

УДК 631.363

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ КОРМОВ

Сергунцов Александр Сергеевич
доцент кафедры «Процессы и машины в агробизнесе»
SPIN-код 5094-5312, AAF-7651-2021, Scopus
Author ID: 57204663296, ORCID 0000-0002-9074-7719
e-mail: sasha2008_9191@mail.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Тарасенко Борис Федорович
профессор кафедры «Тракторы, автомобили и техническая механика»
SPIN-код 7415-7870, Scopus Author ID: 57200221398
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

Сергунцова Виктория Славиновна
магистрантка факультета механизации
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ», Краснодар, Россия

В данной статье предложен вариант модернизации пресс-гранулятора для высококачественных кормов, проведен анализ существующих машин для их прессования. Предложенный поршневой пресс-гранулятор может обеспечить баротермический режим, который позволит скармливать крупнорогатому скоту сою без ее предварительной подготовки. Разработана конструктивно-технологическая схема поршневого пресс-гранулятора для высококачественных кормов

Ключевые слова: БАРОМЕТРИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ПРЕСС-ГРАНУЛЯТОР, ГРАНУЛЫ, БРИКЕТЫ, МАТРИЦА, КОРМА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-214-031>

UDC 631.363

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS FOR THE PREPARATION OF HIGH-QUALITY FEED

Serguntsov Alexander Sergeevich
Associate Professor, Department of Processes and Machines in Agribusiness
RSCI SPIN-code: 5094-5312, AAF-7651-2021, Scopus Author ID: 57204663296, ORCID 0000-0002-9074-7719
e-mail: sasha2008_9191@mail.ru
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

Tarasenko Boris Fedorovich
Professor of the Department of Tractors, Automobiles and Technical Mechanics
RSCI SPIN-code: 7415-7870, Scopus Author ID: 57200221398
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Serguntsova Victoria Slavinovna
Undergraduate student of the Faculty of Mechanization
FSBEI HE Kuban SAU, Krasnodar, Russia

In this article, an option for upgrading a press granulator for high-quality feed is proposed, and an analysis of existing machines for pressing them is carried out. The proposed piston press granulator can provide a barothermal regime that will allow soybeans to be fed to cattle without prior preparation. A design and technological scheme of a piston press granulator for high-quality feed has been developed

Keywords: BAROMETRIC MODE, PRESS GRANULATOR, PELLETS, BRIQUETTES, MATRIX, FEED

Актуальность исследования

При выращивании крупного рогатого скота одним из основных факторов влияющим на повышение объема животноводческой продукции является использование кормов с высоким содержанием протеина и белка. К

<http://ej.kubagro.ru/2025/10/pdf/31.pdf>

таким кормам можно отнести сою, но ее нельзя скармливать животным без предварительной подготовки, так как она может отрицательно сказаться на продуктивности животного и также вызвать снижение экономической эффективности предприятия. Связь между качеством протеиновых кормов и их биологической ценностью подчеркивает необходимость оптимизации их состава и технологического приготовления.

Дополнительным аспектом в контексте повышения эффективности кормовых средств является разработка и внедрение современных технологических решений для их приготовления. Особое значение в этой сфере приобретает создание новых конструктивных и режимных параметров оборудования. В рамках исследования особое внимание уделяется разработке поршневого пресса, предназначенного для производства высокобелковых гранулированных кормов, а также обоснованию его конструктивных особенностей и параметров работы. Эти мероприятия направлены на обеспечение получения корма требуемого качества, а также оптимизацию технологического процесса для повышения энергии и питательной ценности готовых продуктов. Таким образом, улучшение технологической базы для производства гранулированных кормов открывает новые возможности для укрепления необходимости повышения эффективности использования белковых ресурсов, что напрямую влияет на продуктивность животных [1, 4].

Постановка задачи

В рамках существующих исследований особое значение придается вопросам повышения эффективности переработки кормов и увеличения их биологической ценности. В связи с этим формулируется задача разработки технологической линии, способной обеспечить высокое качество кормовых гранул, а также повысить уровень использования протеина. Важным направлением является также обоснование режимных параметров работы оборудования, включая параметры поршневого пресса, что способствует

достижению максимальной эффективности технологического процесса. Учитывая важность правильного баланса аминокислот в кормах, цель работы заключается в создании условий для более полного и рационального использования белковых компонентов, что способствует росту продуктивных характеристик животных и снижению затрат на производство. В результате внедрения таких инновационных решений предполагается увеличение производства высококачественных кормов и улучшение их патентных свойств, что, в конечном итоге, обеспечивает развитие и конкурентоспособность отрасли животноводства [1, 3, 5].

