом в животноводстве является навоз, а у населения – твердые бытовые отходы. Разделение навоза и ТБО на фракции не только повышает КПД использования площади, но и приводит к снижению транспортных расходов. Результаты анализа ситуации с отходами в Алтайском крае показали, что имеется значительное количество навоза, неиспользованного в качестве органических удобрений, и значительные объемы ТБО. Существующая технология ути-

лизации навоза предусматривает вывоз навоза на поле или временное складирование на территории фермы с постоянным ее загрязнением. Существуют различные способы утилизации органических отходов: тепловой, биологический, химический, электрофизический, механический, а также их комбинация. Для решения создавшейся проблемы целесообразен комплексный подход – использование клеящих свойств навозной массы КРС для связывания ТБО и создание брикетов из полученной смеси. Такой путь решения позволяет решить проблему экологии как на ферме, так и вблизи населенных пунктов. Результаты проведенных экспериментов позволяют сделать вывод, что топливные брикеты, полученные таким образом, удерживают свою форму и в высушенном состоянии позволяют поддерживать горение. Технология разделения навоза на фракции значительно упростит утилизацию твердой и жидкой фракции.

Keywords: *disposal techniques, manure separation into fractions, briquettes from solid wastes and manure.*

Environmental issues around the world have become more acute in recent years. This is due to a significant increase in industrial wastes from various industries and waste of the population called municipal solid wastes. Recently, more attention has been paid to waste disposal issues, but still not enough. The main waste in animal husbandry is manure, and in population centers – municipal solid waste. The separation of manure and solid wastes into fractions not only increases the efficiency of using the area, but also leads to decreased transportation costs. The study of the wastes issue in the Altai Region has shown that there is a significant amount of unused manure as organic fertilizers and significant volumes of municipal solid

wastes. The existing manure disposal technology provides for the removal of manure to the field or temporary storage on the farm that causes area contamination. There are various ways of organic waste disposal: thermal, biological, chemical, electrophysical, and mechanical ones, as well as their combinations. To solve this problem, an integrated approach is advisable - the use of the adhesive properties of cattle manure to bind municipal solid wastes and making briquettes from the resulting mixture. This method allows solving the ecologic problem both on the farm and near population centers. The results of the conducted experiments allow making conclusion that the fuel briquettes obtained in this way retain their shape and, in a dried state, support combustion. The technology of separating manure into fractions will significantly simplify the disposal of solid and liquid fractions.

Садов Виктор Викторович, д.т.н., ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sadov.80@mail.ru.

Капустин Николай Игнатьевич, к.т.н., г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: sadov.80@mail.ru.

Sadov Viktor Viktorovich, Dr. Tech. Sci., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sadov.80@mail.ru.

Kapustin Nikolai Ignatyevich, Cand. Tech. Sci., retiree, Barnaul, Russian Federation, e-mail: sadov.80@mail.ru.

Введение

В процессе эволюции произошла локальная концентрация людей и животных как в помещениях, так и на территории. Это определило не только новые решения к хранению, но и утилизации продуктов жизнедеятельности.

При малой концентрации в сельских населенных пунктах практически повсеместно этот вопрос решается в комплексе. Животные содержатся на подстилке с последующим ее складированием в бурты, причем навоз от различных видов животных не смешивается по всем известным причинам. Немаловажное значение имела и направленность его применения: строительство (саман), отопление (кизяк), удобрение (перегной).

Твердые бытовые отходы (ТБО) органично вписываются в общий процесс – пищевые отходы скармливаются животным, а все остальное разделяется по назначению, кроме стекла и пластика.

Ситуация с утилизацией ТБО в крупных населенных пунктах в сельской местности сложилась нерадужная. Если в городах зачастую только пытаются решить эту проблему, то для села этот вопрос не решен.

Практически все работы в области утилизации ТБО и отходов сельскохозяйственных производств разрознены, что обосновано для круп-

ных промышленных центров. Комплексное решение предполагает использование особенностей навозной фракции в формовании брикетов с добавлением ТБО.

Цель работы – повышение эффективности утилизации навоза с животноводческих ферм для снижения экологических рисков для окружающей среды.

