

ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

TECHNOLOGIES AND MEANS OF MECHANIZATION OF AGRICULTURE

УДК 631.861:579.222.2:608.3

К вопросу снижения энергоемкости технологии переработки куриного помета

Курочкин А.А., Потапов М.А.

Аннотация. Актуальность совершенствования оборудования для переработки куриного помета в органическое удобрение обусловлена чрезвычайной энергоемкостью технологии, при которой из сырья влажностью 40-75% получают продукт с содержанием 90-93% сухого вещества. Конструктивно-технологическая схема предлагаемого в работе агрегата позволит существенно снизить энергоемкость технологии переработки куриного помета за счет синергетического эффекта от взаимодействия ее экструзионной и вакуумной составляющих. Реализация этой научной гипотезы предлагается за счет применения диэлектрического нагревателя в автогенном экструдере и замены его шнекового рабочего органа на винтовой.

Ключевые слова: птицеводство, технология, помет, органическое удобрение, агрегат, вакуумная камера.

Для цитирования: Курочкин А.А., Потапов М.А. К вопросу снижения энергоемкости технологии переработки куриного помета // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9. № 1. С. 21–24. EDN: HHQXWY.

On the issue of reducing the energy intensity of chicken manure processing technology

Kurochkin A.A., Potapov M.A.

Abstract. The urgency of improving equipment for processing chicken manure into organic fertilizer is due to the extreme energy intensity of the technology, in which a product containing 90-93% dry matter is obtained from raw materials with a humidity of 40-75%. The design and technological scheme of the proposed unit will significantly reduce the energy intensity of the chicken manure processing technology due to the synergistic effect of the interaction of its extrusion and vacuum components. The implementation of this scientific hypothesis is proposed by using an electric heater in an autogenous extruder and replacing its screw working body with a screw one.

Keywords: poultry farming, technology, litter, organic fertilizer, aggregate, vacuum chamber.

For citation: Kurochkin A.A., Potapov M.A. On the issue of reducing the energy intensity of chicken manure processing technology. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2022. Vol. 9. No. 1. pp. 21–24. EDN: HHQXWY. (In Russ.).

Введение

Рациональный подход к использованию топливно-энергетических ресурсов в птицеводстве в значительной степени обусловлен составом по-

мета, подлежащего переработке или утилизации. Очевидно, что переработка птичьего помета в качественное органическое удобрение – наиболее целесообразное решение, предполагающее дезактивацию вредных ингредиентов сырья и обеспече-

ние сохранности полезных. Иными словами, технология переработки помета должна обеспечивать безусловную стерилизацию (уничтожение способности к прорастанию) семян сорных растений, и в то же время способствовать сохранению полезных ингредиентов сырья, входящие в его состав и необходимых для приемлемого качества вырабатываемого органического удобрения.

Учитывая, что органическое удобрение на основе куриного помета содержит 90-93% сухого вещества, а сырье, из которого его производят, включает 40-75% воды, логично прогнозировать основное направление конструкторских разработок в этом направлении – снижение энергоемкости удаления влаги из сырья в процессе его высушивания [1-3].

В настоящее время в России применяются две технологии обезвоживания (сушки) птичьего помета, связанные с интенсивным использованием тепловой энергии. Условно их можно представить как высокотемпературную обработку сырья и технологию с использованием относительно низких температур (80-95°C) в условиях пониженного давления (вакуума).

Первая из них основывается на применении барабанных сушилок различной конструкции, работающих с теплоносителями температурой 300-500°C. По своему негативному воздействию на сырье с точки зрения сохранности в нем полезных микро- и макроэлементов она больше подходит для утилизации помета, а не производства качественного удобрения. Объясняется это тем, что данное оборудование изначально проектировалось для реализации других технологий (сушка опилок для производства топливных пеллет, сушка различных сыпучих инертных минеральных веществ и т.д.) [2, 5].

Вторая технология адаптирована к современным условиям содержания птицы и предусматривает подачу помета на переработку непосредственно из птичников. Получаемое по такой технологии удобрение влажностью 12-17% сохраняет все содержащиеся в сырье полезные микро- и макроэлементы. С целью увеличения его срока хранения и продажи в

потребительской таре удобрение перерабатывают в гранулы с влажностью не выше 5-7%. К недостаткам этой технологии можно отнести длительность процесса и его высокую удельную энергоемкость, а также сложное и дорогостоящее оборудование, требующее высококвалифицированного обслуживающего персонала [2, 4].

Целью работы является обоснование технических решений по снижению энергоемкости переработки куриного помета.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась техническая составляющая технологии переработки куриного помета с целью получения органического удобрения.