Исследовательская часть

Для того чтобы обеспечить равномерное прессование кормовой массы внутри пресс-камеры, необходимо выполнить плавное перемещение прессующего элемента с определенной скоростью, такая конструкция позволит увеличить степень крошимости готового материала.

Этот фактор играет ключевую роль в процессе формирования устойчивых и прочных гранул, особенно при диаметрах, превышающих 20 мм, поскольку их получение сталкивается с рядом технологических сложностей. В частности, увеличенная крошимость брикетов и гранул обусловлена не только их размерами, но также временем охлаждения и используемым методом кондиционирования, что влияет на качество конечного продукта.

В рамках технологических методов производства возможен и такой способ, как формирование гранул посредством прессования мучнистых кормов при влажности исходной массы в диапазоне 30-35%. Однако, несмотря на теоретическую привлекательность этой методики, она не нашла широкого промышленного применения. Главные сложности связаны с необходимостью тонкого измельчения компонентов, что требует выполнения дополнительных технологических операций и высокой точности процесса. Помимо этого, полученные шарики должны проходить сушку для

снижения влажности до уровня 12-14%, что значительно усложняет технологическую схему и увеличивает затраты на реализацию данного метода. В целом, несмотря на возможность получения гранул указанным способом, практическая реализуемость остается ограниченной из-за сложностей в технологическом цикле и необходимости дополнительных этапов обработки.

Зерно сои, а также продукты его переработки обладают особой ценностью компонентов белка, витаминов, жиров и минеральных элементов. Она обладает антипитательными веществами, которые нельзя использовать без предварительной подготовки, к ним относятся трипсин и уреаза. Использование таких элементов без предварительной подготовки может привести к снижению роста животных, а также к повышению затрат на продукцию производства. Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод о том, что для повышения эффективности при кормлении животных важную роль имеет предварительная подготовка сои к скармливанию [1-3].

Чтобы подготовить сою к скармливанию необходимо воздействовать на нее высокой температурой, что позволит снизить негативное влияние на организм животного за счет разложения антипитательных веществ. Наиболее распространенные машины для обеспечения баротермического режима являются пресс-экструдеры с поршневым рабочим органом. Такие машины позволяют более равномерно воздействовать на смесь кормов, что позволит повысить питательную ценность продукта, а также уничтожить антипитательные элементы, за счет этого улучшится переваривание белка животным.

Таким образом, использование поршневых экструдеров для баротермической обработки соевых продуктов представляет собой важный технологический аспект повышения эффективности кормления в сельском хозяйстве. Это направление исследований подтверждается многочисленными

экспериментальными данными, отраженными в научных работах и практических рекомендациях в области кормопроизводства.

Исследование показало, что при хранении брикетов после их прессования в условиях пониженной температуры (ниже нуля градусов Цельсия) происходит их быстрое разрушение, которое происходит уже в течение 2-3 часов. Такие выводы подчеркивают необходимость поддержания положительной температуры в производственных помещениях или участках начального хранения брикетов, где она должна находиться в диапазоне не менее 13-14°C. Это важный аспект, обуславливающий сохранность и качество продукта после его изготовления. В связи с этим становится очевидным, что загрузка прессов целесообразнее осуществлять в летний период, когда температура окружающей среды и внутри производственных помещений более благоприятна для процесса прессования [2, 5].

Для достижения заданной степени прочности полнорационных брикетов и гранул важным фактором является контроль влажности исходных компонентов, предназначенных для прессования. Согласно проведенным исследованиям, оптимальной считается влажность состава в диапазоне не выше 14-15%. Превышение этого уровня (например, до 17% и выше) негативно влияет на качество продукции, особенно при длительном хранении, поскольку гранулы в таком случае склонны к порче. Такой показательный уровень влажности служит критерием для обеспечения успеха производственного процесса и долговечности готовых изделий, поскольку избежание избыточной влаги способствует сохранению их структурной целостности и предотвращает развитие микроорганизмов, вызывающих порчу.

Итак, для повышения эффективности производства и сохранения качества брикетов и гранул необходимо учитывать оба фактора воздействия окружающей среды и технические параметры – поддержание оптимальной температуры в цехах и контроль влажности исходных компонентов. В целом, правильное сочетание этих условий может значительно улучшить

технологическую цепочку, обеспечить стабильность продукции и снизить потери, вызванные нарушением условий хранения и транспортировки.