Объекты и методы исследований

Алтайский край является крупным сельскохозяйственным регионом с значительным поголовьем различных животных как в частном секторе, так и на крупных комплексах [1, 2]. В частном секторе не имелось проблем с утилизацией ТБО и навоза, причем применялись разнообразные технологические и технические решения, основанные на известных способах применительно к конкретным условиям. Технология и технические средства обеспечивали рациональный путь использования отходов и защиту окружающей среды. Так, разделение навоза и ТБО на фракции не только повышает КПД использования площади, но и приводит к снижению транспортных расходов. Однако при малом объеме навоза обезвоживание достигается вводом сухого наполнителя (остатки стебельчатого корма) или сушкой (преимущественно в зимний период –

излучение с сублимацией, в летний период – конвекция и излучение).

Для большого объема отходов такие способы, видимо, не могут быть основными. Широкое применение находил способ отстаивания (гравитационный) и продавливания через перфорированную поверхность (гравитационный, механический). Использование выделенных фракций для заданных целей происходит после обеззараживания.

В Алтайском крае на крупных животноводческих фермах и комплексах неоднократно делались попытки решить задачу разделения навоза на фракции различными способами, но получить значимых результатов не удалось.

Современное промышленное производство животноводческой продукции связано с круглогодичным производством продукции и высокой концентрацией животных на незначительных площадях. В этом случае производится доставка кормов к животноводческому комплексу с больших территорий и вывоз готовой продукции и навоза в обратном направлении.

Если с доставкой кормов вопрос решается положительно, так как реакция животных на этот процесс мгновенная, то с утилизацией навоза в большинстве случаев проблема не решается. Навоз складывается на постоянной основе на территории фермы, что создает дополнительную экологическую нагрузку в данной местности. Возможно, это обусловлено как отсутствием осознания наносимого вреда, так и несовершенством технологий и законодательства.

В большинстве своем утилизации навоза ориентирована на использование его в качестве органического удобрения после временного складирования и хранения на территории фермы.

Расположение животноводческих объектов как в черте городов, так и прилегающих крупных населенных пунктах еще более усугубляет и без того сложную экологическую обстановку. Примером этому может быть АО «Учхоз «Пригородное» [3]. Наиболее высокие показатели товарной продукции приходится на животноводческую отрасль.

С ТБО населения связана аналогичная проблема, но здесь ситуация зачастую близка к экологической катастрофе. Полигоны ТБО делают непригодной для жизни близлежащую окружающую территорию [4]. Существуют различные способы утилизации ТБО: тепловой, биологический, химический и другие.

В РФ на сегодняшний день перерабатывается около 3% ТБО населения, при этом большая часть принимается в качестве вторсырья у населения и предприятий. Самым распространенным способом утилизации ТБО является их захоронение [5, 6].

Для решения создавшейся проблемы утилизации отходов целесообразен комплексный подход, а именно использование клеящих свойств навозной массы для связывания ТБО и создание брикетов. Это позволит решить экологическую проблему на фермах и вблизи населенных пунктов.

Результаты исследования

Для выбора способа утилизации и разработки технических средств вначале необходимо определиться с производительностью установки исходя из потребности хозяйства.

Опыты проводились на базе АО «Учхоз «Пригородное». Анализ территории фермы выявил нерациональное использование земельных участков, занятых под фермы, и зданий на их территории. Так, на ферме на 800 голов КРС, расположенной на центральной усадьбе, нет цеха первичной обработки навоза, причем имеются здания, не задействованные в технологическом процессе. Вместе с тем ближайшие населенные пункты сталкиваются с проблемой утилизации ТБО, которая может быть решена на территории фермы. Этим мы решаем не только экологическую проблему фермы и населенного пункта, но и проблему дополнительной прибыли хозяйству [7, 8].

В хозяйстве имеется достаточное поголовье крупного рогатого скота с бесподстильным содержанием. Произведенный расчет показывает, что годовой выход навозной массы составит около 5500 т, соответственно, среднесуточный – 15 т. Часовая производительность установки

может варьировать от 0,7 до 2,0 т и более, задавая режим ее работы.