В работе применялся аналитический метод исследований, основанный на системном подходе к рассматриваемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

В процессе решения проблемы, связанной с высокой энергоемкостью переработки куриного помета в органическое удобрение, следует обратить внимание на термовакуумную экструзионную технологию. Эта технология позволяет снизить рабочую температуру обработки сырья до значений, приемлемых с точки зрения сохранности его полезных ингредиентов. Слабой стороной термовакуумной экструзии остается крайне неэффективное преобразование энергии, которое является основой рабочего процесса любого автогенного экструдера. На наш взгляд одним из возможных вариантов кардинального снижения энергопотребления одношнекового экструдера является замена его шнека винтовым механизмом. При этом нагрев сырья в процессе его термовакуумной обработки предлагается осуществлять достаточно энергоэффективным способом – диэлектрическим нагревом. Физический смысл такого нагрева предполагает диэлектрический нагрев органического вещества, содержащего полярные молекулы. Электрическая

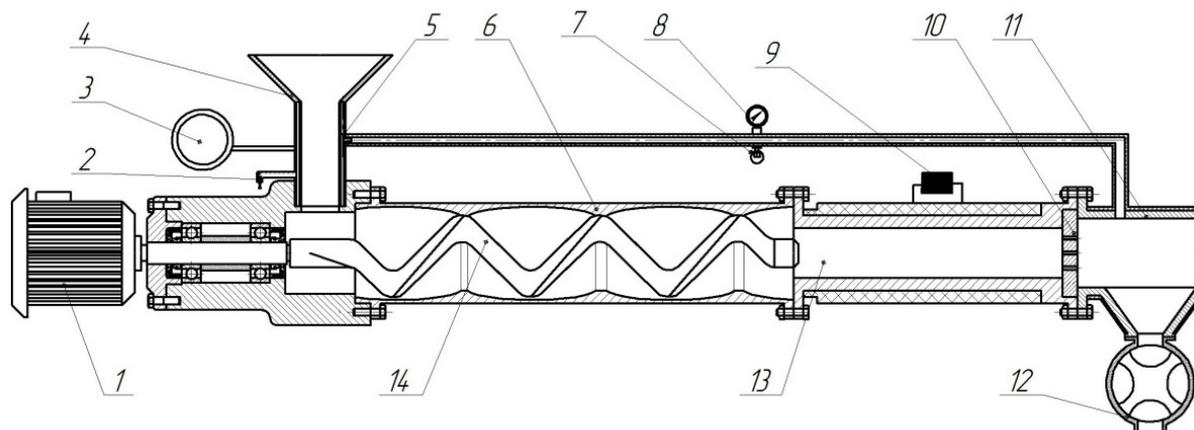


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема агрегата

компонента электромагнитных волн сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона ускоряет движение молекул, обладающих дипольным моментом, а межмолекулярное взаимодействие приводит к поглощению электромагнитного излучения и увеличению температуры вещества [3].

Конструктивно-технологическая схема агрегата, с помощью которого можно реализовать данное предложение, представляет собой четыре относительно самостоятельных блока: загрузки, транспортирования, нагрева и вакуумной сушки (рис. 1).

В состав блока загрузки входит бункер 4, цилиндрическая часть которого выполнена в виде двустенной камеры 5. Такое конструктивное решение бункера позволяет осуществлять предварительный подогрев обрабатываемого сырья за счет поступающего из вакуумной камеры экструдера в камеру 5 горячего влажного пара. В нижней своей части камера 5 имеет кран для спуска конденсата и ее дополнительной функцией является (наряду с вакуум-регулятором 7) стабилизация рабочего давления в вакуумной камере экструдера.

Блок транспортирования сырья включает винтовой насос, представляющий собой металлический ротор 14 и статор 6 с эластичной обкладкой. Между винтовыми поверхностями такой героторной пары образуются рабочие камеры – капсулы-шлюзы. Рабочие камеры в процессе вращения ротора в неподвижном статоре периодически открываются и закрываются, что приводит к всасыванию и нагнетанию насосом перекачиваемой среды. При этом количество таких камер (замкнутых полостей на единицу длины винтовой пары) определяет максимальное давление (напор) насоса, а объем полости каждой камеры – его производительность (подачу). В качестве привода винтового насоса служит мотор-редуктор 1.

Блок нагрева агрегата представлен в виде магнетрона 9, закрепленного на камере нагрева 13, выполненной в виде стальной трубы, покрытой теплоизоляционным материалом. Торец трубы упирается в фильеру матрицы 10, представляющую собой пластину с одним или несколькими отверстиями определенного диаметра. Количество и диаметр отверстий фильеры зависят от потребной производительности агрегата. Нагрев обрабатываемого сырья происходит за счёт тепла, выделяющегося в сырье под действием магнетрона.

Литература

- [1] Курочкин, А.А. Теоретическое обоснование термовакuumного эффекта в рабочем процессе модернизированного экструдера /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, П.К. Воронина //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3. С. 14-20.