На основании проведенных исследований было выявлено, что экономическая целесообразность гранулирования кормовых смесей проявляется при условии, что использование таких форм предпочтительнее рассыпных смесей аналогичного состава. В частности, отклонения в суточных привесах животных, полученных при применении гранулированных кормов, должны превышать показатели, характерные для рассыпных кормов, на 80-90 г. Целесообразность данного метода подтверждается тем, что увеличение приростов позволяет существенно повысить эффективность производства и снизить материальные затраты в долгосрочной перспективе.

Главным элементом при приготовлении корма в гравнулах являются пресс-экструдеры, так как в них происходит перемешивание разных компонентов, а также есть возможность воздействовать на эти корма с помощью давления и температуры. В конечном варианте после прессования корм становится более доступным для переваривания в организме животного.

Не мало важным элементом при прессовании является интеграция быстрого снятия тепла, что способствует формированию конечного продукта с оптимальными характеристиками по структуре и пищевой ценности.

При обработке цельного зерна в процессе экструдирования обнаружена определенная зависимость между потребляемой энергоемкостью и степенью измельчения исходного материала. В частности, процесс экструдирования неизмельченного зерна характеризуется более высоким уровнем энергетических затрат по сравнению с аналогичным процессом, проведенным на измельченном зерне. Несмотря на это, качество экструдированного продукта, произведенного из целого зерна, выделяется своими преимуще-

ствами, так как оно значительно превосходит показатели, полученные из измельченного сырья.

Дополнительным важным фактором, влияющим на конечный продукт, является влажностный режим зерна перед его обработкой. Так, увеличение влажности зерна выше кондиционной нормы негативно сказывается на качестве экструдата: повышенная влажность способствует ухудшению технологических характеристик, что, в свою очередь, отражается на показателях усвояемости и пищевой ценности готового корма. В результате повышенной влажности структура продукта становится менее стабильной, а его биологическая ценность снижается.

Таким образом, для достижения оптимальных технологических и экономических параметров производства экструдированного корма необходимо учитывать баланс между влажностью исходного зерна и энергозатратами на его обработку. Проведенные исследования подтверждают, что применение гранулированных кормовых смесей оправдано при условии повышения суточных привесов на 80-90 г в сравнении с рассыпной формой. Эти данные позволяют сделать вывод о перспективности внедрения данного метода в кормопроизводственной отрасли для повышения эффективности и рентабельности продукции [2, 5].

В рамках исследовательской работы особое внимание уделяется характеристикам, определяющим качество экструдата, среди которых ключевым индикатором считается степень взорванности. Этот показатель характеризуется как соотношение масс одинаковых объемов размолотого зерна и полученного после экструдирования продукта, что позволяет объективно оценивать технологические параметры процесса. Важность контроля этого параметра обусловлена необходимостью обеспечения стабильности и надёжности итогового продукта, а также соответствия его физико-химическим и пищевым требованиям.

Современные технологии производства экструдированных комбикормов предъявляют повышенные требования к рабочим органам пресс-экструдеров. Такие устройства должны обладать относительно простой конструкцией, обеспечивать высокую производительность, иметь низкое энергопотребление, быть надежными в эксплуатации и при этом удобными в техническом обслуживании. Важным аспектом является также обеспечение высокого качества продукции, что достигается за счёт сочетания этих характеристик. В литературных источниках указывается, что оптимизация конструкции и эксплуатационных режимов способствует повышению эффективности работы оборудования и улучшению характеристик готового комбикорма.

Для получения экструдата высокого качества необходимо строго поддерживать оптимальные температурные режимы, учитывая особенности каждого вида зерна или соединения зерновых компонентов. Это обусловлено тем, что температурный режим влияет на признаки расщепления структурных элементов, консистенцию и питательные свойства конечного продукта. Вследствие этого, точное регулирование температуры является важнейшим аспектом технологического процесса переработки зерна.

Особое место занимает пресс-экструдер с кольцеобразной щелью, предназначенный для выхода экструдированного продукта. Такой аппарат обеспечивает барометрическую обработку смеси концентрированных кормов, особенно тех, что содержат значительные остатки нерастворимых компонентов, включая высокий уровень белка. Согласно результатам последних исследований и теоретическим выкладкам, использование кольцевой геометрии способствует более равномерной обработке и стабилизации качества продукции при сохранении высоких функциональных характеристик.

Таким образом, интеграция современных технических решений и строгий контроль эксплуатационных параметров позволяют повысить ка-

чество экструдата, а также обеспечить эффективность технологического процесса производства кормовых добавок, ответственных за стабильность и безопасность конечной продукции.

Для того чтобы устранить выявленные недостатки, можно использовать конструктивно-технологическую схему брикетирующего пресса разработанного Дальневосточным ГАУ, которая представлена на рисунке 1.