1. Изготовление топливных брикетов.

Учитывая, что основным продуктом для сельской местности могут стать брикеты на основе измельченных ТБО (древесина, бумага и т.п.), в постановочном эксперименте использованы древесные опилки и навоз КРС. Формирующее устройство выполнено из трубы. ТБО и опилки имеют относительную влажность 16-18% (рис. 1).

Возможно получение других видов брикетов по той же технологии, но с добавлением биоотходов (БО) и опилок.

Поисковые исследования показали, что процентное соотношение компонентов составит: 70-75% навоза и 25-30% опилок или БО. Компоненты перемешиваются и прессуются. После этого процесс сушки брикетов на открытом воздухе или в печах. В эксперименте использовали печь «NOVA. NT-24», время сушки – 150 мин., температура – 180°C. Полученные топливные брикеты представлены на рисунках 2 и 3.

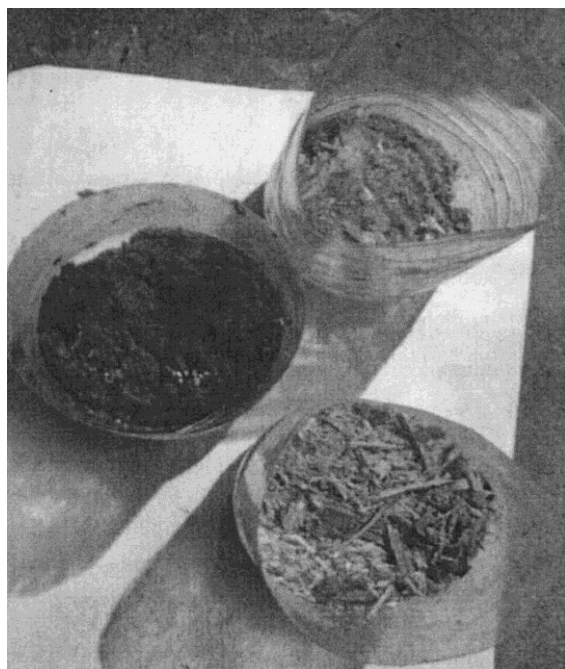


Рис. 1. Исходное сырье для изготовления топливных брикетов

Зондирующие опыты подтвердили предположения о возможности создания брикетов на

основе ТБО и жидкой фракции навоза КРС в соотношении 70% ТБО и 25-30% жидкой навозной фракции.

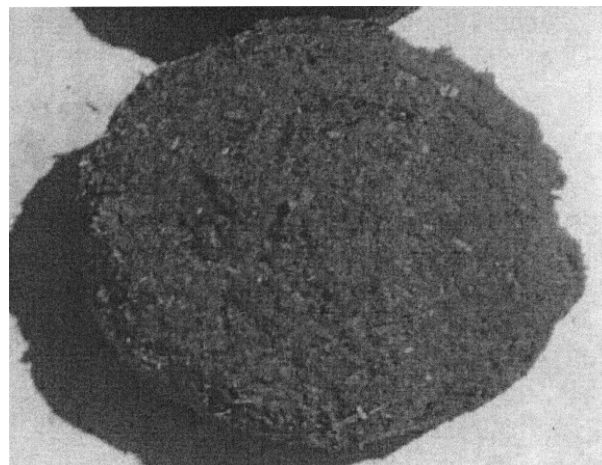


Рис. 2. Топливные брикеты (навоз + БО)

2. Разделения навоза КРС на фракции.

Навоз КРС – это сложная полидисперсная система, включающая в себя грубые и мелкодисперсные частицы и коллоидные вещества, затрудняющие процесс обезвоживания навоза. В связи с этим существует множество способов для разделения на фракции – отстаиванием, сепарированием и т.д. Все эти способы глубоко рассмотрены в доступной литературе, и с учетом их достоинств и недостатков для решения конкретной задачи (разделение навоза КРС на фракции) разработано устройство.