Блок вакуумной сушки включает в свой состав вакуумную камеру 11, шлюзовой затвор 12, вакуум-насос 3, вакуум-регулятор 7 и вакуум-метр 8.

Вакуумная камера агрегата 11, двустенная камера 5, а также соединяющий их трубопровод, с внешней стороны покрыты теплоизоляционным материалом (напыляемый утеплитель PENOPLEX).

Шлюзовой затвор служит для выгрузки готового продукта без разгерметизации вакуумной камеры агрегата.

Рабочий процесс предлагаемого агрегата осуществляется следующим образом. Перерабатываемый помёт поступает в приемный бункер агрегата. Соприкасаясь с горячими стенками цилиндрической части бункера, обрабатываемое сырье предварительно нагревается и направляется к винтовому насосу. Под действием напора, создаваемого насосом (1,0-1,2 МПа), перерабатываемое сырье подается в нагревательную камеру, где нагревается до температуры 100-110°C и выводится через фильеру матрицы в вакуумную камеру.

Попадая из области высокого давления (камера нагрева агрегата) в зону низкого давления (вакуумная камера), помёт подвергается декомпрессионному взрыву, который представляет собой процесс мгновенного перехода воды, находящейся в сырье, в пар. Этот процесс характеризуется выбросом большого количества энергии за короткий промежуток времени и приводит к деструкции клеточных структур обрабатываемого сырья. Таким образом, в процессе обработки в предлагаемом агрегате помёт обеззараживается, увеличивается в объёме и обезвоживается.

Выводы

Сравнение конструктивно-технологической схемы предлагаемой агрегата с известным к настоящему времени оборудованием позволяет сделать вывод о том, что существенное снижение энергоёмкости процесса переработки куриного помёта связано с синергетическим эффектом от взаимодействия его экструзионной и вакуумной составляющих, а реализация этой научной гипотезы может быть осуществлена за счет применения диэлектрического нагревателя в автогенном экструдере и замены его шнекового рабочего органа на винтовой.

References

- [1] Kurochkin, A.A. Teoreticheskoe obosnovanie termovakuumnogo effekta v rabochem protsesse modernizirovannogo ekstrudera /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, P.K. Voronina //Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii. 2015. No 3. pp. 14-20.

- [2] Курочкин, А.А. Технология производства органических удобрений на основе экструзионной термовакuumной обработки птичьего помета /А.А. Курочкин, М.А. Потапов //Иновационная техника и технология. 2018. № 2. С. 28-32.
- [3] Оборудование перерабатывающих производств /А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков, П.К. Воронина.–М.: ИНФРА-М, 2015.– 363 с.
- [4] Пат. 2610805 Российская Федерация МПК А23К 40/25, А23К 10/26, А23К 10/37. Способ производства кормов /заявители: П.К. Воронина, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, Д.И. Фролов, А.Л. Мишанин; патентообладатель ФГОУ ВПО Пензенский ГТУ.–№ 2015119627; заявл. 25.05.2015; опубл. 12.02.2017, Бюл. № 5. 8 с.
- [5] Суховеркова, В.Е. Способы утилизации птичьего помета, представленные в современных патентах. /В.Е. Суховеркова //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 45-55.
- [2] Kurochkin, A.A. Technology of production of organic fertilizers based on extrusion thermal vacuum treatment of bird droppings / A.A. Kurochkin, M.A. Potapov // Innovative equipment and technology. 2018. No. 2. pp. 28-32.
- [3] Hardware processing industries /A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, V.M. Zimnyakov, P.K. Voronina.–M.: INFRA-M, 2015.– 363 p.
- [4] Pat. 2610805 Rossiiskaya Federatsiya MPK A23K 40/25, A23K 10/26, A23K 10/37. Sposob proizvodstva kormov /zayaviteli: P.K. Voronina, A.A. Kurochkin, G.V. Shaburova, D.I. Frolov, A.L. Mishanin; patentoobladatel' FGOU VPO Penzenskii GTU. No 2015119627; zayavl. 25.05.2015; opubl. 12.02.2017, Byul. No 5. – 8 p.
- [5] Sukhoverkova, V.E. Sposoby utilizatsii ptich'ego pometa, predstavlennye v sovremennykh patentakh. /V.E. Sukhoverkova //Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. No 9 (143). pp. 45-55.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Курочкин Анатолий Алексеевич доктор технических наук профессор кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>	<p>Kurochkin Anatoly Alekseevich D.Sc. in Technical Sciences professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(927) 382-85-03 E-mail: anatolii_kuro@mail.ru</p>
<p>Потапов Максим Александрович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(962) 473-86-96 E-mail: makspotapov@mail.ru</p>	<p>Potapov Maxim Alexandrovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(962) 473-86-96 E-mail: makspotapov@mail.ru</p>