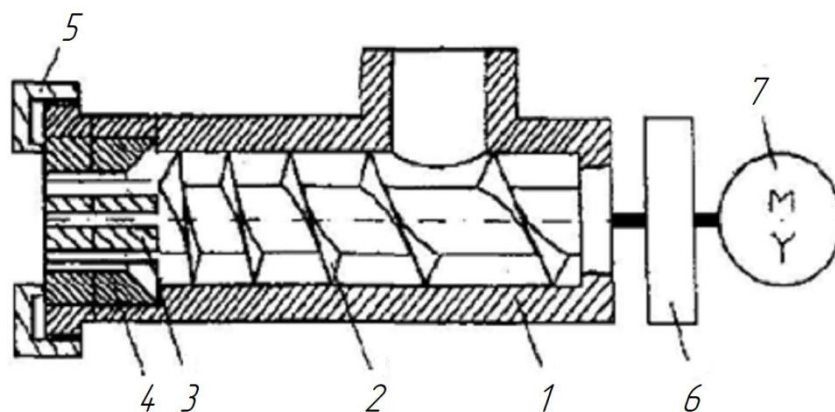


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема брикетирующего пресса ДальГАУ:

1 – корпус пресса; 2 – шнек с разным шагом; 3 – головка; 4 – установочная втулка; 5 – гайка; 6 – приводной редуктор; 7 – двигатель

Представленный брикетирующий пресс (рисунок 1) – в основе имеет шнек с разным шагом навивки, такая конструкция позволяет наиболее полно оптимизировать работу при прессовании. Сама конструкция включает в себя корпус, в котором расположен шнек с разным шагом навивки, формующая головка, которая удерживается при помощи установочной втулки, причем головка имеет одинаковое вращение с выходным валом редуктора. Использование данной конструкции позволяет осуществлять работу непрерывно, а за счет использования конуса на входе в головку осуществляется прессование и формирование единой массы брикета.

Формующая головка выполнена в виде барабана с шестью продольными пазами, предназначенными для формирования брикетной массы. В

процессе обращения головки внутрь пазов попадает исходное сырьё, и давление, возникающее при движении шнека, сочетаясь с трением о стенки втулки, вызывает формование. Фактически, взаимодействие между продуктами и внутренней поверхностью корпуса создает значительный уровень трения и нагрева, что способствует повышению температуры внутри рабочей области и способствует склеиванию элементов массы. Таким образом, формирующиеся брикеты приобретают необходимую механическую прочность.

Особенностью конструкции является использование в качестве связующего компонента сока зелёных растений, который выделяется под воздействием механического давления шнека. Этот сок, обладая клеящими свойствами, способствует склеиванию образующихся элементов в единую твердую форму. В результате достигается не только уплотнение массы, но и улучшение характеристик конечного продукта в плане его прочности и устойчивости к разрушению.

Таким образом, представленная конструкция шнека с переменным шагом и формующей головкой обеспечивает высокоэффективное формование брикетов за счет сочетания давления, трения и термических эффектов, а также благодаря естественной связующей среде – соку зеленых растений, что увеличивает прочностные показатели финального продукта и расширяет возможности применения данного технологического комплекса.

В научно-исследовательской практике особенно важным аспектом является ограничение влажности кормовых смесей при использовании существующих брикетирующих прессов. Следует подчеркнуть, что данный тип оборудования неспособен обеспечивать прессование кормовых смесей с исходной влажностью свыше 25%. Такое ограничение обусловлено механизмом функционирования прессов, при котором увеличение влажности исходного материала вызывает образование избыточных паров и сока зе-

ленных растений внутри рабочей камеры. Это происходит вследствие высокой температуры и давления, характерных для процесса прессования, что приводит к образованию дополнительных парообразных веществ и жидкостей. Возникающий излишек пара и сока, поднимаясь по каналам формирующей головки, способствует их выходу наружу, что негативно сказывается на качестве готовых брикетов, снижая их прочностные параметры и долговечность.

Отдельного внимания заслуживают современные технологии приготовления амидонконцентрированных добавок (АКД), осуществляемые в условиях экструдера. Учитывая актуальность данной темы, в научных исследованиях широко обсуждается использование различных типов экструдующего оборудования для достижения высококачественного продукта. В частности, в практике применяются пресс-экструдеры модели ПЭК 125х8 и КМЗ-2, предназначенные для промышленного получения АКД. Экструдер КМЗ-2 (рисунок 2) – представляет собой сложное оборудование, включающее в свою структуру ряд основных узлов, таких как рама, бункер, шнек-дозатор, приемная камера, нагнетательный шнек, а также матрица с встроенным отрезным ножом, приводной механизм и систему управления технологическим процессом. Все перечисленные компоненты обеспечивают эффективную работу экструдера, способную достигать поставленных целей по выпуску амидонконцентрированных добавок с заданными физико-химическими характеристиками. Несмотря на эффективность таких устройств, их конструктивные особенности требуют систематического анализа для повышения производительности и улучшения качества продукции.