Устройство, реализующее способ фильтрации, содержит транспортер 1 с бесконечной перфорированной лентой 2 с жестко закреплённым на ней бесконечным пористым фильтрующим элементом 3, покрытым защитной сеткой 4 (рис. 4) [9]. Над верхней ветвью транспортера 1 установлен подпрессовочный транспортёр 5 с бесконечной лентой 6, который своей нижней ветвью через нажимные подпружиненные валики 7 воздействует на пористый элемент. При этом по ходу движения навоза прижимное усилие от первого валика до последнего постепенно возрастает до требуемого максимума вследствие размещения их с уменьшающейся высотой.

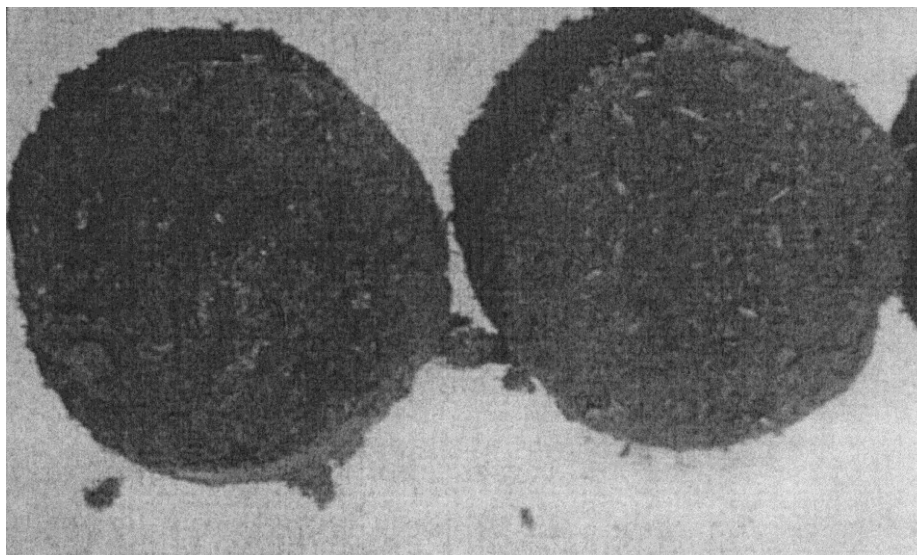


Рис. 3. Топливные брикеты (навоз + опилки)

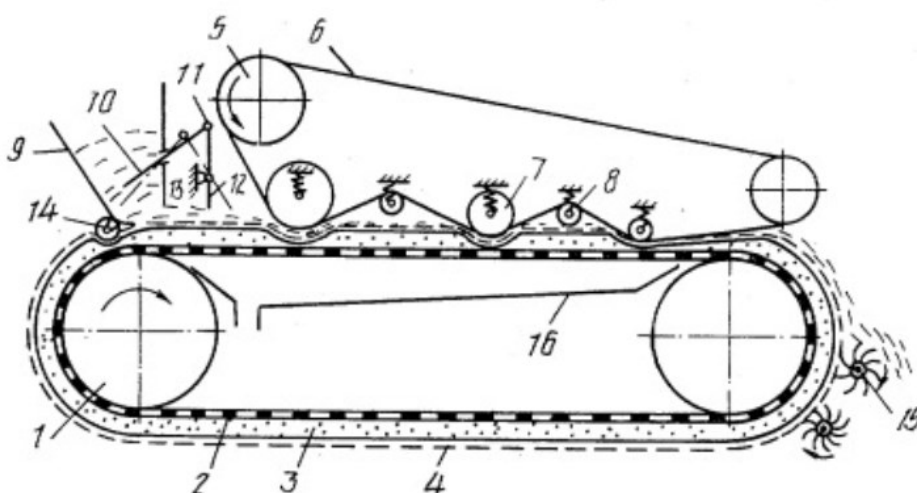


Рис. 4. Схема устройства для обезвоживания навоза

Для интенсификации процесса перед передней стенкой питателя установлен вдавливающий валик 14.

Количество ступеней отжима можем устанавливать любое в зависимости от требований навозных фракций.

Выводы

1. Обоснована возможность единого подхода к решению задачи утилизации ТБО населения и навоза ферм КРС, что позволит улучшить экологическое состояние окружающей среды и повысить эффективность ферм КРС.

2. Предложенные технические решения могут быть использованы при разработке цехов для

переработки ТБО крупных населенных пунктов в сельской местности и навоза животноводческих ферм.

Библиографический список

1. Министерство сельского хозяйства Алтайского края: официальный сайт. – URL: <https://www.altagro22.ru/apk/zhivotnovodstvo/> (дата обращения: 23.05.2021). – Текст: электронный.
2. Управление Федеральной службы по государственной статистике по Алтайскому краю и Республике Алтай: официальный сайт. – URL: <http://akstat.old.gks.ru/> (дата обращения: 26.06.2021). – Текст: электронный.

3. Годовые отчеты за 2019-2020 гг. АО «Учхоз «Пригородное» Алтайского края. – Текст: непосредственный.

4. Федеральный закон № 89-ФЗ от 24 июня 1998 «Об отходах производства и потребления»: официальный сайт. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 30.06.2021). – Текст: электронный.

5. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 27.06.2021). – Текст: электронный.

6. Bewick, M.W.M. (1980). *Handbook of organic waste conversion*. Trinity College. University of Cambridge // Van Nostr and Reinhold Environmental Engineering Series. Copyright by Litton Educational Publishing, Inc.

7. Земсков, В. И. Возобновляемые источники энергии в АПК: учебное пособие / В. И. Земсков. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Текст: непосредственный.

8. Федоренко, И. Я. Ресурсосберегающие технологии и оборудование в животноводстве: учебное пособие / И. Я. Федоренко, В. В. Садов. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 290 с. – Текст: непосредственный.

9. А.С. 1479017 СССР, МПК А 01 С 3/00. Устройство для обеззараживания навоза / Н. И. Капустин, Н. С. Маликова; заявитель и патентообладатель Алтайский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства. – № 4322242/30-15; заявл. 30.10.1987; опубл. 15.05.1989, Бюл. № 18. – Текст: непосредственный.

References

1. Ministerstvo selskogo khoziaistva Altaiskogo kraia: ofitsialnyi sait. – URL: <https://www.>

altagro22.ru/apk/zhivotnovodstvo/ (data obrashcheniia 23.05.2021). – Tekst: elektronnyi.

2. Upravlenie Federalnoi sluzhby po gosudarstvennoi statistike po Altaiskomu kraiu i Respublike Altai: ofitsialnyi sait. – URL: <http://akstat.old.gks.ru/> (data obrashcheniia 26.06.2021). – Tekst: elektronnyi.

3. Godovye otchety za 2019-2020 gg. AO «Uchkhoz «Prigorodnoe» Altaiskogo kraia.

4. Federalnyi zakon No. 89-FZ ot 24 iunia 1998 «Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniia»: ofitsialnyi sait. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (data obrashcheniia 30.06.2021). – Tekst: elektronnyi.

5. Federalnaia sluzhba gosudarstvennoi statistiki: ofitsialnyi sait. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (data obrashcheniia 27.06.2021). – Tekst: elektronnyi.

6. Bewick, M.W.M. (1980). *Handbook of organic waste conversion*. Trinity College. University of Cambridge // Van Nostr and Reinhold Environmental Engineering Series. Copyright by Litton Educational Publishing, Inc.

7. Zemskov V.I. Vozobnovliaemye istochniki energii v APK: uch. posobie. – Sankt-Peterburg: Lan, 2014. – 368 s.

8. Fedorenko, I.Ia. Resursosberegaiushchie tekhnologii i oborudovanie v zhivotnovodstve: uch. posobie / I.Ia. Fedorenko, V.V. Sadov. – Sankt-Peterburg: Lan, 2012. – 290 s.

9. A.S. 1479017 SSSR, MPK A 01 S 3/00. Ustroistvo dlia obezzarazhivaniia navoza / Kapustin N.I., Malikova N.S.; zaiavitel i patentoobladatel Altaiskii nauchno-issledovatel'skii i proektno-tekhnologicheskii institut zhivotnovodstva. – 4322242/30-15; zaiavl. 30.10.1987; opubl.15.05.1989. Biul. No. 18.