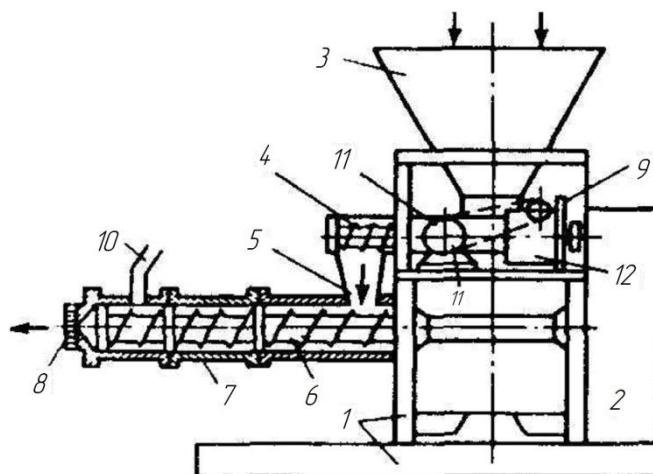


Рисунок 2 – Конструктивно-технологическая схема пресс-экструдера КМЗ-2:

1 – станина; 2 – приводной механизм; 3 – загрузочный бункер;
4 – шнек-дозатор; 5 – камера подачи; 6 – рабочий орган (шнек); 7 – цилиндр шнека; 8 – прессовочная матрица; 9 – привод шнека-дозатора; 10 – датчик температуры; 11 – электрический двигатель; 12 – зубчатая передача.

В процессе эксплуатации экструдеров недопустимо длительно останавливать оборудование при полном заполнении загрузки, поскольку это негативно сказывается на надежности и эффективности работы установок. После прекращения работы масса материала внутри экструдера быстро охлаждается, затвердевает и по мере остывания усложняется последующая перезапускная процедура. Восстановление функционирования экструдера без его разборки в таких случаях практически невозможно, что подчеркивает необходимость соблюдения режима эксплуатации и периодического технического обслуживания.

Экструдер приводится в действие с помощью электродвигателя мощностью 30 киловатт, который передает крутящий момент через клиноременную передачу. Дополнительно в конструкции установлен шнековый питающий механизм, оснащенный своим электродвигателем аналогичной мощности. Обеспечивая стабильную работу системы, эти приводы позво-

ляют достигать заданной производительности экструдера в диапазоне от 350 до 500 килограммов в час, в зависимости от конкретных условий обработки и вида используемого сырья.

Научные исследования в области производства экструдатов выявили, что на их конечные свойства существенно влияют параметры исходного сырья и технологические условия, в которых осуществляется обработка. В частности, важное значение имеют такие параметры, как влажность исходного материала, его температура перед обработкой и давление, возникающее при выдавливании пластифицированной массы через отверстия матрицы. Именно совокупность этих факторов определяет качество и характеристические особенности получаемых экструдатов, что требует тщательного контроля и оптимизации технологического процесса для достижения высоких показателей продукции.

Процесс выдавливания вязкого расплава материала через специальную формующую головку занимает очень мало времени, примерно меньше 30-35 секунд, за это время зерно подвергается нескольким стадиям обработки. Этот временной промежуток подчеркивает высокую эффективность данного метода в технологическом цикле производства кормов. Проведя анализ по ценности питательных веществ, было выявлено, что для снижения дефицита протеина и белка в организме животных необходимо использовать зерно сои. Такие выводы имеют важное практическое значение для рационализации кормления домашних и сельскохозяйственных животных и позволяют расширить ассортимент источников высокобелковых добавок.

Изучив выше перечисленные изобретения, установили, что данные пресс-экструдеры обладают высокой энергоемкостью, что сказывается на эксплуатационных затратах при прессовании. Предлагается использовать абсолютно новый пресс для снижения энергоемкости процесса прессования по сравнению с выше перечисленными [3, 5, 6].

Апробация полученных результатов

Указанные технологические особенности зачастую ведут к увеличению затрат на эксплуатацию и обслуживание. Вследствие этого, разработка новых решений, способных уменьшить эти показатели, является актуальной задачей для научных исследований и практики в области техники.

Особое значение в данном контексте приобретает возможность обеспечить баротермический режим, что важно для повышения качества производства кормов на основе соевого белка. Улучшенная конструкция позволяет не только достигать этого режима, но и выполнять технологические процессы с меньшими затратами энергии, что способствует снижению общих эксплуатационных расходов. Таким образом, сочетание высокой эффективности и уменьшения затрат делает предложенное техническое решение перспективным направлением для дальнейших исследований и внедрения в промышленность.

В итоге можно подчеркнуть, что характерная особенность заявленной разработки заключается в достижении технического результата, связанного с существенным снижением энергоемкости, а также созданием условий для более экономичного использования. Полученные результаты открывают новые возможности для реализации эффективных и экономичных устройств, способных одновременно обеспечить необходимые технологические режимы производства высококачественных кормов.

Исследуемый технический результат реализуется с помощью усовершенствованной конструкции поршневого пресса-гранулятора (рисунок 3), которая включает в себя решение выше перечисленных проблем. Отличительными чертами, которого являются использование подпрессующего шнека в емкости для сырья, выполненного с разным диаметром навивки для лучшего перемешивания и подачи материала, а также по краям шнека имеется твердосплавная наплавка, чтобы снизить износ поверхности [1, 7, 8]. Максимальный диаметр такого шнека подобран с учетом ширины короба

бункера, что способствует обеспечению более эффективного уплотнения и предотвращения утечек. Помимо этого, рабочая камера данного агрегата выполнена по особой конфигурации, в виде конической матрицы, представляющей собой усеченный конус, расположенный внутри камеры для формирования оптимальных условий прессовки. На боковой поверхности конструкции выполнены калиброванные отверстия, в виде конусообразных каналов, с входным диаметром от 10 до 15 миллиметров, и выходным 5-8 миллиметров, что способствует реализации точного дозирования и прессовки кормов.

Кроме того, важным аспектом инновационной конструкции является использование эксцентрикового привода, обеспечивающего механическую систему возвратно-поступательного движения поршня. Такой привод позволяет поддерживать частоту циклов в диапазоне 60-80 полных оборотов в минуту, что обеспечивает высокую производительность и стабильность процесса переработки кормовых материалов. В совокупности указанных изменений и дополнений достигается повышенная эффективность устройства, обеспечивающая качество конечного продукта и оптимальные показатели технологического процесса. В итоге представленная конструкция поршневого пресса-гранулятора демонстрирует значительные преимущества по сравнению с существующими аналогами за счет использования инновационных элементов механизма и конструктивных решений, повышающих технологические характеристики и надежность устройства [2, 3, 5].

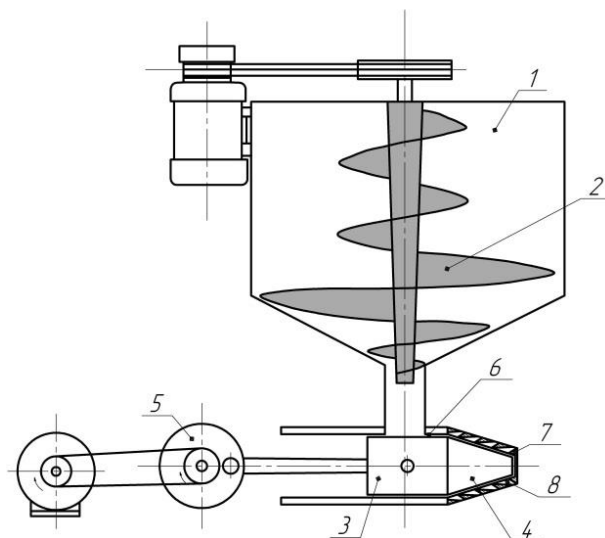


Рисунок 3 – Конструктивно-технологическая схема поршневого пресс-гранулятора:

1 – емкость для сырья; 2 – шнек; 3 – поршень; 4 – коническая головка; 5 – эксцентриковый привод; 6 – зона рабочей камеры; 7 – матрица; 8 – калиброванные отверстия

Кроме того, важным аспектом инновационной конструкции является использование эксцентрикового привода, обеспечивающего механическую систему возвратно-поступательного движения поршня. Такой привод позволяет поддерживать частоту циклов в диапазоне 60-80 полных оборотов в минуту, что обеспечивает высокую производительность и стабильность процесса переработки кормовых материалов. В совокупности указанных изменений и дополнений достигается повышенная эффективность устройства, обеспечивающая качество конечного продукта и оптимальные показатели технологического процесса. В итоге представленная конструкция поршневого пресса-гранулятора демонстрирует значительные преимущества по сравнению с существующими аналогами за счет использования инновационных элементов механизма и конструктивных решений, повышающих технологические характеристики и надежность устройства.

Данная конструктивная концепция способствует снижению металлоемкости оборудования, что позволяет уменьшить материальные затраты на производство и повысить экономическую эффективность технологического процесса. Таким образом, предложенное конструктивное решение представляет собой комплексное улучшение, содействующее снижению затрат ресурсов и повышению технологической надежности процесса.

Поршневой пресс, предназначенный для производства высококачественных кормов посредством гранулирования, представляет собой комплексную технологическую систему. Основным элементом данной системы является рабочая камера 6, внутри которой осуществляется процесс формирования гранул. В конструкцию устройства включён бункер 1 с установленным внутри уплотнителем 2, выполненным в виде шнека с винтовой поверхностью. Этот шнек характеризуется наличием поверхности с переменным диаметром, при этом его наибольший диаметр орбитально соизмерим с шириной бункера 1, что способствует равномерной подачи дорогостоящих компонентов смеси. Обязательным компонентом является поршень 3, оснащённый коническим выступом 4, который обеспечивает необходимое давление и движение. Поршень приводится в движение посредством привода 5, выполненного в виде эксцентрикового механизма, что позволяет реализовать возвратно-поступательное движение с частотой 60-80 циклов в минуту, обеспечивая эффективную обработку материала. Конструкция приводной системы позволяет выдерживать высокий уровень нагрузки, а точное управление движением обеспечивает стабильность технологического процесса. Рабочая камера 6 дополнена конической матрицей 7 в виде усеченного конуса. На её боковой поверхности расположены калиброванные отверстия 8, предназначенные для пресса материала, с входным диаметром 10-15 мм и выходным диаметром 5-8 мм. Такая геометрия отверстий способствует получению гранул заданных размеров и обеспечивает однородность формы продукции.

В исследуемой конструкции выделяются различные преимущества по сравнению с существующими техническими решениями, что обуславливает их потенциальную практическую ценность. В первую очередь, новая разработка позволяет значительно снизить общую металлоемкость, что ведет к уменьшению стоимости производства и эксплуатации оборудования. Кроме того, использование предложенной конструкции способствует сокращению энергозатрат на процесс, что является важным аспектом повышения энергетической эффективности работы систем. Важным преимуществом также является обеспечение баротермического режима, что позволяет сохранять высокое качество кормов в условиях высокой температуры и давления, способствуя сохранению их питательных свойств. В рамках научной оценки эффективности рассматриваемых решений особое значение приобретает методика, предложенная КубГАУ, основанная на использовании обобщенного показателя, который рассчитывается с помощью функции Харрингтона. Эта методика обеспечивает комплексную и сравнительную оценку технических характеристик различных конструкций, позволяя выделить наиболее эффективные и перспективные решения для дальнейшего внедрения. Таким образом, предложенное техническое решение обладает рядом преимуществ, которые проявляются в экономической и технической эффективности, а также в обеспечении высоких стандартов качества производимых кормов. Использование подобной методики оценки способствует повышению объективности анализа и позволяет всесторонне учитывать важные параметры при выборе оптимальных технических решений в данной области.

Выводы

Внедрение такого решения способствует сокращению энергетических затрат, необходимых для выполнения рабочего цикла, что в свою очередь способствует повышению общей энергоэффективности системы.

Кроме того, применение данной конструкции обеспечивает выполнение баротермического режима обработки кормовой массы, что является важным условием для достижения высоких показателей качества конечной продукции. В итоге, использование данной инженерной идеи позволяет уменьшить эксплуатационные издержки за счет оптимизации конструктивных и технологических показателей, а также обеспечивает возможность более эффективной реализации процессов обработки кормов высокого качества.

Список литературы

1. Фролов, В. Ю. К анализу технологических и технических средств процесса приготовления высококачественных кормов / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, А. С. Сергунцов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 2108-2120.
2. Фролов, В. Ю. Поршневой пресс для приготовления высококачественных кормов / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, А. С. Сергунцов // Эффективное животноводство. – 2013. – № 12. – С. 60.
3. Патент № 2544984 С1 Российская Федерация, МПК В30В 11/26, А01F 15/04, А23N 17/00. Поршневой пресс-гранулятор для высококачественных кормов : № 2013157648/02 : заявл. 24.12.2013 : опубл. 20.03.2015 / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, А. С. Сергунцов ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет".
4. Маслов, Г. Г. К наращиванию производства качественного зерна / Г. Г. Маслов, А. С. Сергунцов // Инновационная деятельность в модернизации АПК : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях, Курск, 07 декабря 2016 года – 09 2017 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2017. – С. 359-361.
5. Патент № 2606827 С Российская Федерация, МПК В30В 11/26, В30В 15/00, А01F 15/04. Аксиально-поршневой пресс для гранулирования кормов : № 2015124256 : заявл. 22.06.2015 : опубл. 10.01.2017 / В. Ю. Фролов, Д. П. Сысоев, А. С. Сергунцов, М. Г. Колбасенко; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет".
6. Шухов, А. А. Анализ перспективных направлений конструктивно-технологического совершенствования экструдеров / А. А. Шухов, В. И. Коновалов, А. С. Сергунцов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 191. – С. 312-348. – DOI 10.21515/1990-4665-191-038.
7. Тарасенко, Б. Ф. Повышение качества восстановления шеек коленчатых валов индукционным нагревом / Б. Ф. Тарасенко, С. А. Дмитриев // Сборник статей по материалам ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР

за 2024 год : Сборник трудов конференции, Краснодар, 05 февраля 2025 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2025. – С. 395-396.

8. Патент № 2538191 С1 Российская Федерация, МПК F01M 9/02. Устройство повышения долговечности узлов трения в двигателях внутреннего сгорания и в редукторах (варианты) : № 2013122010/06 : заявл. 13.05.2013 : опубл. 10.01.2015 / Б. Ф. Тарасенко, Н. И. Богатырев, А. И. Ачмиз [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет».

References

1. Frolov, V. Ju. K analizu tehnologicheskikh i tehniceskikh sredstv processa pri-gotovlenija vysokokachestvennykh kormov / V. Ju. Frolov, D. P. Sysoev, A. S. Serguncov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 101. – S. 2108-2120.

2. Frolov, V. Ju. Porshnevoj press dlja prigotovlenija vysokokachestvennykh kor-mov / V. Ju. Frolov, D. P. Sysoev, A. S. Serguncov // Jeffectivnoe zhivotnovodstvo. – 2013. – № 12. – S. 60.

3. Patent № 2544984 C1 Rossijskaja Federacija, MPK B30B 11/26, A01F 15/04, A23N 17/00. Porshnevoj press-granuljator dlja vysokokachestvennykh kormov : № 2013157648/02 : zajavl. 24.12.2013 : opubl. 20.03.2015 / V. Ju. Frolov, D. P. Sysoev, A. S. Serguncov ; za-javitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego pro-fessional'nogo obrazovanija "Kubanskij gosudarstvennyj ag-rarnyj universitet".

4. Maslov, G. G. K narashhivaniu proizvodstva kachestvennogo zerna / G. G. Maslov, A. S. Serguncov // Innovacionnaja dejatel'nost' v modernizacii APK : materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh: v 3 chastjah, Kursk, 07 dekabrja 2016 goda – 09 2017 goda. Tom Chast' 1. – Kursk: Kurskaja gosudarstvennaja sel'skohozjajstvennaja akademija im. professora I.I. Ivanova, 2017. – S. 359-361.

5. Patent № 2606827 C Rossijskaja Federacija, MPK B30B 11/26, B30B 15/00, A01F 15/04. Aksial'no-porshnevoj press dlja granulirovanija kormov : № 2015124256 : zajavl. 22.06.2015 : opubl. 10.01.2017 / V. Ju. Frolov, D. P. Sysoev, A. S. Serguncov, M. G. Kolbasenko; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhde-nie vysshego professional'nogo obrazovanija "Kubanskij gosudarstvennyj ag-rarnyj universi-tet".

6. Shuhov, A. A. Analiz perspektivnykh napravlenij konstruktivno-tehnologicheskogo sovershenstvovanija jekstruderov / A. A. Shuhov, V. I. Konovalov, A. S. Serguncov // Poli-tematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrar-nogo universiteta. – 2023. – № 191. – S. 312-348. – DOI 10.21515/1990-4665-191-038.

7. Tarasenko, B. F. Povyshenie kachestva vosstanovlenija sheek kolenchatyh valov in-dukcionnym nagrevom / B. F. Tarasenko, S. A. Dmitriev // Sbornik statej po materia-lam ezhegodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2024 god : Sbornik trudov konferencii, Krasnodar, 05 fevralja 2025 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina, 2025. – S. 395-396.

8. Patent № 2538191 C1 Rossijskaja Federacija, MPK F01M 9/02. Ustrojstvo po-vyshenija dolgovechnosti uzlov trenija v dvigateljah vnutrennego sgoranija i v reduktorah (varianty) : № 2013122010/06 : zajavl. 13.05.2013 : opubl. 10.01.2015 / B. F. Tarasenko, N. I. Bogatyrev, A. I. Achmiz [i dr.] ; zajavitel' Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhet-noe obra-

zovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet».