

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

На правах рукописи



Гребенникова Татьяна Владимировна

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ
ПЕРЕПРЕВШЕГО ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность: 05.20.01 – Технологии и средства механизации
сельского хозяйства

Научный руководитель

д.т.н., профессор В.Д. Хмыров

МИЧУРИНСК – НАУКОГРАД РФ, 2019

АННОТАЦИЯ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель работы и ее народнохозяйственное значение. Приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ состояния вопроса, а также определены задачи исследования.

Во второй главе проведены теоретические исследования процесса прессования (описаны усилия прессования, температурный профиль поверхности, мощность пресса). Предложено новое устройство прессования перепревшего подстилочного навоза.

В третьей главе рассмотрены методики экспериментальных исследований прессования перепревшего подстилочного навоза.

В четвертой главе представлены результаты проведенных экспериментов.

В пятой главе обоснован технико-экономический эффект применения экспериментальной установки прессования перепревшего подстилочного навоза. Запланированы предложения производству, а также перспективные направления дальнейших исследований в рассматриваемой области знаний.

Сформулировано заключение.

Приведен библиографический список источников, цитируемых автором в работе.

В приложениях представлены копии патентов, актов внедрения.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ....	10
1.1 Анализ технологий выращивания рассады	10
1.2 Анализ способов и устройств для изготовления брикетов.....	14
1.3 Анализ исследований процесса брикетирования	22
1.4 Физико-механические свойства подстилочного навоза.....	32
1.5 Выводы	40
1.6 Цель исследований	40
1.7 Задачи исследований	41
ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ.....	42
2.1 Теоретическое обоснование усилия в камере прессования.....	42
2.2 Теоретическое обоснование затрачиваемой мощности на прессование.....	47
2.3 Теоретическое обоснование производительности пресса для изготовления гранул и брикетов.....	50
2.4 Теоретическое обоснование температурного режима прессуемой массы в камере прессования	53
2.5 Выводы	57
ГЛАВА 3 МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
3.1 Цель, программа и задачи экспериментальных исследований	58
3.2 Условия проведения экспериментальных исследований	59
3.3 Разработка и изготовление лабораторной установки и пресса.....	59
3.4 Методика исследования влажности гранул и брикетов, изготовленных из перепревшего подстилочного навоза	62
3.5 Методика определения плотности исходного сырья	64

3.6 Методика исследований истинной плотности брикетов для выращивания рассады.....	65
3.7 Методика лабораторных опытов по выращиванию рассады томатов в брикетах	66
3.8 Методика определения энергоемкости процесса	66
3.9 Методика исследований коэффициентов внешних трений подстилочного навоза.....	68
3.10 Исследования коэффициентов внешнего трения подстилочного навоза от давления.....	69
3.11 Методика определения производительности пресса	71
3.12 Методика исследований температурного режима при брикетировании перепревшего подстилочного навоза	75
3.13 Методика исследования давления массы в камере прессования	81
3.14 Методика проведения многофакторного эксперимента	85
3.15 Выводы	88
ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	89
4.1 Определение формы брикета	89
4.2 Физико-механические свойства брикетов	89
4.3 Построение зависимости производительности шнекового пресс- гранулятора от скорости прессуемой массы	92
4.4 Результаты исследования зависимости плотности и влажности перепревшего подстилочного навоза от давления	93
4.5 Результаты многофакторного эксперимента	94
4.6 Результаты прессования брикетов для выращивания рассады	97
4.7 Результаты определения критических параметров работы пресса.....	98
4.8 Характер изменения давления в камере прессования.....	99
4.9 Результаты экспериментальных исследований температуры при прессовании перепревшего подстилочного навоза	100

4.10 Результаты исследований коэффициентов трения покоя и движения перепревшего подстилочного навоза по стали.....	103
4.11 Результаты исследование коэффициентов внешнего трения подстилочного навоза от давления.....	104
4.12 Результаты экспериментальных исследований истинной плотности брикетов.....	104
4.13 Результаты исследования процесса прорастания семян трав.....	105
4.14 Выводы.....	106
ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	107
5.1 Расчет экономической эффективности.....	107
5.2 Выводы.....	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	118
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Переработка подстильного навоза является перспективным направлением, так как с одной стороны позволяет утилизировать отходы животноводства, с другой стороны является источником высококачественных удобрений для выращивания органической продукции.

Вопросы обоснования параметров процесса прессования перепревшего подстильного навоза актуальны и представляют научный и практический интерес.

Степень разработанности темы. Анализ исследований существующих технологий и технических средств по переработке подстильного навоза в органическое удобрение показал, что в них основное внимание уделяется вопросам конструкторской разработки отдельных машин для аэрации подстильного навоза.

Результаты, полученные автором при подготовке диссертации, базируются на достижениях многих научных школ по созданию технических средств для АПК. Разработке и проектированию машин и технологического оборудования в области сельского хозяйства большое внимание уделяли ведущие российские ученые: Брюханов А.Ю., Гребенникова Д.В., Гриднев П.И., Киров Ю.А., Киселева Н.Г., Классен П.В., Лазарева В.С., Марченко В.И., Мачихина Ю.А., Некрашевич В.Ф., Сидельников Д.А., Фролова В.Ю., Хмыров В.Д.

Цель исследований - повышение эффективности процесса прессования перепревшего подстильного навоза.

Объект исследования - технологический процесс прессования перепревшего подстильного навоза.

Предмет исследования - установление взаимосвязей между физико-механическими свойствами субстрата и параметрами процесса прессования перепревшего подстильного навоза.

Для достижения цели, поставленной в диссертации, необходимо решить следующие **задачи исследования:**

- провести анализ существующих способов и средств переработки перепревшего подстилочного навоза, определить направление их совершенствования;
- исследовать физико-механические свойства подстилочного навоза после мезофильной переработки;
- теоретически и экспериментально обосновать параметры процесса прессования перепревшего подстилочного навоза;
- провести производственную проверку и рассчитать экономическую эффективность разработанного пресса для изготовления брикетов из перепревшего подстилочного навоза.

Научную новизну работы представляют:

- теоретически обоснованные зависимости для определения усилий процесса прессования и его мощности.
- теоретически обоснованные зависимости для определения температурного режима процесса прессования перепревшего подстилочного навоза;
- обоснованная энергоемкость процесса прессования перепревшего подстилочного навоза.

Методология и методика исследований. В диссертационной работе при исследованиях использовали системный подход, позволяющий раскрыть целостность объекта исследований и взаимообусловленность между влажностью подстилочного навоза, его плотностью, параметрами процесса прессования. Теоретические исследования проведены с использованием математического анализа, положений математики, физики и известных законов и методов механики, теории теплопередачи и др. Экспериментальные исследования выполнены методом полного факторного эксперимента с применением теории вероятностей, математической статистики и с использованием современного оборудования. Результаты экспериментов

подвергались статистической обработке с использованием прикладных компьютерных программ MathCAD 14, Excel 2013, STATISTICA 6.1, КОМПАС-3D V13.

Положения, выносимые на защиту:

1. Теоретически обоснованные зависимости для определения усилий процесса прессования и его мощности.
2. Теоретически обоснованные зависимости для определения температурного режима процесса прессования перепревшего подстилочного навоза;
3. Обоснованная энергоемкость процесса прессования перепревшего подстилочного навоза.

Достоверность результатов исследований обеспечена достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных данных, проведенных по критерию Фишера-Снедекора, подтверждаемая методиками выполнения экспериментальных исследований.

Теоретическая значимость работы. Теоретически обоснованы усилие прессования, мощность и получена формула температурного профиля поверхности камеры прессования.

Практическая значимость работы. Разработано научно-обоснованное конструктивно-технологическое решение пресса для изготовления брикетов из перепревшего подстилочного навоза (патент на полезную модель №151895, №157256).

Реализация результатов исследований. Производственные испытания пресса для гранулирования и брикетирования подстилочного навоза проводились на ферме крупного рогатого скота ООО учхоз «Племзавод» Комсомolec Мичуринского района Тамбовской области и КФХ «Пчелка». Подстилочный навоз гранулировали с исходной влажностью 45...50% измельченный до 5-100 мм, прошедший мезофильный процесс. Гранулы получали длиной 30-35 мм и диаметром 10 мм, влажностью 6-10%, с пределом прочности 300-800 кг/см². За период производственных испытаний

переработали 5т подстилочного навоза (ООО учхоз «Племзавод» Комсомolec). Брикеты получали размером 25*25 мм, прочностью 830 кг/см², плотностью 460 кг/м³, влажностью 18%. Производительность при таких параметрах составила 6 т в смену.

Вклад автора в решение поставленных задач состоит в определении направления научных исследований, участии на всех этапах процесса проведения теоретических и экспериментальных исследований, получении исходных данных, разработке плана экспериментальных исследований, проведении научных экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных данных, разработке и модернизации установки, апробации результатов исследования, подготовке публикаций по выполненной работе.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях: ФГБОУВО Мичуринский ГАУ 2014-2018г, ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ им. Петра 1 2015г, ВНИИМЖ 2015, Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Минсельхоза РФ в номинации «Технические науки» (ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ – Диплом 5 степени), в программе «У.М.Н.И.К» 2014-2016 фонда содействию развития малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 18 научных работах, в том числе 4 статьи в журналах из перечня ВАК и 1 статья SCOPUS в Йельском журнале науки и образования США. Получено 5 патентов на полезную модель. Общий объем публикаций составил 4,25 п.л., из них лично соискателю принадлежит 2,98 п.л.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа изложена на 155 страницах, содержит 70 рисунков, 5 таблиц, 8 приложений. Список литературы включает в себя 176 наименований.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Анализ технологий выращивания рассады

На половине площадей, занятых овощами, применяют рассадную технологию производства овощных культур [170]. Она преследует две цели: первая (преимущественно для северных районов) — удлинение вегетационного периода «забег» в росте растений до появления тепла в открытом грунте, вторая (в южных районах, где лето достаточно длинное) - получить раннюю и сверхраннюю продукцию, и продать ее «подороже». Ежегодно в СНГ выращивают около 45 млрд. шт. рассады, причем 95 % ее производят безгоршечным способом. Эффективность последнего снижается из-за того, что при пересадке рассады в грунт до 90 % корневых волокон, содержащих на кончиках ростковые вещества, обеспечивающих развитие корневой системы, могут оторваться. Поэтому растения на новом месте долго болеют и не развиваются. В результате цель, которая ставится перед рассадной технологией — получение сверхранней продукции - достигается лишь частично, или не достигается вовсе. А вот горшечная рассада, пересаженная вместе с комочком почвы, окутанном корнями, может сразу же идти в рост и обеспечивает сверх ранний урожай [110, 147, 168, 169, 171].

Овощеводы рассаду для открытого грунта выращивают в пленочных теплицах на грядах с использованием в качестве субстрата смесь перегноя с почвой и только около 5 % — в торфяных горшочках, которые закупаются в других регионах. Торфяные горшочки не пользуются большим спросом из-за высокой стоимости, требуют дополнительного внесения минеральных удобрений при выращивании рассады [74, 77, 78, 103].

С.Ф. Вощенко [42] описывает способ выращивания рассады в болгарских ящиках, позволяющий проводить комплексную закалку рассады путем выноса ее из теплицы на 7... 10 дней до высадки. Контейнеры заполняются смесью из

2-х частей торфа и перегноя, одной части легкой суглинистой дерновой или полевой земли, вносятся минеральные удобрения.

Совхоз «Тепличный» (г. Владимир) один из первых перешел на выращивание рассады в торфоблоках. Последние изготавливаются заводским способом из верхового торфа в виде плит 500x1000 мм (50 кубиков размером 100x100x100 мм) их нейтрализуют, высушивают до определенной влажности и транспортируют в тюках [104]. Торфоблоки вносят в заранее подготовленные рассадные теплицы, располагают грядами на пленке и за 2...3 дня до посева начинают намачивать путем включения системы дождевания на 1...2 минуты через каждые 1...1,5 часа. Затем вносят минеральные удобрения в растворе (мг/100 г абсолютно сухих торфоблоков): N — 220, P₂O₅ - 160, K₂O - 450 и MgO-60.

Все больше применяют торфяные кубики размером 40x40... 100x100 мм для рассады с малообъемным комом - кассетная рассада [46]. Размер кассет составляет 380x400 мм, они вмещают 104 растения. Ячеистые кассеты изготавливают из ПВХ, для выращивания рассады их необходимо заполнить питательной смесью.

Экспериментальную проверку ячеистые кассеты прошли в совхозе «Тепличный», НПО по овощеводству «Россия», с использованием макетного образца комплекса машин, разработанного и изготовленного Московским ГСКБ по механизации овощеводства [128].

Предложенный Л.В. Шаповаловым [66] способ выращивания рассады в сборных кассетах позволяет получать почвенный кубик с локализованной внутри его корневой системой растения, что обеспечивает 100 % приживаемость растения после высадки в открытый грунт.

Н.Г. Щепетков [67] даёт определение, что рассадой называют молодые растения, не приступившие к образованию продуктивных органов, выращенные при загущенном посеве и предназначенные для пересадки на постоянное место в открытый и защищенный грунт.

Рассадный метод, прежде всего, позволяет ускорить созревание урожая на 20...30 суток, что важно для обеспечения населения свежими овощами в ранние сроки; дает возможность в северных районах выращивать теплолюбивые растения с длинным вегетационным периодом [20, 109].

Ю.В. Андреев [14] рекомендует высаживать рассаду в открытый грунт при высоте стебля 250...300 мм, 8... 10-ти темно-зеленых листьях, толстом стебле и наличием бутонов на первой кисти. Для выращивания такой рассады необходимо использовать простейшие сооружения (тоннели, укрытия, парники и теплицы).

П. Гусев [79] описал, как необходимо выращивать рассаду томатов городскому и сельскому овощеводу для личного садово-огородного участка в Среднем Поволжье с использованием качественного семенного материала районированных сортов. В результате анализа установлено, что существующие технологии выращивания рассады (рис. 1) направлены на сохранение корневой системы рассады при высадке в открытый фунт, однако они имеют следующие недостатки:

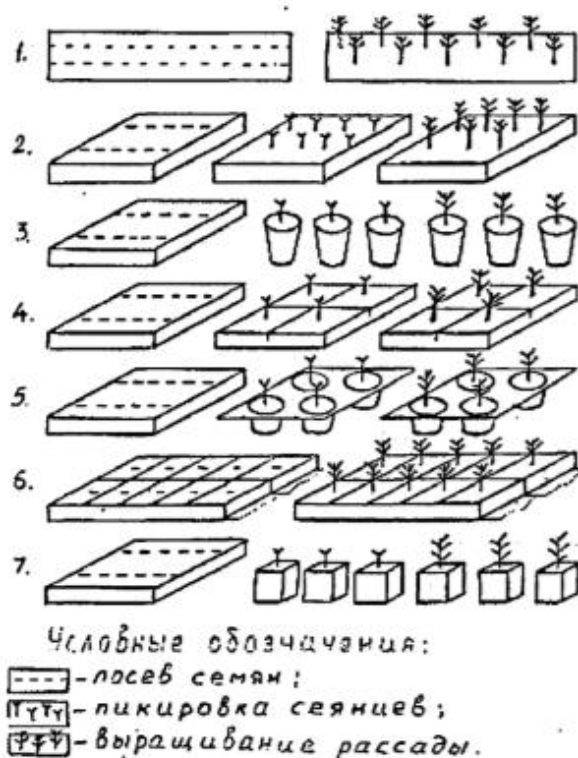
- в качестве рассадного субстрата используется торф, который не содержит питательных веществ, усвояемых растением рассады, не добывается в рассматриваемых зонах, а завоз его с других регионов страны повысит себестоимость овощной продукции;

- использование минеральных удобрений при приготовлении рассадного субстрата на основе торфа связано с опасностью гибели рассады при передозировке удобрений или получение ее некачественной из-за малого количества внесенного удобрения [112]. Кроме того, минеральные удобрения повышают себестоимость рассады;

- высокая трудоемкость выращивания рассады, вызванная заполнением горшочков, ячеистых и сборных кассет субстратом.

Поэтому приходим к выводу, что можно выращивать в открытом грунте достаточное количество спелых, ранних и дешёвых томатов, перца, баклажанов

только обеспечив овощевода дешёвыми питательными горшочками из местного сырья (назовем их брикетами в отличие от существующих) [48, 49].



1 - существующая в коллективных хозяйствах с использованием гряд в теплицах; 2 - применяемая дачниками-овощеводами с использованием рассадных ящиков; 3- с использованием торфоперегнойных горшочков (горшечная); 4 - с применением торфоблоков; 5 - с использованием ячеистых кассет; 6 — УНИИМЭСХ с использованием сборных кассет; 7 - предлагаемая брикетная

Рисунок 1 - Технологии выращивания рассады томатов



Рисунок 2 – Классификация технологий выращивания рассады

1.2. Анализ способов и устройств для изготовления брикетов

Исходя из предположения, что рассаду овощей следует выращивать в брикетах, изготовленных из органического сырья, нами был проведен патентный поиск [99, 130] способов и устройств для изготовления брикетов за последние 20 лет и в результате выявлено следующее [121]:

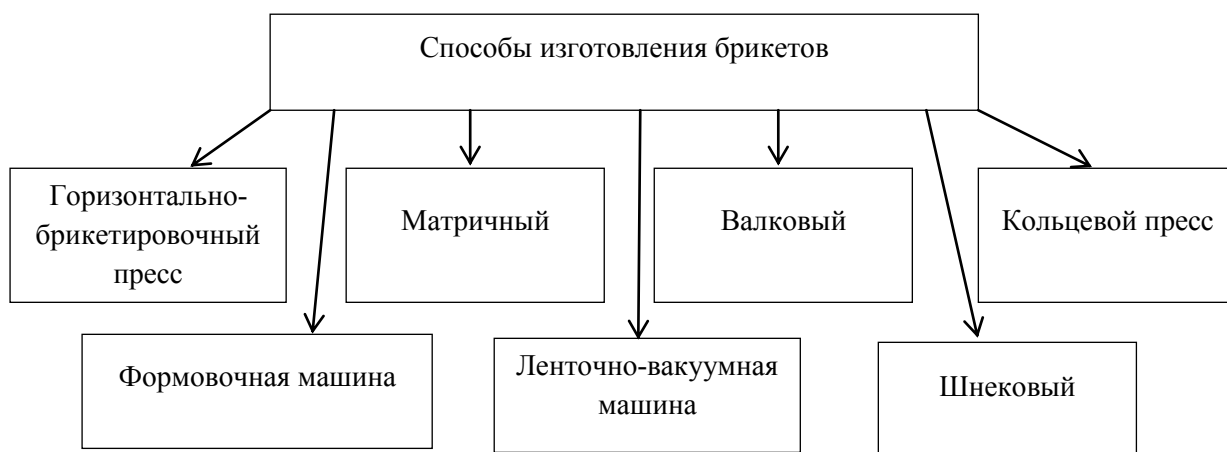
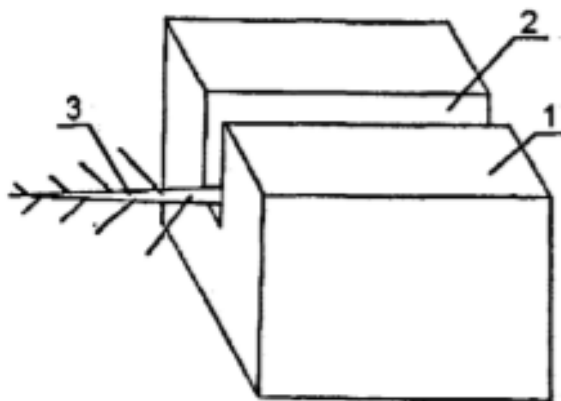


Рисунок 3 - Классификация способов и устройств для изготовления брикетов

Ю.Ю. Берзиньш [9] предлагает брикет для выращивания растений, отличающийся тем, что с целью повышения производительности труда при изготовлении брикета и заделывании в него корневой системы растения, брикет выполнен с продольной прорезью для бокового ввода корневой системы растения (рис. 4).



1 - кусок спрессованной торфяной массы; 2 - прорезь продольная; 3 - сеянец

Рисунок 4 - Брикет для выращивания растений

Он представляет собой цельный прямоугольной формы кусок 1 спрессованной торфяной массы с продольной прорезью 2, куда вставляется сеянец 3. Недостатком известного брикета является то, что при пикировке в него сеянца томата и обильном поливе субстрат будет вымываться из прорези 2, корни сеянца оголятся, и он погибнет [94].

Одд Мел вод (Норвегия) [10] предлагает изготавливать брикеты для выращивания растений на основе торфа и в качестве связующего вещества используют водную битумную эмульсию, которую наносят на тонкоизмельченный торф, содержащий свыше 25 % воды, частицы торфа перемешивают с битумной эмульсией в соотношении битума к сухому весу торфа от 15 до 40 весовых %, сушат смесь до содержания воды не выше 25 % и формуют брикеты. На рисунке 5 показан лист брикетов, изготовленных по предлагаемой технологии. Однако такой способ неприемлем из-за содержания в брикете битума, который будет загрязнять окружающую среду и также вреден для здоровья человека [111].

Г.Г. Русин [5] предлагает способ выращивания растений Хибинской капусты в блоках субстрата размером 100х1000х80 мм с плотностью посадки 4-х растений на блок; полив производится питательной смесью, содержащей минеральные удобрения. Такой способ не позволит получить экологически чистые овощи.

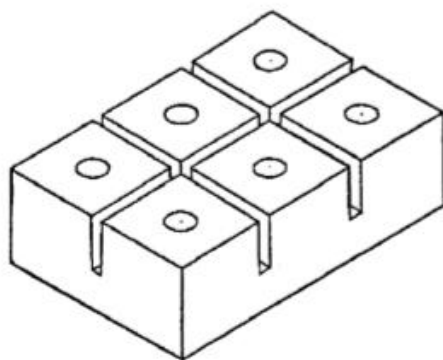
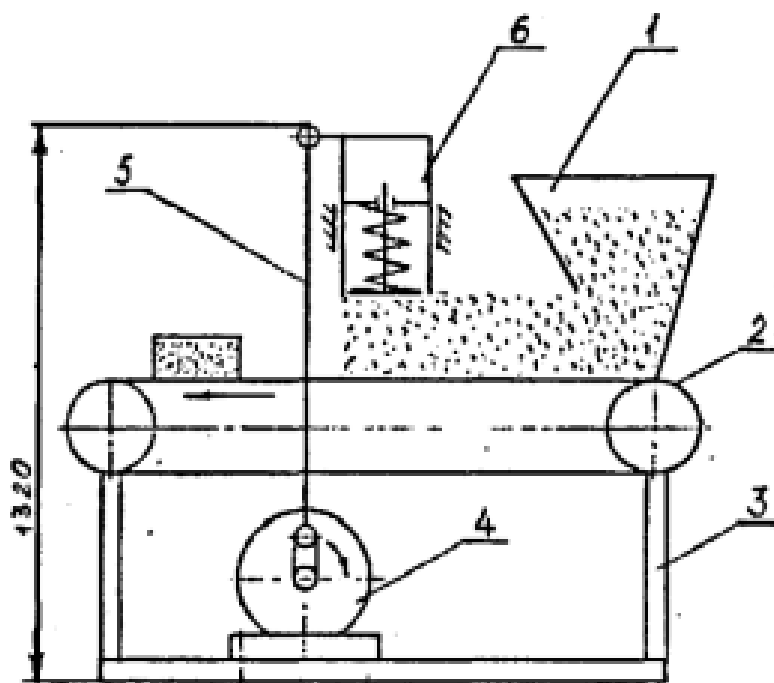


Рисунок 5 - Лист брикетов для выращивания растений

Г.П. Хлястиков [6] предлагает выращивать огурцы на двухстадийном минеральном субстрате с внесением питательного раствора магнитных гранул

между слоями субстрата. В данном способе применение минеральных удобрений может привести к накоплению нитратов в огурцах.

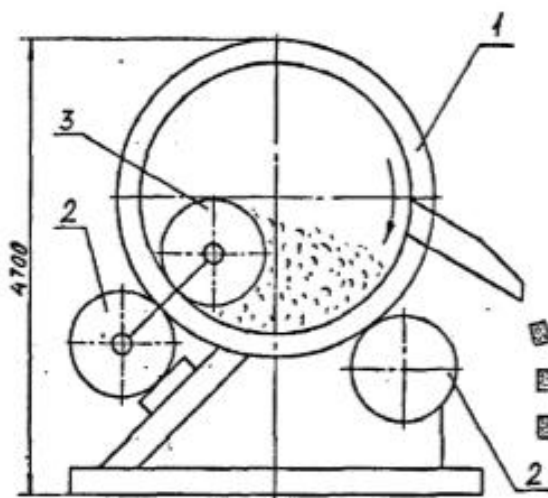
А.М. Абрамец [8] предлагает смесь для субстратных брикетов при соотношении в ней компонентов, мае. % (на сухое вещество): волокнистая фракция торфа - 50, карбонатный сапропель - 10 и торф - 40. Полученную смесь прессуют при давлении 2,0 МПа. Опять же, основной компонент смеси - торф, которого нет в рассматриваемых зонах и потребуется применение минеральных удобрений при выращивании рассады. Анализ способов изготовления брикетов в процессе патентного поиска выявил, что они не приемлемы для выращивания рассады томатов. Анализ устройств для изготовления брикетов начнём с известных, используемых в производстве машины для изготовления торфоперегнойных горшочков ИГТ-10 [118, 119], которая штампует (рис. 6) горшочки размером 80x80x80 мм с производительностью 6,5 тыс. шт./ч. Однако в зонах она не нашла широкого применения из-за отсутствия торфа для приготовления субстрата [48, 49]



1 - бункер; 2 - транспортёр; 3 - рама; 4 - мотор-редуктор; 5 - шатун; 6 - штамп

Рисунок 6 - Схема машины ИГТ-10 для изготовления торфоперегнойных горшочков

В результате патентного поиска других устройств для изготовления рассадных брикетов (горшочков) не было обнаружено, однако в других отраслях производства используются устройства для изготовления строительного кирпича, топливных и кормовых брикетов [56, 122, 134, 135, 157]. Так, в угледобывающей промышленности существуют прессы для брикетирования угля, которые работают с давлением прессования 80...250 МПа и производят брикеты массой около 0,5 кг, влажностью 10... 18 % [151]. На рисунке 7 дана схема кольцевого прессы ЦЕМАГ для брикетирования зрелых бурых углей с производительностью 10... 15 т/ч. Использовать такие прессы в производстве брикетов для рассады нецелесообразно из-за больших энергозатрат, а создаваемое ими давление прессования не позволит получать брикеты плотностью менее 1000 кг/м^3 , которая нужна для нормального роста рассады [83].

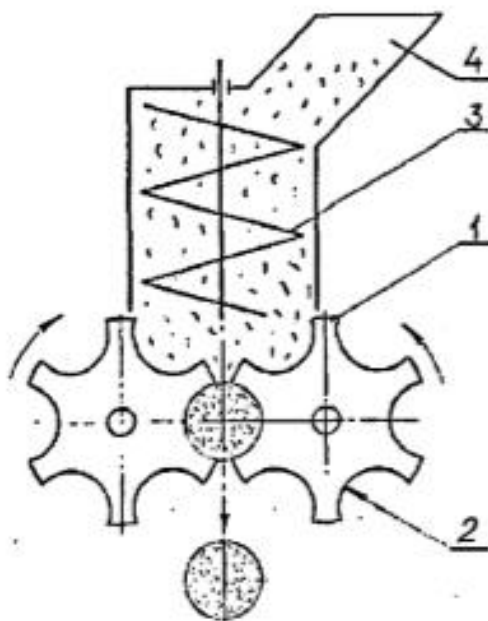


1 - кольцо; 2 - опорные или приводные ролики; 3 - прессующий диск

Рисунок 7 - Схема кольцевого прессы ЦЕМАГ

Известен валковый пресс для брикетирования [1], содержащий: приводные валки с формующими ячейками, вертикальный шнековый питатель в виде смонтированных в корпусе последовательно по длине валов шнеков с приводами вращения, и патрубков для подачи обрабатываемого материала. На рисунке 8 дана схема прессы - он простой по устройству, не содержит

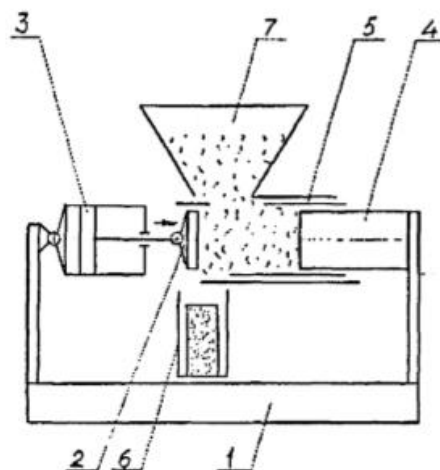
возвратно-поступательных частей конструкции, что позволяет достичь высокой производительности, однако, в данной конструкции не решена задача отделения брикета из формирующей ячейки валка. Брикет, за счет липкости субстрата и остаточной упругой деформации не выпадает самопроизвольно из формы, а установка механизма для выталкивания брикета из формы повышает стоимость пресса и снижает его надёжность в работе. [48, 49]



1 - приводной валок; 2 - формирующая ячейка; 3 - шнековый питатель; 4 - патрубок

Рисунок 8 - Схема валкового пресса для брикетирования

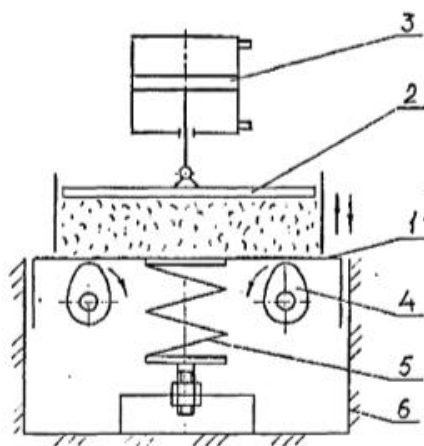
Горизонтальный брикетировочный пресс [4], состоящий из: корпуса (рис. 9) с размещенном в нем прессующим элементом с торцевой рабочей поверхностью, с приводом от силового цилиндра, неподвижного пуансона, подвижной, охватывающей пуансон, матрицы, узла удаления брикетов и загрузочного бункера. Как видно из схемы пресса - конструкция простая, однако наличие гидропривода и возвратно-поступательно движущихся частей не позволяет получить высокую производительность при изготовлении брикетов, а самый существенный его недостаток - брикеты из смеси перегноя с почвой будут разваливаться сразу же после формования, как и на устройстве ИГТ-10А (рис. 4).



1 - корпус; 2 - прессующий элемент; 3 - силовой цилиндр; 4 - пуансон; 5 - матрица; 6 - узел удаления брикетов; 7 - загрузочный бункер

Рисунок 9 - Схема горизонтального брикетировочного пресса

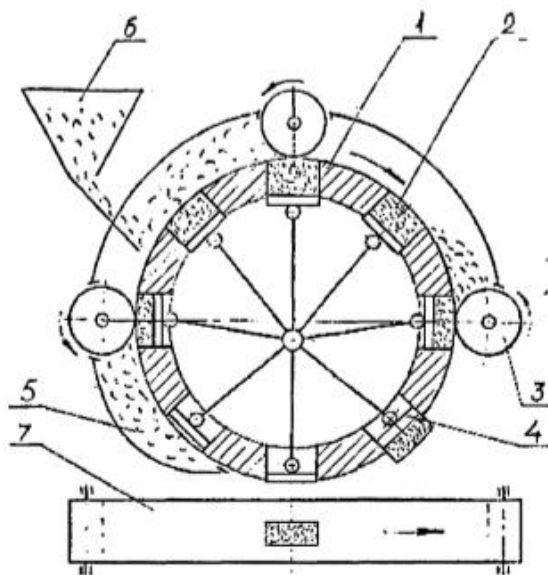
Формовочная машина [7], содержит станину (рис. 10), выполненную в виде встряхивающего цилиндра с днищем, и рабочий стол с хвостовиком - встряхивающим поршнем. Известные формовочные машины с применением вибрации для уплотнения формовочной смеси нельзя эффективно применять для формования брикетов из органоминеральных смесей. При вибрации смеси происходит расслоение компонентов - частицы с большей объемной массой перемещаются (опускаются) вниз формы, а с меньшей - вверх, в результате, брикет не будет формоваться.



1 - станина; 2 - рабочий стол; 3 - встряхивающий поршень; 4 - вибратор; 5 - амортизатор ударов; 6 - фундамент

Рисунок 10 - Схема формовочной машины

Также известен пресс для брикетирования сыпучих материалов [3], содержащий: вертикальный ротор с радиальными формующими ячейками (рис. 11), комплекты боковых роликовых прессующих, выталкивающих элементов и питателей, размещенных по окружности ротора, загрузочное устройство в виде бункера, течек и конвейера.

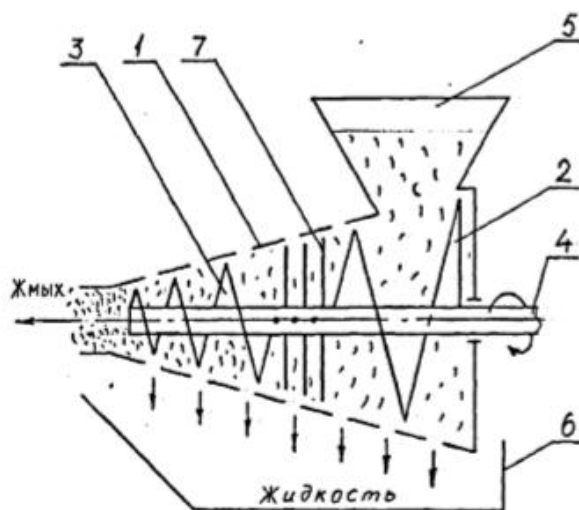


1-ротор вертикальный; 2 - ячейка формующая; 3 - ролик прессующий; 4 - элемент выталкивающий; 5 - питатель; 6 - устройство загрузочное; 7 - конвейер

Рисунок 11 - Схема пресса для брикетирования сыпучих материалов

Данная конструкция пресса позволяет с высокой производительностью формировать брикеты, но схема уплотнения массы (прямое сжатие субстрата) аналогична существующей в ИГТ-10А (рис. 6), что не позволит формировать брикет из смеси перегноя с почвой.

Широкое распространение получили шнековые прессы для отжима жидкости [2], преимущественно из сахаросодержащих материалов, содержащий последовательно смонтированные в полом перфорированном корпусе конические шнеки предварительного и окончательного прессования в виде общего полого вала и размещенных на нем шнековых секций, между которыми размещены штыри-рыхлители, а также загрузочный бункер и сборник жидкости [48, 49]. Схема пресса показана на рис. 12.



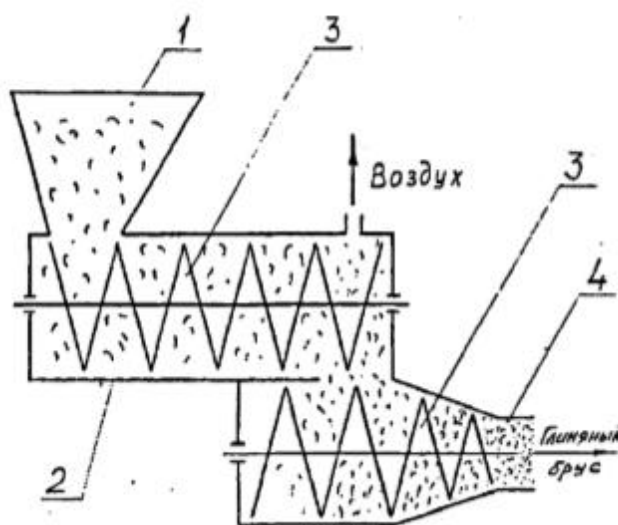
1 - полый перфорированный корпус; 2 - шнек предварительного прессования; 3 - шнек окончательного прессования; 4 - полый вал; 5 - загрузочный бункер; 7 - штырь-рыхлитель; 6 - сборник жидкости

Рисунок 12 - Схема шнекового пресса для отжима жидкости

Как видно из схемы, конструкция не содержит возвратно- поступательно движущихся частей, что позволяет получить высокую производительность пресса, кроме того, конусные шнеки позволяют эффективно уплотнять материал при одновременном его перемешивании. Наблюдения за работой ручных соковыжималок, имеющих подобную конструкцию, показали, что жмых выходит из корпуса в виде цилиндрического полусухого бруса, который под действием силы тяжести разламывается на куски разной длины. Если к этому шнековому прессу сделать устройство для формирования жмыха в брикеты, то, возможно, получится оригинальная машина по производству брикетов из смеси перегноя с почвой.

При производстве керамического кирпича используется ленточный вакуумный пресс [100, 101], состоящий из: приёмной камеры, полого корпуса, уплотняющих винтов и мундштука (рис. 13), из которого выходит сформованный брус заданной формы. Глиняный брус, выходящий из пресса, разрезают на отрезки заданных размеров на резальных автоматах, однако такие пресса формуют изделия только из пластических масс. При формировании растительной или другой массы, имеющей волокнистые или твердые

включения, брус невозможно будет резать на резальных автоматах по причине разрыва струн. Здесь также необходимо формующее устройство, которое разделяло бы брус на брикеты [48, 49].



1 - приёмная камера; 2 - полый корпус; 3 - уплотняющие винты; 4 - мундштук

Рисунок 13 - Схема ленточного вакуумного пресса

В результате анализа способов и устройств для изготовления брикетов установлено, что существующие способы и конструкции машин и прессов не позволяют изготовить рассадный брикет из подстильного навоза с плотностью до 1000 кг/м³, который сохранял бы форму и размеры после изготовления [98, 107]. Однако, наблюдения за работой шнековых прессов (рис. 12, 13) позволяют предположить, что такие прессы могли бы изготавливать рассадные брикеты из подстильного навоза при наличии в их конструкции камеры прессования с насадкой.

1.3. Анализ исследований процесса брикетирования

В России и за рубежом почти на протяжении века исследуются процессы брикетирования грубых кормов, кормовых смесей, бурого угля, но способов брикетирования субстрата, состоящего из смеси перегноя с почвой в результате патентного поиска обнаружить не удалось [50, 51].

Сама природа уже решила, как строить структуру (комки и зерна) почвы - основу существования растительного и животного мира на земле. В.С. Зыбалов [86] отмечает, что одним из агротехнических способов восстановления структуры почвы является применение органических удобрений как структурообразователей. Взаимодействие их с почвой состоит в адсорбции на поверхности почвенных частиц полимера и образовании моно- и полимолекулярного слоя. Такие полимерные мостики склеивают почвенные частицы и водопрочные агрегаты, обладающие высокой пористостью. Мы глубоко не вникаем в химико-биологические процессы, происходящие в почве, но уже то, что органическое удобрение, склеивает почвенные частицы, наталкивает на мысль об их брикетировании без значительных давлений.

В 1951 году Б. Д. Матвеевым разработана молекулярно-физическая теория брикетирования торфа. Образование прочного брикета Матвеев Б.Д. объясняет тем, что при брикетировании частицы воды сближаются, и молекулы адсорбированной воды смыкают свои электрические поля с молекулами материала (клетчатка, лигнин) и тем самым скрепляют его частицы. Эта теория тоже приемлема для обоснования способа брикетирования субстрата, содержащего компост, так как по физико-механическим свойствам компост похож на торф [96, 173]. Однако, торф не имеет в своем составе гуминовых кислот, как компост, хотя оба этих материала являются органическим удобрением [59, 60, 136]. Существует еще несколько теорий, объясняющих образование брикетов из различных материалов: битумная, гуминово-кислотная, коллоидная, капиллярная и молекулярная [13, 28, 29].

Теоретическими исследованиями [81] установлено, что на формы связей кормосмесей в монолите (грануле) существенно влияют размеры частиц исходного материала, наличие влаги, специальных связующих веществ, а также различные параметры процесса прессования. Так, исходный материал для гранул должен иметь размер от 0,3 до 1,8 мм. С возрастанием размеров частиц материала общая площадь их контакта уменьшается, а значит, уменьшаются силы прилипания и притяжения, что приводит к ухудшению прочности

монолитов, кроме того, при возрастании размеров частиц до размера гранул (поперечного сечения) существенно снижает их прочность.

Данные по брикетированию бурых углей, изложенные в работах [148, 151] свидетельствуют, что образование прочных буроугольных брикетов исследователи обычно объясняют действием молекулярных сил, также придается значение водородным связям. Действие указанных сил возможно лишь в том случае, когда частицы приближены друг к другу на некоторое минимальное расстояние, поскольку эти силы с увеличением расстояния резко снижаются [146, 149, 150]. По Р. Джонсу связи типа молекулярных, возникающих при брикетировании бурых углей, действуют на расстоянии от 0,05 до 0,1 мм. Именно поэтому брикетируемость угля обусловлена его способностью пластически деформироваться, следовательно, рассадный субстрат должен содержать пластический материал [54, 55].

Исследования В.И. Особова [133], показывают, что связь частиц стеблей в брикете - результат их механического сцепления. Сущность этого сцепления заключается в следующем. Части стеблей растений в процессе брикетирования переплетаются и образуют арматурную сеть, которая создает основу брикета. Листья и части растений, обладающие большой поверхностью и высоким механическим сцеплением способствуют лучшему связыванию их этой сетью в прочный брикет. А при брикетировании мелко измельченных частиц не получается переплетающейся сети [131], брикет не имеет основы и прочность его значительно ниже, чем прочность брикета из не измельченного материала [105].

Анализ теоретических основ брикетирования позволяет предположить, что при малых давлениях брикетирования подстилочного навоза, связи удерживающие брикет от разваливания будут как механическими, так и капиллярно-молекулярными [152]. Для примера рассмотрим формование самана - строительного материала, состоящего из глины и соломы. После формовки, когда влажность субстрата велика, саман от разваливания удерживают силы капиллярные и молекулярные, а когда саман высох и капиллярная вода

испарилась, то форма его сохраняется за счет молекулярных сил сцепления глины и соломы, которая зажата механически ссохшейся глиной.

Мы привели этот пример потому, что брикеты предполагаются формироваться из похожего субстрата.

На основе проведенного анализа считаем наиболее целесообразным в конкретном случае принять за основу механико-капиллярно-молекулярную теорию образования брикетов из подстилочного навоза. Далее необходимо изучить особенности физико-механических свойств подстилочного навоза, чтобы выдвинуть научную гипотезу способа изготовления брикетов.

Рассадный субстрат из подстилочного навоза по своим физико-механическим свойствам близок к кормовым смесям, следовательно, необходимо изучить закономерности их брикетирования, чтобы обосновать способ брикетирования субстрата [151, 153, 154, 158, 160, 161, 162, 163].

В.И. Федяев, М.З. Рудой [159] описывает процесс брикетирования кормовых смесей в штемпельных прессах. Для получения брикета недостаточно только сжать продукт, то есть преодолеть силы его упругости, нужно еще устранить расширение брикета (разрыхление) после удаления сжимающих поверхностей. Процесс брикетирования комбикорма, содержащего 50 % сена и соломы, 45 % концентрированных кормов и 5 % мелассы изображен на рис. 14, где h — высота столба сжимаемого продукта, г. P — давление сжатия [48, 49].

Анализируя кривую сжатия АБ, можно установить, что при сжатии столба продукта от первоначальной высоты h_1 до высоты h_2 давление P не повышается, а высота h значительно уменьшается. Начиная от точки А кривая сжатия резко падает до давления 12,5 МПа, а затем падение кривой замедляется с увеличением давления P , а при давлении 50 МПа кривая становится горизонтальной, то есть брикет достигает предельной величины сжатия.

На свойства брикета значительно влияет продолжительность прессования при очень быстром (ударном) прессовании - даже при больших удельных давлениях брикет получается непрочный. Для уменьшения расширения

необходимо выдерживать брикет под давлением в насадке после выхода из пресс-камеры [82, 85].

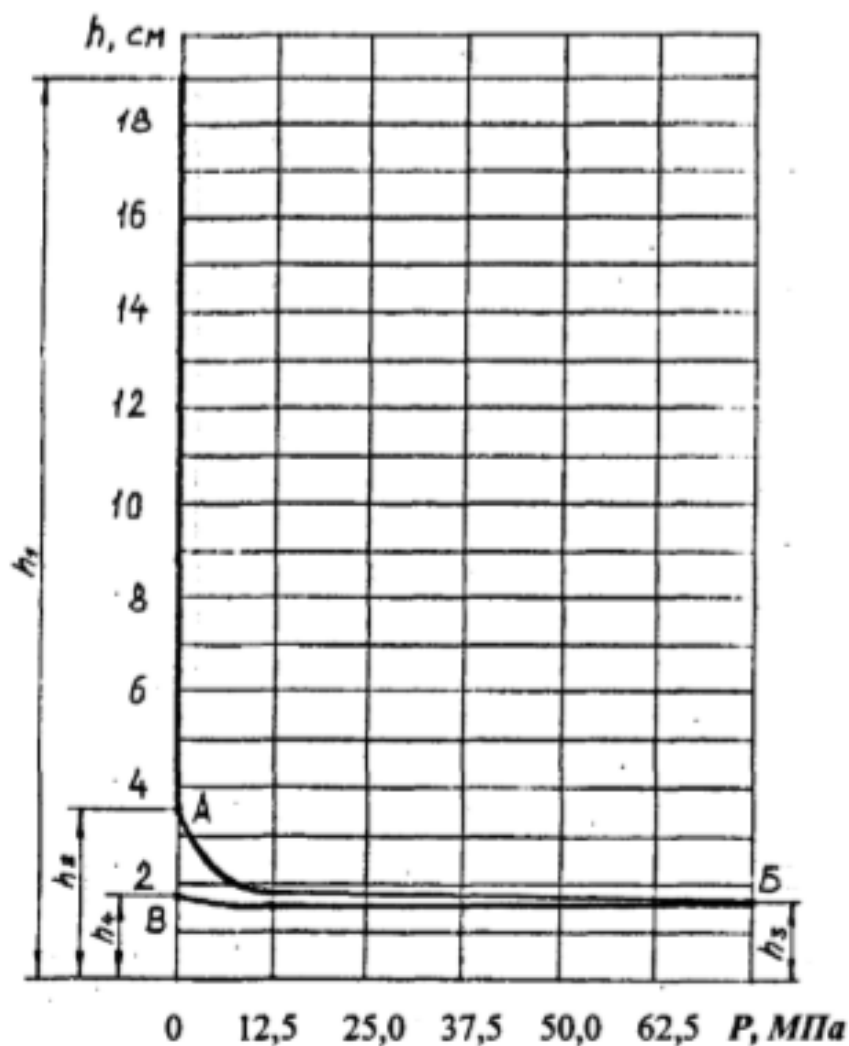


Рисунок 14 - График процесса брикетирования комбикорма, содержащего 50 % сена, 45 % концентратов и 5 % мелассы (по В.И. Федяеву)

В.И. Особов [131] считает, что основным показателем, характеризующим процесс брикетирования растительных материалов является плотность получаемых брикетов, от которой зависит их прочность и транспортабельность, удобство хранения, скармливания, переработки и т. п. [95, 106] Плотность материалов повышается по мере увеличения давления, зависимость относительной деформации s от удельного давления P при брикетировании сенной муки влажностью $W=14,6\%$ представлена на рис. 15.

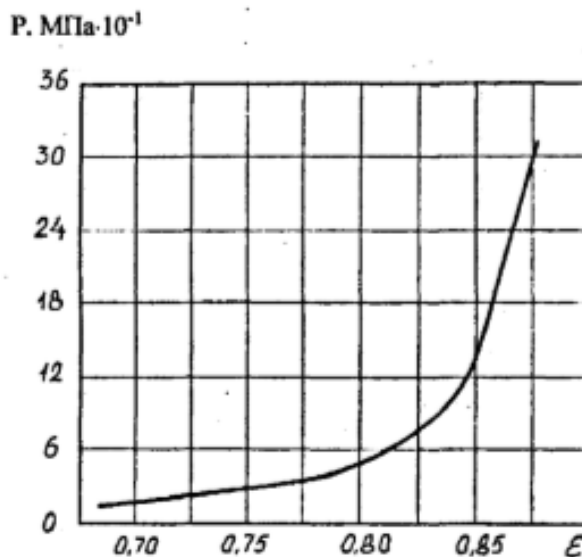


Рисунок 15 - Зависимость относительной деформации ϵ сеной муки от удельного давления P , при влажности $W=14,6\%$ и брикетировании в закрытой камере $d=1\%$ мм (по В.И. Особову)

Анализ графика (рис. 15) показывает, что основная часть деформации происходит при низких удельных давлениях, не превышающих $0,5 \text{ МПа}$, и только в конце процесса давление резко повышается. На первом этапе происходит уменьшение объема материала, сопровождающееся перемещением его в продольном и поперечном направлении камеры при незначительном росте давлений. На этом этапе частицы материала сближаются между собой, стабилизируется их взаимное расположение, увеличивается поверхность соприкосновения отдельных частиц. Деформация материала на этом этапе, в основном, необратима [132].

З.М. Кучинкас, В.И. Особов, Ю.Л. Фрегер определяют процесс брикетирования как сближение под воздействием внешних сил не связанных между собой частиц кормов с целью повышения их плотности и возникновения между ними связи, обеспечивающей прочность полученных брикетов [48, 49].

Брикетирование корма может осуществляться как при высоких давлениях без связующих добавок, так и при более низких давлениях, с добавлением связующих веществ. Брикетируемые корма состоят из твердых частиц, влаги, связанной с частицами, и воздуха, заключенного между частицами. В процессе

сжатия корма происходят структурные изменения всей его массы, поступающий в рабочий орган брикетного пресса: вытеснение воздуха, деформация частиц и их разрушение, увеличение поверхности соприкосновения между ними [76, 80, 84]. При этом плотность корма повышается и он приобретает свойство монолитного тела.

З.М. Кучинкас отмечает, что чем меньше величина частиц брикетируемых материалов, тем меньше давления требуется для изменения их структуры, так как сопротивление частиц взаимному перемещению уменьшается. Плотность травяной муки (по В.Ф. Некрашевичу) при влажности 14,8 % составляет $\rho=140$ кг/м при размере частиц $0=0,40$ мм и $\rho=220$ кг/м при $a=0,26$ мм.

В.И. Особов, Г.В. Нореико [46] установили, что объемный модуль деформации кормов зависит от плотности следующим образом:

$$K = K_0 \cdot e^{a(\rho - \rho_0)} \quad (1)$$

где K — объемный модуль деформации кормов, МПа;

K_0 — модуль объемной деформации, МПа;

ρ_0 - плотность кормов, кг/м³;

ρ - плотность брикета, кг/м³;

a - постоянная, физический смысл которой заключается в том, что $1/a$ -приращение плотности кормов, при котором модуль деформации увеличивается в e количество раз.

При брикетировании кормов наряду с упругими свойствами проявляются и свойства вязкого сопротивления, то есть напряжения зависят не только от величины деформации, но и от скорости ее изменения.

При брикетировании кормов возникает аномалия вязкости, так как между отдельными частицами существует механическая связь. При наличии такой «структурированной» системы работа внешних сил затрачивается не только на преодоление внутреннего трения, но и на разрушение структуры. При прессовании кормов плотность их повышается, вследствие чего вязкое сопротивление действию внешних сил возрастает. Зависимость объемного

коэффициента вязкости η от плотности кормов ρ имеет экспоненциальный вид [46, 167]:

$$\eta' \cdot \eta = \eta'_0 \cdot e^{b(\rho - \rho_0)} \quad (2)$$

где η' - объемный модуль вязкого сопротивления кормов;

η'_0 — объемный модуль вязкого сопротивления при плотности ρ_0 ;

b — постоянная, физический смысл которой заключается в том, что при $1/b$ приращение плотности при котором η'_0 — увеличивается в e раз.

Одним из основных факторов, влияющих на упругое расширение брикетов при освобождении их из прессовальных каналов, является время, в течение которого материал находится под нагрузкой. Чем больше это время, тем меньше увеличивается объем брикетов после разгрузки. Объясняется это рассеиванием энергии, накопленной в корме. Вследствие рассеивания энергии уменьшаются напряжения в спрессованном материале, то есть имеет место релаксация напряжений. Теоретический анализ этого явления, основанный на теории последействия Больцмана, позволяет установить, что напряжения при релаксации изменяются по уравнению:

$$P(\tau) = P_0 - (P_0 - A)(1 - e^{-\frac{\tau}{T}}) \quad (3)$$

где $P(\tau)$ - напряжение релаксации;

P_0 - начальное напряжение при $\tau=0$;

A - предел релаксации, или остаточное напряжение, к которому стремится $P(\tau)$ при неограниченном увеличении времени;

τ - время прессования;

T - время релаксации, в течение которого релаксирующая часть напряжений уменьшается в e количество раз.

На рис. 16 приведена кривая релаксации напряжений в спрессован- ной травяной резке, полученные А.А. Вашкявичюсом [36]. На графике видно, что процесс релаксации можно разделить на две стадии. На первой стадии снижение напряжений происходит быстро (не более 30 с), на второй - значительно медленнее, с постоянно убывающей скоростью релаксации, а через 60 с интенсивность релаксации напряжений становится незначительной.

Разделение процесса релаксации напряжений на две стадии имеет практическое значение для проектирования брикетных прессов. Целесообразно, чтобы брикеты в течение первой стадии находились в сжатом состоянии в прессовальных каналах [48, 49].

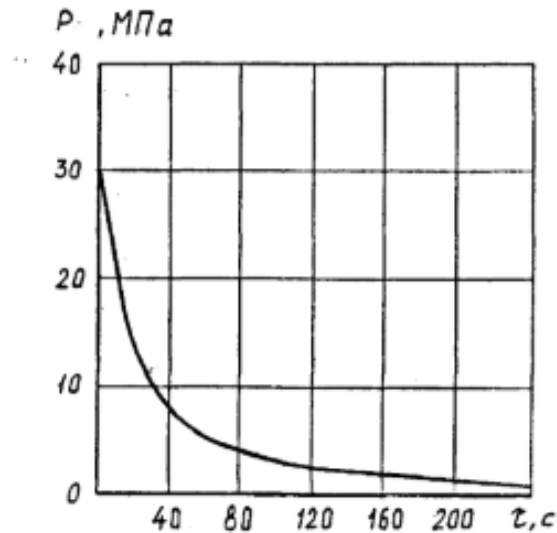
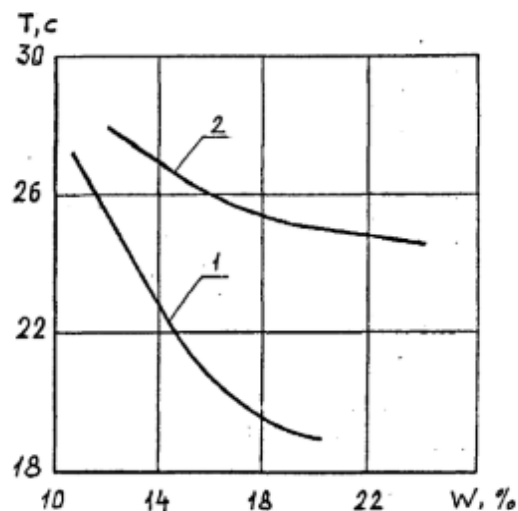


Рисунок 16 - Зависимость релаксации напряжений P от времени τ (по А.А. Вашкявичюсу) в резке клевера влажностью 13,8% и температурой 80 С

Время релаксации T и остаточное напряжение существенно зависит от давления прессования, влажности W и температуры кормов (рис. 17).



1 - резка клевера; 2 - резка луговых трав; ($P=21$ МПа, $t=100^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 17 - Зависимость времени релаксации T от влажности W кормов (по А.Ю. Вашкявичюсу)

С увеличением влажности кормов время релаксации уменьшается и для различных материалов по-разному. С увеличением давления прессования релаксация увеличивается линейно. Отношение остаточного давления к начальному с увеличением влажности растет, а с увеличением давления прессования - уменьшается. А.А. Вашкявичюс рекомендует для оптимальных условий брикетирования (влажность кормов 15...18 %, температура 70...80⁰С) при давлении прессования $P_0 = 7,0...50$ МПа время релаксации $T = 15...32$ с, остаточное напряжение $A = 2,8...1,2$ Мпа [108].

Трение кормов исследовалось Г.Я. Фарбманом, В.Ф. Некрашевичем, А.Ю. Вашкявичюсом, В.А. Григоряном и установлено, что значение коэффициентов внешнего и внутреннего трения зависят от давления прессования, влажности и температуры корма, скорости его перемещения. На рис. 18 представлены зависимости коэффициентов статического и динамического трения по стали травяной муки от влажности [102]. Из графика следует, что с увеличением влажности численные значения коэффициентов внешнего трения вначале заметно уменьшаются, а затем стабилизируются. Значения коэффициентов динамического трения меньше статического.

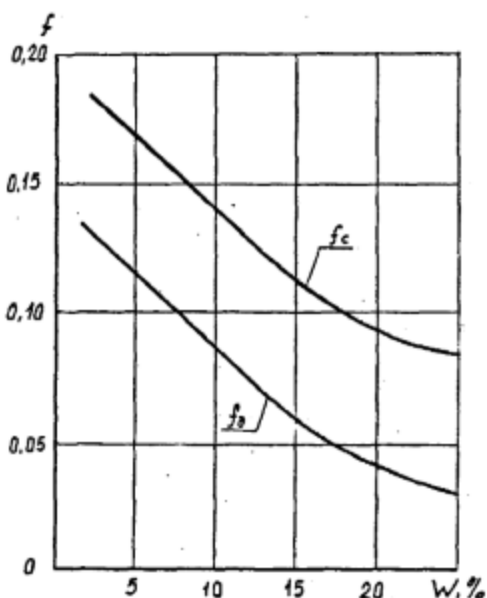


Рисунок 18 - Зависимости коэффициентов статического f_c и динамического f_d трения травяной муки из разнотравья по стали от влажности (по З.М. Кучинскас)

Анализ закономерностей процесса брикетирования кормов показал:

- при давлениях прессования, не превышающих 0,5 МПа, относительная деформация не превышает значений 0,75...0,80 и имеет линейный характер изменения;
- при брикетировании, наряду с упругими свойствами, проявляются также свойства вязкого сопротивления, что ведет к расширению брикета после его извлечения из прессовального канала (камеры) в течение 15...32 с;
- увеличение влажности более чем на 20 % приводит к уменьшению коэффициента трения о стальную поверхность до 0,1 ...0,15 [48, 49].

1.4 Физико-механические свойства подстилочного навоза

Состав навоза. Составляющими подстилочного навоза являются твердая и жидкая фракции и подстилка. Состав подстилочного навоза различный и зависит от ряда показателей: корма, вида животного, состава и количества подстилки [164, 165, 166].

Количество и соотношение твердых и жидких выделений животных и их состав значительно различаются, у отдельных видов скота [88, 89, 90]. Процент содержания твердой и жидкой фракции, а также их состав сильно отличаются у разных видов животных. Например, у лошадей и овец твердая фракция в несколько раз превосходит жидкую, а у свиней наоборот.

Ценность жидкой и твердой фракции, как удобрений, тоже не равноценна. В жидких выделениях содержится больше азота (0,4—1,9%) и калия (0,5—2,3 %), чем в твердых (соответственно 0,3— 0,6 и 0,1—0,3 %), а фосфора, наоборот, значительно больше в твердых выделениях (0,17—0,41 %), чем в жидких (0,07—0,1 %) [21, 24]. Большая часть фосфора находится в твердых выделениях, а в жидких преобладают калий и азот. Фосфор и азот из твердой фракции становятся доступными для растений только после минерализации. Полезные вещества из жидкой фракции гораздо легче усваиваются растениями. На состав и соотношение твердых и жидких выделе-

ний животных влияют количество и качество потребляемых кормов. Количество жидкой фракции растёт с увеличением потребления сочных кормов [91, 92]. По данным исследований, в навоз из кормов переходит 40 % органического вещества, 50 % азота, 80 % фосфора и до 95 % калия [11, 12].

Также состав навоза зависит и от вида животных. У овец и лошадей навоз твердый и более насыщен питательными элементами, чем навоз коров и свиней [15, 19].

Свойства навоза улучшаются за счет применения подстилки, она впитывает мочу и аммиак-продукт распада, вследствие чего потеря азота снижается. Самая главная функция подстилки- поглощение жидкости и газов. Качество навоза также будет зависеть от количества азота в ней. Разновидности подстилки: злаки(солома), торф, опилки (древесная стружка).

В расчете на одну голову, используют количество подстилки: для коров: 4-6 и 5-8 кг, для лошадей: 2-4 и 3-5 кг, для овец: 0,5-1 кг и для свиней: 1-2 кг. Следует отметить, что при увеличении подстилки с 2 до 6 кг- растёт количество накопленного навоза, практически в 1,5 раза, а также снижаются потери азота [53, 155].

Содержание азота в торфе в 3-4 раза больше, чем у соломы, и впитывает он эффективнее, следовательно, аммиачного азота в торфяной подстилке больше чем в соломенной, а калия меньше. Очевидно, что использование торфа в качестве подстилки более эффективно, в сравнении с соломой. Рекомендуется торф, в состав которого входит не более 20% гумифицированных веществ, с влажностью около 30-40%, если использовать более разложившийся торф, он будет не такой плотный и его количество следует удвоить, а поверх закрыть соломой, чтобы защитить животных от лишней грязи [26].

Солому используют резанную, длиной 8-15 см, такой размер позволяет улучшить впитываемость мочи, увлажнение происходит более равномерно, выходит навоз правильной консистенции, плотности и укладывается в штабель, при хранении такой навоз меньше теряет азота, его удобнее вносить в почву и

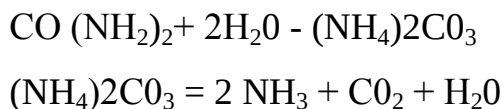
можно равномернее распределить по полю. Потеря азота из такого навоза уменьшается почти в 2 раза, а эффективность повышается примерно в 1,5 раза.

А вот постилку из деревянных опилок или стружки лучше не использовать, на выходе мы получаем далеко не самое лучшее качество навоза (азота в нем мало и скорость разложения очень уступает торфу).

Рассмотрим факторы, влияющие на количество производимого навоза: вид животных, кормления скота, разновидности подстилки, количества голов, длительности стойлового периода.

Также его можно посчитать, опираясь на количество голов и самого навоза, и выяснить, сколько дает одна голова в год, с учетом потерь при работе и на пастбище.

Хранение навоза. Количество и качество навоза в значительной степени зависят от способа его хранения. Во время хранения азотистые и безазотистые вещества разлагаются, и начинают испаряться в виде аммиака, таким образом, навоз теряет большое количество азота, уреазы действует на мочевины, в результате чего образуется углекислый аммоний, он же, в свою очередь, распадается на воду аммиак и углекислоту:



Происходит длительное разложение азотистых соединений, при котором образуется аммиак. Чем соломистее навоз, тем больше в нем содержится безазотистых органических веществ. Безазотистые органические вещества навоза представлены в основном клетчаткой и другими легкоразлагающимися соединениями. На воздухе температура навоза поднимается до 50-70%, все разлагается до углекислоты и воды, а при отсутствии воздуха происходит распад клетчатки и образуется углекислота и метан, необходимо обеспечить поступление воздуха для ускорения разложения. Условия хранения навоза напрямую влияют на силу его разложения и качество.

Классификация по способу хранения навоза:

1. Плотный (холодный способ)- слой шириной 3-4 метра, длина значения не имеет (зависит от количества навоза), высота штабеля 1,5-2 метра, происходит укладка постепенно слой за слоем с последующим уплотнением и накрывается соломой, проходимость воздуха и температура у такого способа низкая, скорость разложения заметно уменьшается. Это наиболее эффективный способ хранения, содержание аммиачного азота значительное. В плотном состоянии навоз хранится до вывозки в поле.

2. При рыхлом способе навоз не уплотняется, в следствии чего разлагается он неравномерно, пропускает много воздуха, а азот и органические вещества из него улетучиваются.

3. Рыхло-плотный(горячий)- отличается от первого высотой (2-3 метра) и нижним рыхлым слоем, толщиной 1 метр, скорость разложения при таком способе заметно увеличивается, созданы условия хорошей проходимости воздуха, гибнут паразиты, вредоносные микроорганизмы и сорняк, но происходит большая потеря азота и органических веществ, этот способ подходит для обеззараживания навоза.

Возможно уменьшить потерю азота, добавив к нему фосфоритной муки — 3 % от общей массы навоза. При компостировании с фосфоритной мукой навоз обогащается фосфором, разложение в этом случае будет проходить гораздо быстрее.

Скорость созревания компоста в жаркий сезон составляет 2-3 месяца, 3-4 месяца – зимой [18]. В процессе разложения навоза микроорганизмами под действием образующейся CO_2 и органических кислот фосфор фосфоритной муки переходит в доступную для растений форму. Одновременно происходит связывание выделяющегося из навоза аммиака с образованием $\text{NH}_4\text{H}_2\text{P}_04$, в результате чего сокращаются его потери.

Условия хранения навоза зависит от определенного природного климата и состава почвы конкретной местности, его привыкли хранить по-разному: в северной части его хранят прямо на земле, оцинковывая боковые стороны палками, досками или кирпичами, в южных и юго-восточных засушливых

районах, где навоз быстро подсыхает, уходят на возвышенность подальше от жилых домов и роют котлован глубиной 1 метр (навозохранилище котлованного типа). Самое основное, на что требуется обратить особое внимание при постройке навозохранилища - это дно, оно должно быть твердым, плотным и обладать мощной водонепроницаемостью. Весь навоз, который нельзя сразу вывезти в поле и сложить в штабеля, необходимо складывать в навозохранилище [16].

Штабель- это правильно уложенный навоз. Как выглядит грамотно уложенный штабель:

Для закладки штабеля выбирают высокое, сухое место, очищают его от снега и для поглощения жижи, которая выделяется при разложении навоза, укладывают слой (20—30 см) торфа или соломенной резки 15-20 сантиметров. Один штабель укладывается не больше двух дней, выравнивается со всех сторон, он должен иметь обтекаемую форму, должен быть более плотным, иметь отвесные стенки и покатую крышу, чтобы вода стекала с него, а не задерживалась на поверхности, сверху штабель покрывают торфом (15-20 сантиметров). Мелкими рыхло-уложенными кучами навоз хранить не рекомендуется, теряются удобрительные свойства, а также улетучиваются микроэлементы.

Существует несколько степеней разложения навоза:

- свежий навоз (процесс разложения еще не начался)
- слаборазложившийся навоз (солома сохранилась, цвет соломы практически не изменился) использование такого навоза может привести к развитию вредоносных микроорганизмов, паразитов, а вследствие этого количество урожая значительно уменьшится.
- полуперепревший навоз (солома заметно потемнела, гниет и рвётся) самая благоприятная степень разложения, навоз находится в лучшей консистенции и имеет правильный состав. Такой навоз оказывает благоприятное действие на почву, при постоянном введении навоза происходят значительные изменения в составе почвы, ее структуры, увеличивается

проницаемость. Содержание необходимых нам веществ в 1 т полуперепревшего навоза составляет: 4—5 кг азота, 2—2,5 кг фосфора и 5—7 кг калия.

- перепревший навоз (солома разложилась полностью) в последних стадиях навоз значительно теряет в весе и процентное соотношение необходимых нам веществ уступает предыдущей стадии.

- перегной (это уже не навоз, это результат распада) [172].

В перепревшем навозе и перегное относительное (процентное) содержание азота, фосфора и калия выше, чем в полуперепревшем, однако из 20 т свежего навоза получается 14—17 т полуперепревшего, 10 т перепревшего и 5—7 т перегноя. Общее содержание азота в этой массе навоза разной степени разложения составит: 104 кг — в свежем навозе, 84—102 килограмм — в полуперепревшем, 66 кг — в перепревшем и 37—51 килограмм — в перегное. Таким образом, при доведении навоза до стадии перепревшего и перегноя теряется больше азота, соответственно около 40—60 % исходного количества, тогда как при получении полуперепревшего навоза — лишь около 15 %.

Не рекомендуется вносить в почву и солоmistый свежий навоз, так как разложение соломы в почве сопровождается развитием большого количества микроорганизмов и потреблением ими растворимых соединений азота и фосфора из почвы. Внесение солоmistого навоза незадолго перед посевом может привести к снижению урожая в первый год. Кроме того, свежий навоз содержит большое количество семян сорных растений, а также обуславливает излишнюю аэрацию почвы, вредную в засушливых районах [129, 137, 138].

Наиболее рационально применять навоз в полуперепревшем состоянии, в котором лучше сохраняется азот, особенно аммиачный, и содержится больше органического вещества, чем в хорошо перепревшем навозе.

Действие навоза на почву и растения. Полуперепревший подстилочный навоз благодаря большому содержанию органического вещества положительно влияет на физические, физико-химические и биологические свойства почвы. При систематическом его внесении увеличивается содержание гумуса и общего азота в почве, снижается обменная и гидролитическая кислотность.

Навоз содержит в себе все так необходимые для растений элементы питания, элементы более доступны в случае хорошего качества навоза, также немалую роль играют почвенно-климатические условия [113, 114, 115, 116, 117].

Растения начинают питаться азотом, первый год удобрение происходит лишь за счет аммонийного азота, который составляет 20-30% от общего количества азота в навозе нужной нам степени разложения, здесь все зависит от количества жидких выделений азота, чем их больше поглощается, тем богаче действие навоза, стоит отметить, что количество столь важного для растений аммонийного азота в торфяной подстилке гораздо больше чем в соломенной, эффективность первого года заметно возрастает при выборе торфа.

Фосфором и калием в первый год растения насыщаются еще более активно, нежели азотом, усвоение фосфора составляет 30-40% и 60-70% калия от общего содержания их в навозе.

Из этого следует, что питание растений происходит за счет калия (калийное питание), а аммонийный азот дает удобрительное действие, без наличия азота в почве, растение питаться не сможет [139, 140, 141].

Очень большое количество факторов влияет на эффективность конкретного вида навоза в определенный момент в той или иной среде и почве. К примеру, слаборазложившийся навоз будет гораздо эффективней на второй и третий год питания, количество вносимого в почву навоза также прямо пропорционально влияет на уровень действия и его продолжительность.

Влияние состояния почвы на разложение навоза:

- глинистая почва- скорость разложения заметно замедляется, через 6-7 лет будут видны последствия;
- супесчаная почва, 3-4 года;
- влажная почва - значительно быстрее;
- сухая почва- замедляется, вода в данном случае выступает катализатором и ускоряет процесс разложения, но при должном уходе за почвой, при насыщении её влагой, эффективность можно увеличить.

-на песчаных зыбких почвах, следует сократить количество вносимого навоза, но увеличить частоту. Это необходимо для того, чтобы избежать вымывания микроэлементов.

Также следует отметить наблюдения исследователей о единовременном внесении в почву навоза и минеральных удобрений в уменьшенных количествах, в своей совокупности они увеличивают количество урожая на 20-60%, среда для роста становится еще более благоприятной при снижении минеральных удобрений, сокращается количество поступаемых солей, что благоприятно сказывается на развитии растений [41].

Приемлемой глубиной заправки навоза можем считать от 12-14 до 20-22 см, в засушливой местности лучше начинать вносить навоз осенью, а в нечерноземной зоне- весной.

Наряду с положительными сторонами подстилочный навоз, как органическое удобрение имеет следующие недостатки:

- Наличие соломенных частиц затрудняет работу разбрасывателей;
- В подстилочном навозе большое количество содержится семян сорных растений, болезнетворных бактерий и гельминтов. При выращивании кормовых культур болезнетворные бактерии с растениями поедаются животными. В настоящее время разработаны технологические средства для переработки подстилочного навоза в высококачественное органическое удобрение в аэрационных цехах и биореакторах [22, 23]. Строительство цехов и биореакторов требует больших капитальных затрат, поэтому предлагается разработка технических средств для гранулирования и брикетирования. Изготовление гранул из подстилочного навоза имеет ряд преимуществ перед аэрационными цехами и биореакторами [30, 31, 32, 33, 34, 35, 156, 176]. Изготовленные гранулы имеют высокую подвижность, это позволяет более равномерно вносить в почву, при установке дополнительного бункера под гранулированные удобрения на посевные и посадочные машины, можно вносить в борозды одновременно с семенами (прил. А) [65, 67, 144, 145]. Изготовление брикетов из подстилочного навоза для выращивания рассады

овощных культу, что позволяет в более ранние сроки получать продукцию высокого качества.

1.5 Выводы

Проведенный анализ вышеперечисленных технологических и технических решений оборудования позволяет сделать следующие выводы:

1. Анализ технологий и технических средств переработки подстилочного навоза в органические удобрения показал ряд существующих недостатков, отрицательно влияющих на технологические, экономические и экологические показатели использования подстилочного навоза.

2. Гранулирование и брикетирование подстилочного навоза повышает качество органических удобрений. У существующих конструкций прессов для изготовления брикетов отсутствуют камеры прессования и насадки для формовки брикетов. Перед изготовлением органических брикетов необходимо изучить физико-механические свойства подстилочного навоза.

3. Для выращивания брикетной рассады необходимо изготавливать в массовом количестве питательные и дешевые брикеты из подстилочного навоза. Рассадный субстрат из подстилочного навоза должен пройти мезофильный процесс, затем его можно использовать для изготовления брикетов.

4. Брикетирование подстилочного навоза может осуществляться при высоких давлениях без связующих материалов. В процессе сжатия из прессуемой массы выдавливается воздух и влага, масса деформируется и увеличивается поверхность контакта между частицами.

1.6 Цель исследований

Исходя из изложенного, целью настоящего исследования является повышение эффективности процесса прессования перепревшего подстилочного навоза.

Проблема состоит в том, что необходимо изготавливать брикеты с учетом свойств используемого материала, при формовании брикетов известными устройствами, в результате брикеты теряют прочность и не пригодны к использованию.

Для решения возникшей проблемы была выдвинута следующая *научная гипотеза*: «Гранулы и брикеты для рассады из перепревшего подстилочного навоза, необходимо изготавливать способом сдвига частиц субстрата относительно друг друга с одновременным их уплотнением, тогда частицы субстрата при сдвиге будут ориентироваться длинной стороной друг к другу и склеиваться, а не изгибаться и упруго деформироваться, как при прямом сжатии, что позволит исключить упругое расширение брикетов после изготовления».

1.7 Задачи исследований

Для достижения цели, поставленной в диссертации, необходимо решить следующие задачи исследования:

- провести анализ существующих способов и средств переработки перепревшего подстилочного навоза, определить направление их совершенствования;
- исследовать физико-механические свойства подстилочного навоза после мезофильной переработки;
- теоретически и экспериментально обосновать параметры процесса прессования перепревшего подстилочного навоза;
- провести производственную проверку и рассчитать экономическую эффективность разработанного пресса для изготовления брикетов из перепревшего подстилочного навоза.

ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ

2.1 Теоретическое обоснование усилия в камере прессования

Движение потока энергии и материального потока внутри камеры прессования при переработке материала осуществляется в результате приложения вращающего момента к валу шнека [45]. В камере прессования возникают напряжения пропорциональные площади, на которую воздействует сила F_1 и её результирующие силы F_i .

Из всех сил, возникающих при прессовании подстилочного навоза, следует выделить силы F_1 , F_2 , F_3 , F_5 , повышающие напряжение материала и силы F_4 , F_6 снижающие его.

Сила F_1 способствует перемещению материала вдоль оси шнека. Сила F_2 является силой трения о стенку. Сила F_3 возникает в зоне А при изготовлении скоса поверхности шнека. Сила F_4 возникает в результате утечки материала между винтовой поверхностью шнека пресс-гранулятора и корпусом. Сила F_5 является результатом воздействия боковой поверхности шнека. Сила F_6 обеспечивает выход материала из насадки. В данном случае F_6 является остаточным значением от силы прессования F_1 , так как материал, выходя из широкой части корпуса 1, проходит насадку 4, что и обеспечивает его прессование.

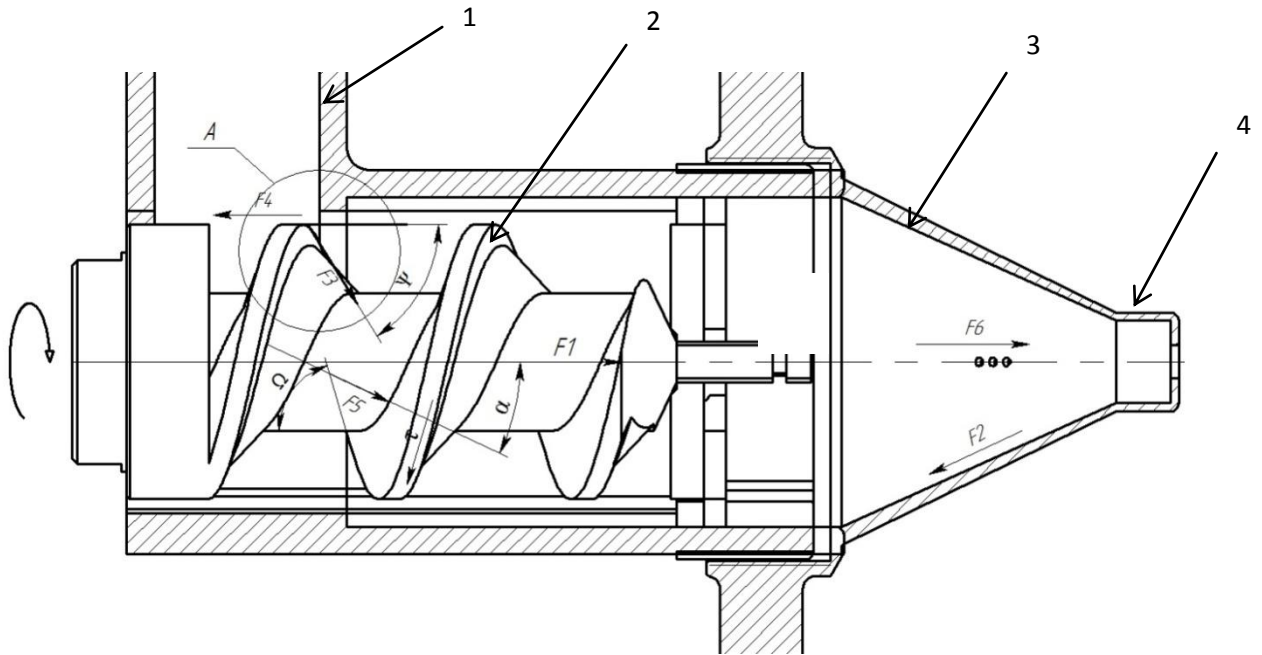
Для шнека с прямой винтовой поверхностью воздействие силы F_4 максимальное, то есть утечку материала при прессовании можно уменьшить только уменьшением зазора между корпусом и торцом витка шнека:

$$F_4 = F_1 \cdot \sin \Omega, \text{ Н} \quad (4)$$

где - F_4 – сила, возникающая в результате утечки материала между винтовой поверхностью шнека и корпусом, Н;

F_1 - сила, связанная с перемещением материала вдоль оси шнека пресса, Н;

Ω - угол подъема винтовой линии шнека, град.



1 – корпус, 2 – шнек, 3 – камера прессования, 4 – насадка.

Рисунок 19 - Распределение сил в прессе при прессовании навоза

Тогда условие равновесия будет иметь вид:

$$\sum F_i = 0, \text{ Н} \quad (5)$$

Сила перемещения прессуемого материала имеет вид:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 + \vec{F}_5 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_6, \text{ Н} \quad (6)$$

Где, F_1 – сила, связанная с перемещением материала вдоль оси шнека прессы, Н.

F_2 – сила, связанная с реакцией стенки, сила трения Н.

F_3 - возникает в зоне А при изготовлении скоса поверхности шнека, Н.

F_4 - сила возникает в результате утечки материала между винтовой поверхностью шнека прессы и корпусом, Н.

F_5 - сила является результатом воздействия боковой поверхности шнека, Н.

F_6 - сила обеспечивает выход материала из насадки, Н.

Одним из вариантов устранения утечки материала через зазор между торцом витка шнека и корпусом является создание гидравлического затвора с

использованием физико-механических свойств материалов. Угол Ψ больше угла трения материала о стенки корпуса, что создаёт условие для защемления материала между стенкой корпуса и торцом витка шнека, то есть возникает сила F_3 , обеспечивающая устранение утечки материала. Это влияет на температуру корпуса и сказывается на скорости прессования.

Равновесие сил прессования в этом случае имеет вид:

$$\vec{F_1} = \vec{F_2} + \vec{F_5} + \vec{F_3} + \vec{F_6}, \text{ Н} \quad (7)$$

где, F_1 – сила, связанная с перемещением материала вдоль оси шнека пресса, Н.

F_2 – сила, связанная с реакцией стенки, сила трения Н.

F_3 - сила возникает в зоне А при изготовлении скоса поверхности шнека, Н.

F_5 - сила является результатом воздействия боковой поверхности шнека, Н.

F_6 - сила обеспечивает выход материала из насадки, Н.

Сила F_1 связана с крутящим моментом зависимостью:

$$F_1 = \frac{M}{r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)} \quad (8)$$

где F_1 – сила, связанная с перемещением материала вдоль оси шнека пресс-гранулятора, Н.

M – крутящий момент, Н·м;

r_{cp} – средний радиус шнека, м;

α – угол образованный между осевой шнека и винтом, град;

φ – угол трения материала, град.

Напряжение σ (Н/м²) в слое прессуемого материала находим из выражения:

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (9)$$

где F – сила, Н;

S – площадь сечения материала в пресс-грануляторе, м².

Напряжения, возникающие в слое прессуемого материала можно выразить как сумму напряжений:

$$\sigma = \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_5 + \sigma_6; \text{ Н/м}^2 \quad (10)$$

Напряжение, возникающее при прессовании от силы трения, определим из выражения:

$$\sigma_2 = \frac{F_2}{\pi R \int_0^L dL} = \frac{F_2}{\pi R L}; \text{ Н/м}^2 \quad (11)$$

где F_2 – сила, связанная с реакцией стенки, сила трения H ;

R – радиус корпуса пресс-гранулятора, м;

L – длина рабочей части пресс-гранулятора, м.

Определение силы F_3 , возникающей в зоне А при прессовании

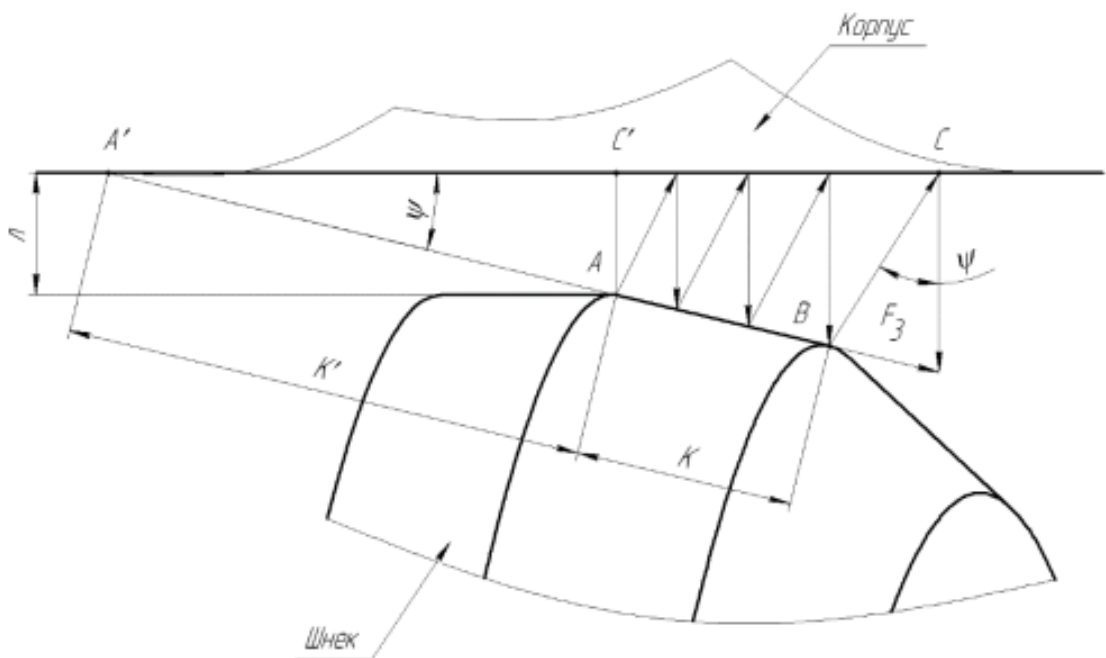


Рисунок 20 - Схема к определению силы F_3

Для определения F_3 воспользуемся вспомогательными геометрическими параметрами: $A^1 B$ и K^1 . Эти параметры связаны с расположением шнека относительно корпуса. Все вспомогательные параметры показаны на рис 18.

$$A^1 B = AB + K^1$$

$$F_{3\max} = A^1 B \tan^2 \psi$$

Напряжение, возникающее при прессовании от силы F_3 , определим по формуле:

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{S_{ск}}; \text{ Н/м}^2, \quad (12)$$

где, σ - напряжение, Н/м²

F_3 , возникающая в зоне А при изготовлении скоса поверхности шнека, Н;

$S_{ск}$ - площадь скоса, м².

Площадь скоса шнека пресса описывается выражением:

$$S_{ск} = \pi(R_{max} + R_{min})AB \quad (13)$$

где, R_{max} максимальны радиус шнека, м

R_{min} минимальный радиус шнека, м

Тогда площадь скоса по всей длине шнека получит вид:

$$S_{ск} = \pi a(R_{max} + R_{min})AB \quad (14)$$

где, R_{max} максимальны радиус шнека, м

R_{min} минимальный радиус шнека, м

a -число витков шнекового пресса.

Напряжение, возникающее при прессовании от силы F_5 , описываем выражением:

$$\sigma_5 = \frac{F_5}{d_{cp}\pi(D-d)}; \text{ Н/м}^2 \quad (15)$$

где, σ - напряжение, Н/м²

F_5 – сила, являющаяся результатом воздействия боковой поверхности шнека, Н.

D – диаметр корпуса пресс-гранулятора, м

d – диаметр шнека, м

$$\sigma_6 = \frac{F_6}{d_{вых}^2 \pi}; \text{ Н/м}^2 \quad (16)$$

где, σ - напряжение, Н/м²,

F_6 – сила, обеспечивающая выход материала из насадки, Н.

$d_{вых}$ – диаметр выходного отверстия насадки, м

Определяем значения сил F_2 , F_5 , F_6 :

$$F_2 = F_1 \cdot f \cdot \cos \Omega ; \text{ Н} \quad (17)$$

$$F_5 = F_1 \cdot f \cdot \sin \Omega ; \text{ Н} \quad (18)$$

$$F_6 = F_1 \cdot f \cdot \sin \Omega ; \text{ Н} \quad (19)$$

где, F_1 – сила, связанная с перемещением материала вдоль оси шнека пресс-гранулятора, Н.

F_2 – сила, связанная с реакцией стенки, сила трения Н.

F_5 – сила является результатом воздействия боковой поверхности шнека, Н.

F_6 – сила обеспечивает выход материала из насадки, Н.

Ω – угол подъема винтовой линии шнека, град.

f – коэффициент трения прессуемой массы о винтовую поверхность шнека.

Если за основу взять силу F_6 , то формула прессования будет иметь вид:

$$F_6 = \frac{M}{r_{cp} \tan(\alpha + \varphi)} \sin \Omega \quad (20)$$

где F_6 – сила, обеспечивающая выход материала из насадки, Н.

M – крутящий момент, Н·м;

r_{cp} – средний радиус шнека, м;

α – угол нарезки канавок, град;

φ – угол трения материала, град.

Таким образом, процесс прессования зависит от момента на валу шнека и геометрических параметров шнека.

2.2 Теоретическое обоснование затрачиваемой мощности на прессование

При прессовании массы первоначальный объем V из насадки выходит объем органической массы V_k , что вызывает напряжения σ в массе.

Относительное уменьшение объема

$$\alpha = (V - V_k) / V \text{ или } V - V_k = \alpha V \quad (21)$$

где V – начальный объем прессуемой массы, м^3 ;

V_k – конечный объем прессуемой массы, м^3 .

Работа, возникающая при прессовании подстилочного навоза, описывается следующим выражением:

$$A_{np} = \sigma \cdot \alpha \cdot V, \quad (22)$$

где σ – напряжение, Па;

α – относительное уменьшение объема;

V – объем, м^3 .

Величину σ выражаем $\sigma = 0,8 \cdot p$, тогда величина работы, которая затрачивается на уплотнение массы в насадке

$$A_{np} = 0,8 \cdot p \cdot \alpha \cdot V \quad (23)$$

где p – удельное давление на окружности среднего диаметра, $\text{кг}/\text{см}^2$.

Далее приведем расчет работы на прессование и проталкивание массы через пресс. Работа на преодоление трения между торцевой поверхностью выжимного шнека и массой и работа на проталкивание массы через прессовую насадку.

Среднее удельное давление p приложенное на окружность среднего диаметра $(D+d)/2$, разделяется на две составляющие силы: P_n – силу приложенную по нормали к поверхности; τ – силу, приложенную по касательной к поверхности.

$$P_n = p \cdot \cos \alpha;$$

$$\tau = p \cdot \sin \alpha \quad (24)$$

где: α – средний угол подъема винтовой поверхности,

p - Среднее удельное давление, приложенное на окружность среднего диаметра $(D+d)/2$

τ – сила, приложенная по касательной к поверхности.

Общее давление, развиваемое выжимным шнеком

$$P_{общ} = P_n \cdot F_n \quad (25)$$

где: P_n – сила, приложенную по нормали к поверхности, кг/м²;

F_n – общая площадь наклонной поверхности на длине шага, м².

После преобразований, получим формулу

$$P_n \cdot F_n = pF \quad (26)$$

где: F – проекция площади на вертикальную площадь, м²,

p – Среднее удельное давление, приложенное на окружность среднего диаметра $(D + d)/2$, кг/м².

Момент, развиваемый силами трения между массой и наклонной поверхностью, по действию удельного давления массы на площадь вертикальной проекции шнека.

$$M_{mp} = 2\pi p f(R - r)/3 \quad (27)$$

где: f – коэффициент трения массы о поверхность лопасти,

p – удельное давление, кг/м².

Мощность, расходуемая на преодоление сил трения определяется по формуле:

$$N_{mp} = \frac{2\pi p f(R - r)n}{3} * 97500 \text{ кВт} \quad (28)$$

где: n – число оборотов шнекового вала.

Работа проталкивания объёма через насадку за один оборот вала шнекового пресса определяется по формуле

$$A = pFs = pV_1 \quad (29)$$

где: V_1 – объём массы, подаваемый за один оборот шнека, м³

P – сила проталкивания массы в камеру прессования, кг/м²

Мощность, затрачиваемая на проталкивание:

$$N_1 = A \cdot n / (60 \cdot 102) = pV_1 \cdot n / (60 \cdot 102) \quad (30)$$

если $V = V_1 \cdot n \cdot 60 \frac{\text{м}^3}{\text{час}}$,

После преобразования уравнения (30) мощность на проталкивание будет иметь вид:

$$N_1 = p * \frac{V}{3600 * 102} \text{ кВт}; \quad (31)$$

Мощность, затрачиваемая на транспортирование массы от приёмного шнека до выжимного шнека

$$N_2 = V \gamma L w / 367 \text{ кВт} \quad (32)$$

где: V – производительность пресса, $\text{м}^3/\text{час}$;

γ – объёмный вес массы, $\gamma = 1,6 \text{ тонн}/\text{м}^3$;

L – длина шнека без выжимного шнека, м ;

w – коэффициент сопротивления продвижению массы ($w = 4,0-5,5$).

Мощность, на уплотнение массы

$$N_3 = A_{np} \cdot p \cdot n / 60 \cdot 102 = 0,81 p \cdot \alpha \cdot V_1 \cdot n / (60 \cdot 102) \text{ кВт} \quad (33)$$

V_1 – объём массы, подаваемый за один оборот шнека, м^3 ;

n – количество оборотов шнека в минуту, $\text{об}/\text{мин}$.

Суммарную мощность при прессовании получим из выражения

$$N = \frac{N_{np} + N_1 + N_2 + N_3}{\eta} \text{ кВт} \quad (34)$$

где: η – к.п.д. установки, $\eta = 0,85$.

2.3 Теоретическое обоснование производительности пресса для изготовления гранул и брикетов

Производительность технических средств является основным показателем экономической эффективности при выполнении различных технологических операций. Пресс по изготовлению гранул и брикетов из подстилочного навоза влажностью 40...50% деформирует подстилочный навоз, транспортирует винтовой поверхностью шнекового пресса в камеру прессования, где через дренажные отверстия часть влаги удаляется, а через насадку выходят гранулы или брикеты.

В процессе прессования некоторое количество подстилочного навоза перетекает в направлении противотока в зазор между гребнем шнека и внутренней поверхностью корпуса пресса. Таким образом, производительность

Q пресса с учетом распределения скоростей различных потоков описывается следующим выражением [70]:

$$Q = Q_{\alpha} - Q_{\beta} - Q_{\gamma} \quad (35)$$

где Q_{α} – производительность пресса от прямого потока, $\text{см}^3/\text{мин.}$,

Q_{β} – производительность от противотока, $\text{см}^3/\text{мин.}$;

Q_{γ} – производительность от утечек материала, $\text{см}^3/\text{мин.}$.

В свою очередь, Q_{α} , Q_{β} и Q_{γ} , зависят от конструктивных параметров пресса:

$$Q = \alpha n - (\beta + \gamma)P/\eta, \quad (36)$$

где n – частота вращения шнека, с^{-1} ;

P – давление на выходе из шнека (в конце зоны III), Па;

η – средняя вязкость материала, $\text{Па}\cdot\text{с}$;

α , β , γ – постоянные коэффициенты, зависящие от геометрических параметров шнека, см^3 .

После прохождения ножа гомогенизированный материал под остаточным давлением ($P = 5,0 \dots 35$ МПа) продавливается в формующую оснастку и, приобретая определенный профиль, выходит практически под очень небольшим избыточным давлением из фильерной части насадки.

Количество материала $Q_{\text{гол}}$, выходящего через насадку, можно представить следующим соотношением:

$$\eta \Delta P = P Q K \quad (37)$$

где $\Delta P = P - P_{\text{вых}}$ – перепад давления в насадке, Па;

P – давление на входе в насадку – конец зоны III, Па,

$P_{\text{вых}}$ – давление на выходе из насадки, Па;

$P_{\text{вых}}$ – давление в конце насадки, Па;

η – вязкость материала в головке, $\text{Па}\cdot\text{с}$;

K – постоянная, характеризующая сопротивление течению материала в каналах и формующей части головки, см^3 ,

Q – производительность пресса для изготовления гранул и брикетов, $\text{см}^3/\text{мин.}$

Расчет производительности пресса, с уменьшающейся глубиной нарезки канала шнека и с учетом потерь при прессовании массы можно определить по формуле [174]

$$Q = \alpha K n / (K + \beta + \gamma), \quad (38)$$

где Q – производительность пресса, $\text{см}^3 / \text{мин}$;

α, β, γ – постоянные прямого и обратного потоков и потока утечек, см^3 ;

K – постоянная насадки, см^3 ;

n – частота вращения шнека, с^{-1} .

Для различных головок K различна и рассчитывается по соответствующим формулам общего вида.

Реальные зависимости $Q - P$ не являются прямолинейными. Зоны пресса, формирующей оснастки имеют различный внешний обогрев, кроме того, в зависимости от интенсивности вращения шнека в материале выделяется разное количество тепла.

Исходными данными для расчета потребления электроэнергии являются: общая установленная мощность электродвигателя, кВт, коэффициент загрузки электродвигателей $\eta_1 = 0,7 \dots 0,8$, коэффициент полезного действия электродвигателей $\eta_2 = 0,85$, эффективный фонд времени работы оборудования $T_{\text{эф}}$, ч.

Расход электроэнергии $Q_{\text{э}}$, кВт/ч, определяют по формуле:

$$Q_{\text{э}} = \eta_1 T_{\text{эф}} N / \eta_2. \quad (39)$$

где η_1 - коэффициент загрузки электродвигателей;

η_2 - коэффициент полезного действия электродвигателей;

$T_{\text{эф}}$ - эффективный фонд времени работы оборудования, ч;

N – частота вращения шнека, с^{-1} .

2.4 Теоретическое обоснование температурного режима прессуемой массы в камере прессования

В процессе прессования материала в прессе, прессуемая масса нагревается при трении о стенки камеры прессования

Для обоснования температурного режима в прессе воспользуемся дифференциальными уравнениями математической физики [64]:

$$\frac{\partial t_i(r_i, \tau)}{\partial \tau} = a_i^2 \left(\frac{\partial^2 t_i(r_i, \tau)}{\partial r_i^2} + A_{k,i} \frac{\partial t_i(r_i, \tau)}{\partial r_i} \right) + Q_i(r_i, \tau); \quad (40)$$

где, начальные условия:

$$i = 1, 2, \dots, N; \quad R_{i-1} \leq r_i \leq R_i; \quad k = 0, 1, 2; \quad \tau > 0; \\ t_i(r_i, 0) = f_i(r_i); \quad (41)$$

Граничные условия:

$$\lambda_1 \frac{\partial t_1(R_0, \tau)}{\partial r_1} + \alpha_1 (t_1(R_0, \tau) - t_{c1}(\tau)) = 0; \quad \alpha_1 < 0; \quad (42)$$

$$\lambda_N \frac{\partial t_N(R_N, \tau)}{\partial r_N} + \alpha_N (t_N(R_N, \tau) - t_{cN}(\tau)) = 0. \quad (43)$$

$$t_j(R_j, \tau) = t_{j+1}(R_j, \tau); \quad \lambda_j \frac{\partial t_j(R_j, \tau)}{\partial r_j} = \lambda_{j+1} \frac{\partial t_{j+1}(R_j, \tau)}{\partial r_{j+1}}, \\ j = 1, 2, \dots, N - 1. \quad (44)$$

где r – пространственная координата;

τ – время, с;

N – число слоев многослойной области;

$t_i(r_i, \tau)$ – температурное поле i -й области, °C;

$Q_i(r_i, \tau)$ – функция внутреннего источника тепла i -й области,

α_1, α_N – коэффициенты конвективной теплоотдачи от внешних поверхностей в окружающую среду.

Решая дифференциальное уравнение, получаем выражение для

внутреннего тепла прессуемой массы

$$Q_i(r_i, \tau) = \frac{q_i(r_i, \tau)}{c_i \rho_i}; \quad (45)$$

$q_i(r_i, \tau)$ – тепловая мощность внутреннего источника тепла как функция координаты и времени;

c_i, ρ_i – соответственно теплоемкость и плотность i -й области;

α_1, α_N – коэффициенты конвективной теплоотдачи от внешних поверхностей в окружающую среду;

$t_{c1}(\tau), t_{cN}(\tau)$ – температуры окружающей среды как функции времени;

R_{i-1}, R_i – координаты границ i -й области.

Для исключения координаты r , вдоль которой свойства тела изменяются ступенчато, используется формула перехода к изображениям:

$$U(\mu, \tau) = \sum_{m=1}^N \frac{\lambda_m}{a_m^2} \int_0^{R_m} \rho(z_m) t_m(z_m, \tau) W_m(z_m, \mu) dz_m, \quad (46)$$

где $\rho(z)$ – весовая функция, являющаяся решением уравнения

λ_i, a_i^2 – соответственно коэффициенты теплопроводности и температуропроводности i -й области;

$W_m(z_m, \mu)$ – ядро интегрального преобразования

$$\frac{d \rho(z_m)}{d z} - A_{k,m} \rho(z_m) = 0. \quad (47)$$

где, $A_{k,i}$ – коэффициенты уравнения, определяемые видом координат:

- для цилиндрической системы координат $k=1, A_{1,i} = 1/r_i$;

- $\rho(z)$ – весовая функция, являющаяся решением уравнения

Ядро интегрального преобразования $W_m(z_m, \mu)$ является решением задачи Штурма-Лиувилля с соответствующими однородными граничными условиями, определяемое с точностью до постоянного множителя:

$$\frac{d^2 W_m(r_m, \mu)}{d r_m^2} + A_{k,m} \frac{d W_m(r_m, \mu)}{d r_m} + \frac{\mu^2}{a_m^2} W_m(r_m, \mu) = 0; \quad (48)$$

$$m = 1, 2, \dots, N, \quad R_{m-1} \leq r_m \leq R_m;$$

$$\lambda_1 \frac{d W_1(R_0, \mu)}{d r_1} + \alpha_1 W_1(R_0, \mu) = 0; \quad (49)$$

$$\lambda_N \frac{d W_N(R_N, \mu)}{d r_N} + \alpha_N W_N(R_N, \mu) = 0; \quad (50)$$

$$W_j(R_j, \mu) = W_{j+1}(R_j, \mu); \quad \lambda_j \frac{d W_j(R_j, \mu)}{d r_j} = \lambda_{j+1} \frac{d W_{j+1}(R_j, \mu)}{d r_{j+1}}, \quad (51)$$

$$j = 1, 2, \dots, N-1.$$

где, $W_m(z_m, \mu)$ - ядро интегрального преобразования,

где, $A_{k,i}$ - коэффициенты уравнения, определяемые видом координат:

- для цилиндрической системы координат $k=1$, $A_{1,i} = 1/r_i$;

λ_i, a_i^2 - соответственно коэффициенты теплопроводности и температуропроводности i -й области;

Решение уравнения (48) имеет вид:

$$W_m(r_m, \mu) = C1_m \exp\left(-\frac{r_m}{2} \left(A_{k,m} + \sqrt{A_{k,m}^2 - 4 \frac{\mu^2}{a_m^2}}\right)\right) + \\ + C2_m \exp\left(-\frac{r_m}{2} \left(A_{k,m} - \sqrt{A_{k,m}^2 - 4 \frac{\mu^2}{a_m^2}}\right)\right). \quad (52)$$

В цилиндрической системе координат

$$W_m(r_m, \mu) = C1_m J_0\left(\frac{\mu}{a_m} r_m\right) + C2_m Y_0\left(\frac{\mu}{a_m} r_m\right), \quad (53)$$

где $J_0(z), Y_0(z)$ - функции Бесселя первого рода, нулевого и первого порядка соответственно;

$W_m(z_m, \mu)$ - ядро интегрального преобразования,

$A_{k,i}$ - коэффициенты уравнения, определяемые видом координат:

- для цилиндрической системы координат $k=1$, $A_{1,i} = 1/r_i$.

λ_i, a_i^2 – соответственно коэффициенты теплопроводности и температуропроводности i -й области;

C_1 и C_2 – постоянные, которые определяются в ходе интегрирования

В общем случае интегралы в правой части берутся по частям с учетом граничных условий.

В изображениях имеем задачу:

$$\begin{aligned} \frac{dU(\mu_n, \tau)}{d\tau} + \mu_n^2 U(\mu_n, \tau) = G(\mu_n, \tau) + \\ + \frac{\alpha_N}{\lambda} W(R_N, \mu_n) t_{cN}(\tau) - \frac{\alpha_1}{\lambda} W(R_1, \mu_n) t_{c1}(\tau). \end{aligned} \quad (54)$$

$$U(\mu_n, 0) = \sum_{m=1}^N \frac{\lambda_m}{a_m^2} \int_{R_{m-1}}^{R_m} \rho(r_m) f_m(r_m) W_m(r_m, \mu_n) dr_m. \quad (55)$$

Здесь $G(\mu_n, \tau)$ - изображение функции источника тепла $Q_m(r_m, \tau)$:

$$G(\mu_n, \tau) = \sum_{m=1}^N \frac{\lambda_m}{a_m^2} \int_{R_{m-1}}^{R_m} \rho(r_m) Q_m(r_m, \tau) W_m(r_m, \mu_n) dr_m. \quad (56)$$

Решение задачи в изображениях имеет вид:

$$\begin{aligned} U(\mu_n, \tau) = \text{Exp}(-\mu_n^2 \tau) * \\ * \left(U(\mu_n, 0) + \int_0^\tau (G(\mu_n, \tau) + FW(\mu_n, \tau)) \text{Exp}(\mu_n^2 \tau) d\tau \right). \end{aligned} \quad (57)$$

$$\text{где } FW(\mu_n, \tau) = \frac{\alpha_N}{\lambda} W(R_N, \mu_n) t_{cN}(\tau) - \frac{\alpha_1}{\lambda} W(R_0, \mu_n) t_{c1}(\tau). \quad (58)$$

Обратный переход осуществляется по формуле:

$$t_m(r_m, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{U(\mu_n, \tau) W_m(r_m, \mu_n)}{S_n}, \quad (59)$$

где S_n - решение в изображениях, описывающее температурный профиль поверхности, функция содержащая оператор Лапласа, а по формуле 59 осуществляется переход к оригиналу.

Температурный профиль поверхности определяем по формуле:

$$S_n = \sum_{m=1}^N \frac{\lambda_m}{a_m^2} \int_{R_{m-1}}^{R_m} \rho(r_m) W_m^2(r_m, \mu_n) dr_m \quad (60)$$

2.5 Выводы

1. Теоретически обоснована затрачиваемая мощность и производительность пресса для изготовления гранул и брикетов.
2. Теоретически обоснован температурный режим прессуемой массы в камере прессования пресса.
3. В результате обоснования температурного режима получено выражение, описывающая температурный профиль поверхности камеры прессования пресса для изготовления брикетов.

ГЛАВА 3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Цель, программа и задачи экспериментальных исследований

Исследование физико-механических свойств подстилочного навоза проводилось по общепринятой методике и по методикам, разработанным применительно к экспериментам.

Проектирование машин для погрузки, транспортировки и прессования требует показателей влажности, насыпной и истинной плотности подстилочного навоза, гранул и брикетов.

В качестве основных методик использовались теория планирования и методы физического моделирования [37, 52, 58, 123]. На этой основе были разработаны частные методики. Методика экспериментальных исследований разрабатывалась с использованием методов математического планирования многофакторных экспериментов и обработки экспериментальных данных.

Обработка данных исследований проводилась на ЭВМ с помощью пакета программ: MathCAD и др [120].

Исследования физико-механических свойств подстилочного навоза проводились на ферме крупного рогатого скота в учхозе ООО «Племзавод Комсомолец».

Целью экспериментальных исследований являлось обоснование контролируемых параметров изготовления гранулированных органических удобрений и рассадных брикетов, подтверждение выдвинутой научной гипотезы, теоретических зависимостей и предпосылок для повышения эффективности технологического процесса изготовления гранул и рассадных брикетов, позволяющих ускорить созревание и повысить урожайность овощных и других с/х культур.

Программа экспериментальных исследований включала:

- разработку методик;

- разработку лабораторной установки для изготовления гранул и брикетов;
- установление эмпирической зависимости параметров гранул и брикета от параметров исходного сырья и параметров технологического процесса его изготовления;
- разработку, изготовление и испытание опытного образца устройства;
- проведение лабораторных опытов по выращиванию рассады в брикетах;

3.2 Условия проведения экспериментальных исследований

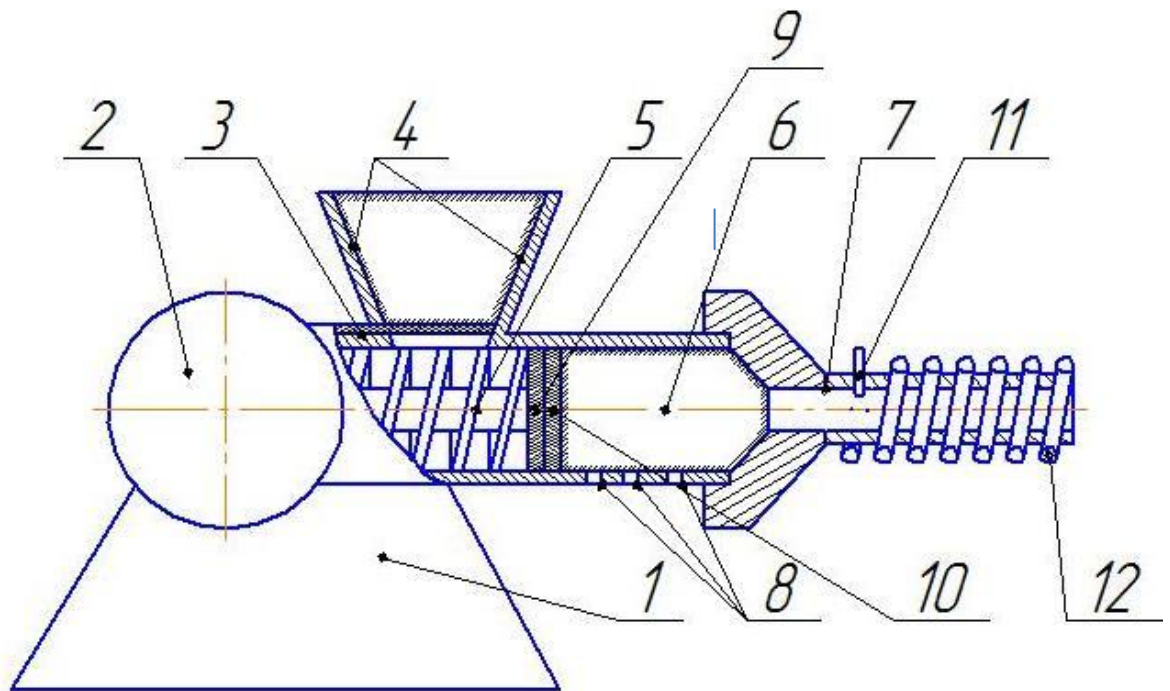
Экспериментальные исследования проводилось согласно ГОСТов. Основными элементами оценки условий исследований являлись:

- исходная плотность сырья;
- исходная влажность сырья;
- размер насадки для изготовления брикетов.

Лабораторные исследования физико-механических свойств навоза, изготовление брикетов на лабораторной установке, определение их прочности и параметров процесса брикетирования, выращивание рассады в брикетах проводились на кафедре технологических процессов и техносферной безопасности Мичуринского ГАУ. Плотность, влажность субстрата замерялись при лабораторных исследованиях не менее трехкратной повторности [69, 73].

3.3 Разработка и изготовление лабораторной установки и пресса

Патентный поиск позволил разработать конструкцию пресса для изготовления гранул и брикетов для выращивания рассады овощных и других культур (патент на полезную модель №151895, прил. А) [65, 66, 67, 68, 143].



1 – рама, 2 – электропривод, 3 – корпус пресса, 4 – загрузочный бункер, 5 – камера со шнеком, 6 – камера прессования, 7 – насадка, 8 – дренажные отверстия, 9 – противорежущая пластина, 10 – нож, 11 – термометр, 12 – спираль для нагрева.

Рисунок 21 –Схема шнекового пресса для изготовления брикетов



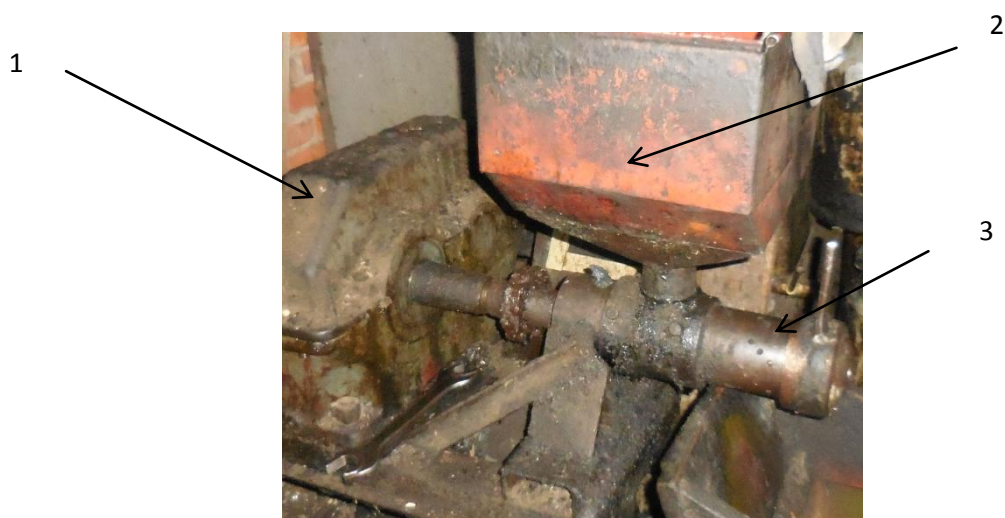
1 – электропривод с редуктором, 2 – загрузочное устройство подстилочного навоза, 3 – камера прессования, 4 – дренажные отверстия.

Рисунок 22 – Экспериментальная установка шнекового пресса



1 – насадка для изготовления гранул 30 мм, 2 – насадка для изготовления брикетов 20 мм, 3 – насадка для изготовления гранул 10 мм, 4 – насадка для изготовления гранул – 15 мм.

Рисунок 23 – Насадки шнекового пресса-гранулятора



1 – электропривод с редуктором, 2 – загрузочное устройство подстилочного навоза, 3 – камера прессования.

Рисунок 24 – Промышленная установка шнекового пресса

Шнековый пресс (рисунок 21) подстилочного навоза содержит загрузочный бункер 4, который смонтирован на раме 1, электропривод 2, корпус пресса 3, камеру со шнеком 5, камеру прессования 6, насадку 7, дренажные отверстия 8, противорежущую пластину 9, нож 10, термометр 11.

Пресс для формовки гранул и брикетов работает следующим образом. В бункер 4 загружается подстилочный навоз влажность 40...50%, который за счет

гравитационных сил поступает в рабочую камеру, где шнеком 5 подается на измельчение ножом 10 относительно противорежущей пластины 9. Затем в прессовальной камере 6 извлекается влага и формируются гранулы и брикеты. Удаление влаги происходит через дренажные отверстия 8. Масса в зоне прессования нагревается до 80°C, поэтому полученные гранулы и брикеты не содержат семян сорных растений, болезнетворных бактерий и гельминтов. В насадке 7 установлены термометр для контроля температуры в момент формовки(прил. А) [142].

3.4 Методика исследования влажности гранул и брикетов, изготовленных из перепревшего подстилочного навоза

Анализатор влажности "ЭВЛАС-2М" (далее влагомер) предназначен для экспрессного определения массовой доли влаги в продукции сельского хозяйства и продуктах ее переработки, пищевых продуктах и кондитерских изделиях, химикатах, фармацевтических и строительных материалах термogrавиметрическим методом в лабораторных условиях.



Рисунок 25 – Влагомер ЭВЛАС-2М

1. Условия эксплуатации влагомера:

- Температура в помещении должна быть равна 20°C,
- атмосферное давление составлять 760 мм рт. ст.

- влагомер должен быть установлен на ровной, жестко закрепленной и устойчивой горизонтальной поверхности, он должен быть защищен от прямого попадания солнечных и тепловых лучей. Устанавливаем влагомер на ровной устойчивой площадке, где будет удобно совершать манипуляции, и соблюдаются условия эксплуатации.

2. Отбор проб. Отбор и подготовка проб анализируемых материалов осуществляются при строгом соблюдении инструкций: ГОСТ 13568.3, ГОСТ 26312.3, ГОСТ 5900, ГОСТ 9404, ГОСТ 2858, ГОСТ 3626, ГОСТ 21094, ГОСТ 13496.3, ГОСТ 171, ГОСТ 9793 и т.д.

3. Прогрев. Прибор нуждается обязательном прогреве длительностью не менее 30 минут, в противном случае прибор может работать некорректно, установлен таймер на необходимое время прогрева.

4. Тарирование. Прибору необходимо пройти проверку правильности показаний, осуществляем это в сушильной камере, устанавливаем сосуд для проб на устройство для взвешивания, сушильную камеру следует закрыть, необходимо подождать, когда масса чаши будет измерена и получить оповещение с информацией (последует оповещение с просьбой поставить гирю)

5. Градуирование. Необходимо измерить вес гири, которую мы установили, следуя указаниям 4 пункта, устанавливаем гирю нужной массы в сушильную камеру, после чего закрываем камеру и запускаем ее и ожидаем, когда масса гири будет измерена, после оповещения мы открываем камеру, снимаем гирю с платформы.

6. Процесс измерения. Берем сосуд для проб в руки с устанавливаем его на ровную поверхность, поверхность, не подверженную вибрациям и хорошо устойчивую, кладем пробу в сосуд, распределяя пробу по всей поверхности сосуда, после чего снова устанавливаем на крестовину для взвешивания и запускаем, подгоняем массу навески до тех пор, пока она не будет соответствовать указанной, устанавливаем сосуд обратно, закрываем камеру и

запускаем (зажатием кнопки) должен раздаться звуковой сигнал, оповещающий о выполнении команды.

По истечении определенного количества времени, когда команда будет выполнена- заработает нагреватель, а на индикатор выводится текущее время измерения, текущее значение массовой доли влаги в процентном соотношении, температура в сушильной камере и параметр отключения.

Когда анализ будет завершен, отключится нагреватель и на индикаторе вы сможете увидеть результат измерения в процентном соотношении и количество затраченного времени на измерения.

3.5 Методика исследования плотности исходного сырья

Плотность – это один из фундаментальных параметров, описывающих физические свойства твердых материалов. Она определяется как отношение массы сухого образца к его объему:

$$\rho = m/V \quad (61)$$

Для измерения плотности нам понадобится сосуд известного объема. Далее мы заполняем сосуд исходным сырьем, а потом взвешиваем на весах полученную массу.



Рисунок 26 –Электронные весы

Полученные значения подставляем в формулу 61 и получаем значение

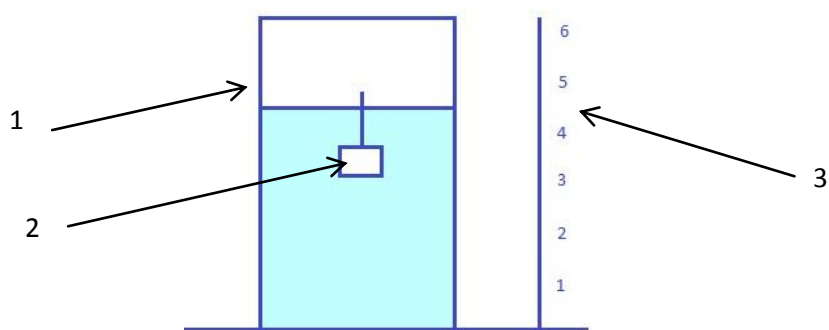
плотности исходного сырья.

3.6 Методика исследований истинной плотности брикетов для выращивания рассады

При проектировании технических средств для изготовления брикетов для выращивания рассады овощных культур из подстилочного навоза необходимы знания такого физико-механического свойства, как истинная плотность.

Истинная плотность – это масса материала в абсолютно плотном состоянии без пор и пустот в единице объема, которая характеризуется размерностью кг/м^3 , т/м^3 .

Истинную плотность изготовленных брикетов изучаем следующим образом: изготовленный брикет различной влажности опускали в мерный сосуд с водой иглой, затем по шкале мерной линейки записывали первоначальный объем воды в сосуде и после опускания брикета определяли подъем воды в сосуде. После подсчета разности объемов получили объем вытесненной брикетом воды. Опыты проводили в пятикратной повторности.



1 – мерная емкость с водой, 2 – брикет, 3 – мерная линейка

Рисунок 27 - Схема прибора для исследования истинной плотности брикета.

Истинную плотность брикетов подсчитывали по формуле:

$$\rho_{\text{и}} = m_{\text{б}}/V_{\text{б}} \quad (62)$$

Полученные результаты экспериментальных исследований обработаны в программе MATLAB и представлены в графической форме.

3.7 Методика лабораторных опытов по выращиванию рассады томатов в брикетах

Опыты по выращиванию рассады томатов в брикетах планировались согласно методик Б.А. Доспехова, Г.В. Веденяпина, рекомендаций С.Ф. Вощенко, Н.Г. Щепеткова и многих других авторов. Порядок проведения опытов принимался следующим:

- районированные семена разных по срокам созревания сортов, обрабатывались и высевались в рассадные брикеты;
- после всходов выращивались сеянцы до появления двух настоящих листочков, соблюдался водный, температурный и световой режим;
- для сравнения скорости всходов аналогичные семена были посажены в горшочек с землей,
- сформулированы первые выводы на основе наблюдений.

3.8 Методика определения энергоемкости процесса

Энергоемкость продукции — показатель, характеризующий расход энергии на единицу продукции. В целом по народному хозяйству рассчитывается как отношение затрат первичных топливно-энергетических ресурсов к объему произведенного национального дохода или валового общественного продукта, а по министерствам, объединениям, предприятиям — по отношению к объему товарной.

Энергоемкость, включенная в общую систему показателей производства сельскохозяйственной продукции, позволяет:

- обосновать потребности сельского хозяйства в энергоресурсах;
- применять энергосберегающие технологии и уточнить требования к

энергетическому оборудованию;

- выявить резервы экономии топлива и энергии и разработать предложения по их экономии в сельскохозяйственном производстве.

Энергоемкость = затраты энергии/кол-во продукции

Для определения оптимальных показателей, при которых энергоёмкость процесса будет находится в минимальных пределах, был проведён многофакторных эксперимент.

В качестве отклика была выбрана энергоёмкость процесса.

В качестве факторов, влияющих на отклик, были выбраны:

- исходная влажность сырья 30-50%
- исходная плотность сырья 600-800 кг/м³
- размер насадки, формирующей брикеты – 10-25 мм

Для определения размера брикетов и размера насадки применялся штангенциркуль ГОСТ 166-89 с пределом измерения 125 мм.

Было проведено 15 опытов с изменениями параметров факторов и записаны параметры отклика.

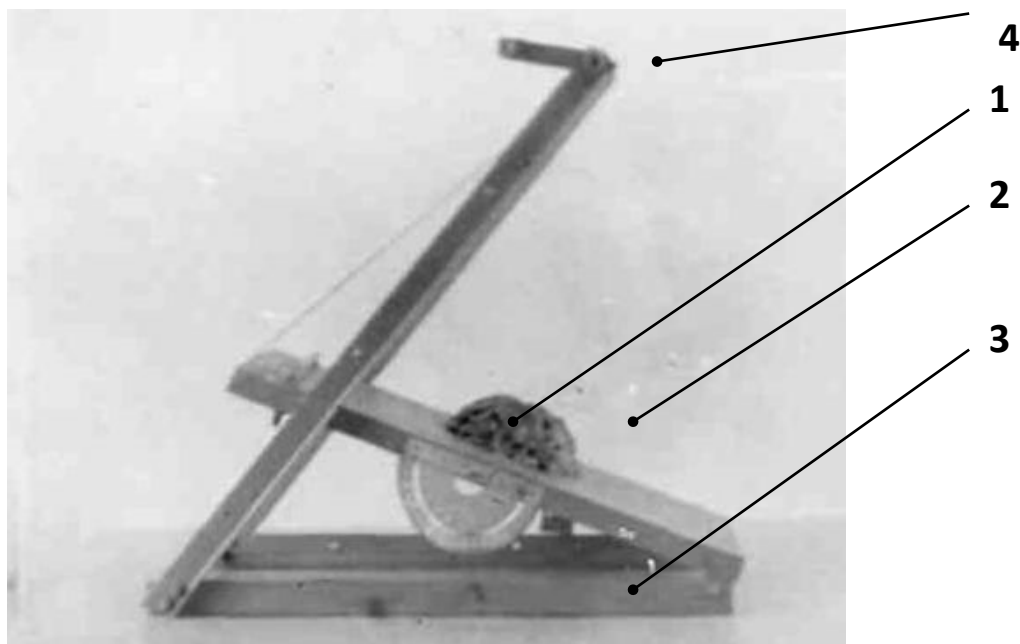
Ход проведения эксперимента:

1. Подготовили сырье разной плотности и влажности. Плотность и влажность сырья определяли по выше описанным методикам
2. Сырье, удовлетворяющее требованиям эксперимента, засыпали в бункер шнека.
3. Фиксировали показания счетчика учета электроэнергии
4. Включали установку, формирующую брикеты. За единицу продукции был принят брикет длиной 5 см.
5. По окончании процесса брикетирования повторно снимали показания счетчика учета электроэнергии. Проводили анализ полученных брикетов: влажность, плотность, вес, предел прочности и другие.
6. Данные записывали в таблицу. По окончании эксперимента были построены графические зависимости и сделаны выводы.
7. Время уплотнения брикетов замерялось секундомером ТУ 25-

1894.003-90

3.9 Методика исследований коэффициентов внешних трений подстилочного навоза

Для проектирования прессов для изготовления гранул и брикетов из подстилочного навоза необходимы результаты коэффициентов трения движения и покоя по поверхностям. Коэффициенты трения движения подстилочного навоза по стальной поверхности исследовали на установке (рисунок 28)



1- наклонная плоскость; навоз глубокой подстилки; 3-рама; 4- рукоятка подъёма наклонной плоскости.

Рисунок 28 - Установка для определения коэффициентов внешнего трения

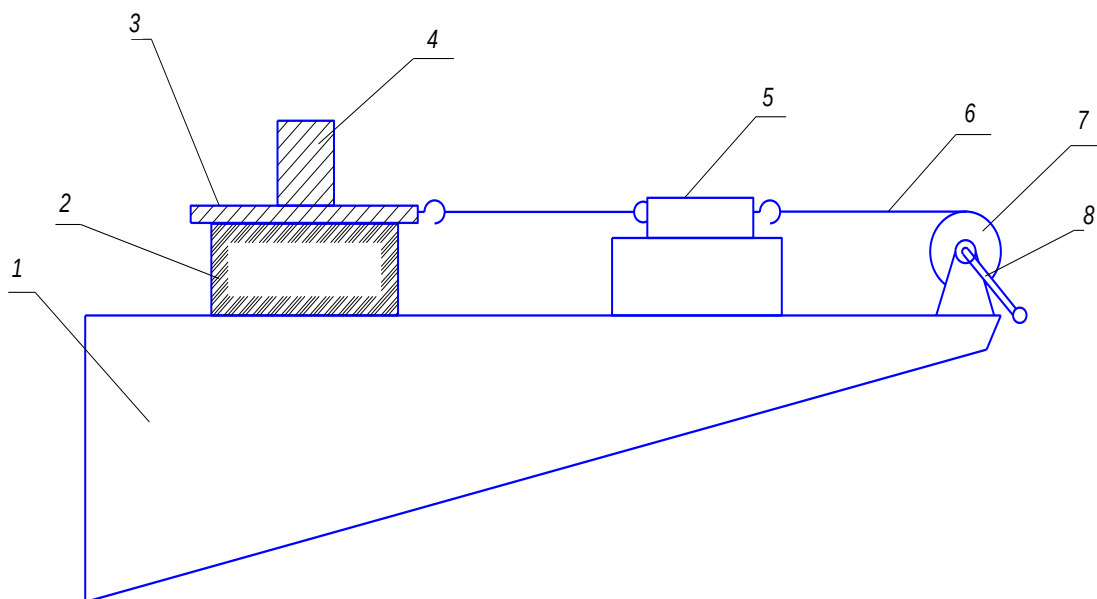
Опыты проводили следующим образом:

На стальную поверхность насыпали подстилочный навоз по углу естественного откоса различной влажности. Затем механизмом подъема поднимали наклонную плоскость и фиксировали угол сползания угломером. Затем через тангенс определяли коэффициент внешнего трения движения.

Коэффициент внешнего трения движения равен $f_{п} = 0,8 f_{д}$. Результаты представлены в графической форме.

3.10 Исследование коэффициентов внешнего трения подстилочного навоза от давления

Коэффициенты внешнего трения движения подстилочного навоза в зависимости от давления необходимы при проектировании и расчете прессовальной камеры пресс-гранулятора. Эти зависимости исследовали по способу сдвига на специально изготовленной установке. При исследовании коэффициентов трения на установке (рисунок 28) деформация подстилочного навоза исключается, так как стальная поверхность трения скользит по поверхности образца навоза.



1 - стол; 2 – образец навоза; 3 – поверхность трения; 4 - гиря; 5 – динамометр; 6 – трос; 7- рабочее колесо ручного привода; 8- рукоятка.

Рисунок 29 - Схема установки для определения коэффициента внешнего (f) трения в зависимости от удельного давления

Установка (рисунок 29) состоит из стола 1, на котором укладывали образец навоза глубокой подстилки 2, сверху укладывали поверхность трения

3, на которую ставили гири 4. При вращении ролика 7 трос 6 перемещал поверхность трения 3 с гирями 4 и динамометр фиксировал усилие сдвига и подсчитывали коэффициент внешнего трения.

Зависимость между нормальным давлением и сдвигающим усилием выражается уравнением:

$$T = Nf + CS, \quad (63)$$

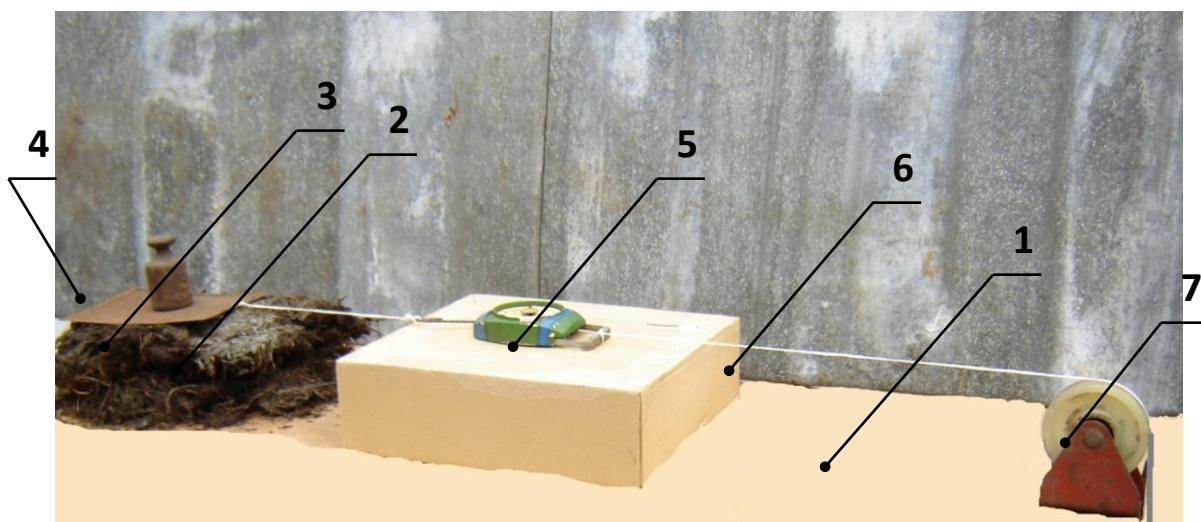
где T - общее усилие сдвига, Н;

N - сила нормального давления на единицу площади, Н;

S - действительная площадь трения, м^2 ;

C - величина сцепления, т.е. сила сцепления, приходящаяся на единицу площади, по которой происходит сдвиг. Эта величина выражается в Па;

f - коэффициент внешнего трения навоза о ленту.



1- стол; 2- образец навоза глубокой подстилки; 3- поверхность трения; 4- гиря; 5-динамометр; 6- трос; 7-рабочее колесо ручного привода; 8-рукоятка.

Рисунок 30 -Установка для исследования коэффициентов трения навоза глубокой подстилки

Сила нормального давления в слоях равна весу груза и массе навоза.

$$N = P + \gamma, \quad (64)$$

где P - вес установленного груза, Н;

γ - масса поверхности трения, Н.

Коэффициент внешнего трения навоза определим по формуле

$$f = \frac{F}{N}, \quad (65)$$

Сила трения F равна усилию перемещения поверхности трения

$$F = T, \quad (66)$$

где T - общее усилие на протаскивание поверхности трения, Н;

Нормальное давление подсчитывалось по выражению

$$p = \frac{P + G}{S}, \quad (67)$$

где P – давление, создаваемое, Н;

S – действительная площадь трения, м^2 ;

G - масса кубика навоза, кг.

3.11 Методика определения производительности пресса

Винтовыми прессы называются потому, что выдавливание навозной массы из цилиндра пресса осуществляется винтом – шнеком.

В нашем исследовании рассматривается шнековый пресс с удалением из навозной массы воздуха и влаги.

Основные параметры шнекового пресса:

- конструктивные: D – диаметр и S шаг винта, соотношение между ними $\psi = S:D$ и диаметр вала – d ;

- кинетические: частота вращения – n и угловая скорость – ω ;

- эксплуатационные: коэффициент производительности K_n и коэффициент трения – f с увеличением которых производительность снижается: $\psi = 0,6 \dots 1,25$.

Выбор больших и меньших значений ψ ведет к снижению производительности. При движении подстилочного навоза в шнековом прессе на него действуют: сила тяжести массы тела – mg ; сила трения о винт – $f_1 mg$; давление смежных частиц – $k f_1 mg$; центробежная сила – $m \omega^2 r$, прижимающая подстилочный навоз к кожуху; сила трения о кожух $f_2 m \omega^2 r$; тормозящая

вращение частиц вместе с винтом и силы внутреннего трения частиц.

Суммарное воздействие этих сил приводит к осевому смещению подстилочного навоза и к прессованию.

Для нормальной работы шнекового пресс-гранулятора при его проектировании необходимо обеспечить соотношение возможных производительностей, данное выражение описывает процесс гранулирования:

$$\Pi_3 > \Pi_T > \Pi_B; \quad (68)$$

где Π_3 – производительность загрузки, кг; Π_T – производительность транспортирования шнеком массы, кг; Π_B – производительность выгрузки, кг.

Производительность шнекового пресс-гранулятора можно определить по формуле:

$$\Pi_n = 3,6\gamma * F_c * V_{пр} * K_n, \quad (69)$$

где F_c – площадь сечения потока, m^2 ;

$$F_c = K_n * \pi * D^4 / 4,$$

γ – плотность полученных гранул, kg/m^3 ;

$V_{пр}$ – скорость прессования, m/c ;

K_n – коэффициент подпрессовки.

Шнек пресса транспортирует, прессует и проталкивает массу через насадку. В результате движения отрезка АБ вдоль оси 1 образуется винтовая поверхность.

Разместим на винтовой поверхности бесконечно малую точку В на расстоянии r от оси вращения.

Предположим, что данная точка движется по плоскости винтовой поверхности, совершает при этом два относительных движения: вращательное движение вокруг оси со скоростью v_1 ; поступательное движение вдоль оси со скоростью v_2 .

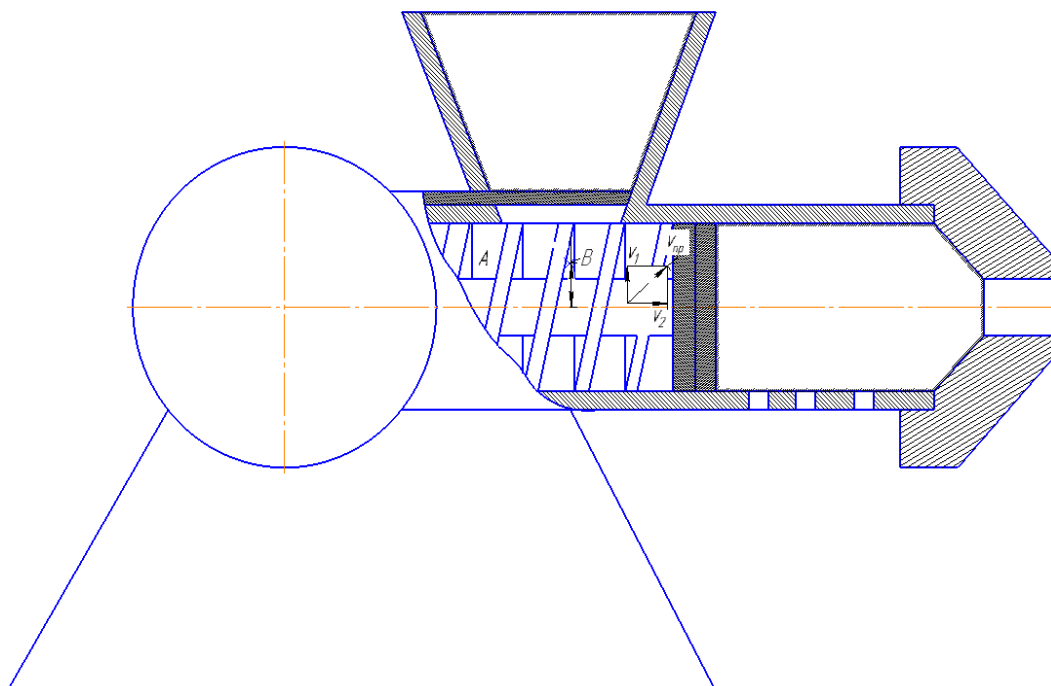


Рисунок 31 – Схема экспериментальной установки для гранулирования и брикетирования подстилочного навоза.

Результирующая скорость:

$$v_p = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} . \quad (70)$$

Где $v_1 = 2\pi r \cdot n = \omega \cdot r$

$n = \frac{\omega}{2\pi}$, где ω - угловая скорость;

n – число оборотов винта

$v_2 = h \cdot n$, где h – шаг винта

$$v_2 = \frac{h\omega}{2\pi}$$

тогда

$$v_p = \sqrt{(\omega \cdot r)^2 + \left(\frac{h\omega}{2\pi}\right)^2} = \omega \sqrt{r^2 + \frac{h^2}{4\pi^2}} \quad (71)$$

Из приведенного уравнения можно сделать вывод:

- вращательная скорость частицы возрастает с увеличением расстояния от оси вращения;
- скорость поступательного движения частицы для показанной винтовой поверхности остаётся постоянной.

Если силы трения массы о внутреннюю цилиндрическую поверхность пресса достаточно большие чтобы удерживать пластическую массу от вращательного движения, то вращательные движения шнека вызовут поступательное движение навозной массы подобные движению гайки по винту.

Вращательные движения лопастей шнека приводят к скольжению этих лопастей по поверхности массы. Максимальное скольжение наблюдается по периферии и минимальное скольжение происходит у поверхности вала.

При скольжении массы по внутренней цилиндрической поверхности пресса и отсутствии скольжения по поверхности лопастей шнека, масса будет вращаться вместе со шнеком вокруг оси вала, при отсутствии поступательного движения.

На практике движение массы имеет промежуточное положение. Масса частично вращается и частично осуществляет поступательное движение, т.е. она совершает некоторое вращательное движение, которое замедляет её поступательное движение. В области, где снижается вращательное движение, увеличивается поступательное и, наоборот.

Винтовые лопасти однозаходного винта транспортируют массу вдоль цилиндрического корпуса и проталкивают её к последнему витку. В основном массу прессует последний (выжимной) шнековый виток. Предыдущие витки обеспечивают непрерывный поток массы к последнему витку.

На транспортирующих винтах масса немного уплотняется, особенно когда шаг винта переменный, уменьшающийся к выходу или если корпус конический.

Прессование осуществляется между выжимными лопастями и материалом, который запрессован в промежуточную головку за предыдущий оборот шнека. При таком заполнении масса насаивается в головке по спирали.

Движение массы происходит следующим образом.

Периферийные слои контактируют с внутренней поверхностью камеры прессования и тормозятся под влиянием сопротивления наклонных стенок камеры прессования и сил трения массы об эти поверхности.

Силы торможения передаются внутренним слоям, но величина этих сил снижается. Таким образом, скорость движения массы увеличивается от периферии к оси потока.

Слои, перпендикулярные оси в начале движения, деформируются и приобретают форму параболы на выходе из насадки.

В центре потока масса движется компактным стержнем, который постепенно увеличивается за счет притока частиц из периферии.

Периферийные области потока, по мере прохождения через насадку сжимаются и при прохождении через насадку растягиваются.

Сжатие периферийных слоёв массы в камере прессования происходит за счет сопротивления, вызываемого наклоном стенок камеры прессования. В результате такого сжатия часть периферийных слоев переходит к центру и затем через насадку выходят гранулы или брикеты.

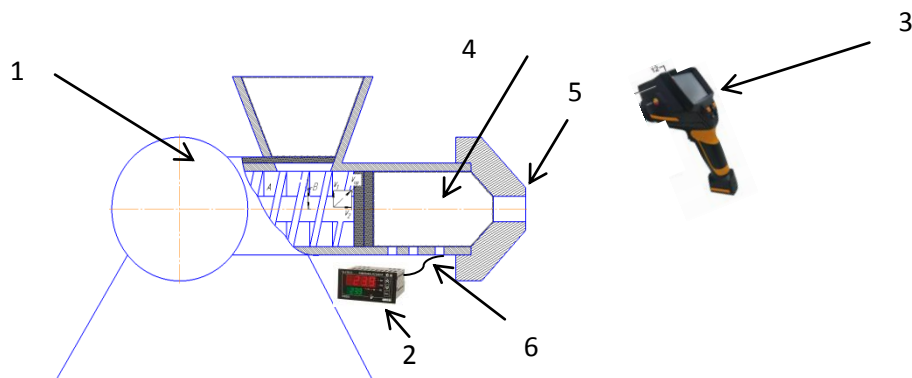
3.12 Методика исследований температурного режима при брикетировании перепревшего подстилочного навоза

Температуру на поверхности пресса определяли с помощью тепловизора марки Testo 875-1.



1 - дисплей, 2 – кнопки управления, 3 – кнопка фиксатора крепления аккумулятора прибора, 4 – крепление для штатива, 5 – интерфейсный отсек, 6 – объектив цифровой камеры, 7 – объектив инфракрасной камеры, 8 – кольцо фокусировки, 9 – кольцо фиксации объектива, 10 – триггер, 11 – отсек для карт памяти, 12 – LED-индикатор состояния.

Рисунок 32 - Тепловизор Testo 875-1



1 – пресс, 2 – термометр ТРМ-202, 3 - тепловизор Testo 875-1, 4 – камера прессования, 5 – насадка для формовки брикетов, 6 – термопара ХК.

Рисунок 33 - Установка для исследования температурного режима прессования

Схема работы тепловизора Testo 875-1 показана на рисунке 34.

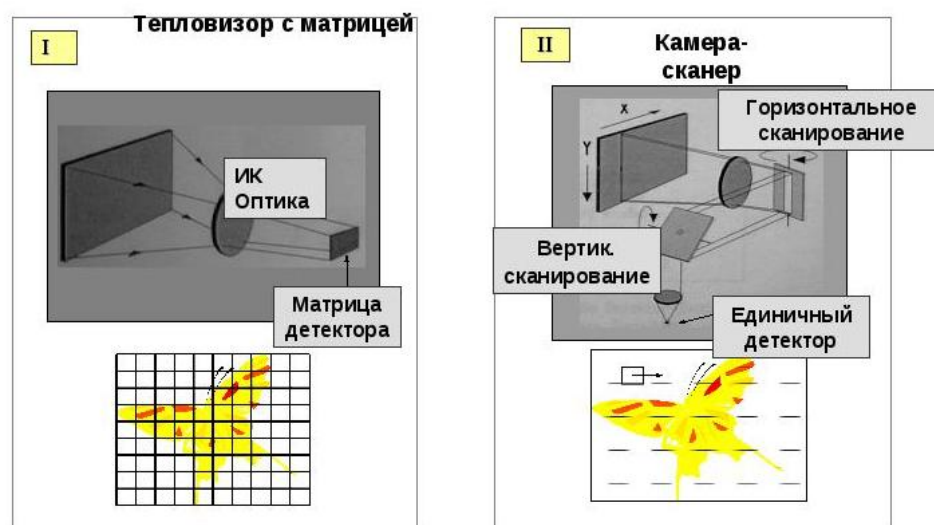


Рисунок 34 - Схема работы тепловизора Testo 875-1

В процессе работы пресса для изготовления брикетов тепловизор устанавливали на расстояние 0,2 м от камеры прессования брикетов. Предварительно измерив, степень черноты (ϵ) поверхности пресса для изготовления брикетов (патент на полезную модель №151895). Измерение температуры проводили следующим образом: контактным термометром 2

измеряли температуру поверхности элементов корпуса пресса. В качестве контактного термометра использовали прибор ТРМ-202 к которому подключали термопару ХК, длина провода термопары составляла 0,7 м. Далее наводили тепловизор на пресс и в меню прибора изменяли значение степени черноты до значения, при котором уравнивались значения измеренной температуры для контактного и бесконтактного приборов в соответствии с температурой полученной контактным способом. В дальнейших измерениях тепловизором придерживались полученного коэффициента степени черноты с выдержкой расстояния в 0,2 м.

При определении теплотерь и сопротивления теплопередаче следует вводить поправку на коэффициент излучения объекта. Излучение, регистрируемое тепловизором, состоит из излучаемого, отраженного и проходящего длинноволнового инфракрасного излучения, исходящего от объектов, расположенных в пределах поля зрения тепловизора.

Коэффициент излучения изменяется в зависимости от свойств поверхности, материала, и в случае с некоторыми материалами – от температуры измеряемого объекта. Максимальная излучательная способность: $\varepsilon = 1$ (100%) (“черное тело - абсолютный излучатель”. $\varepsilon = 1$ в действительности не встречается).

Коэффициент излучения вручную задали в тепловизоре равным 0,85 соответствующий нержавеющей стали.

Влияние коэффициента излучения на температурные измерения обусловлено тем фактом, что тепловой поток Φ регистрируемый приемником излучения является функцией как абсолютной температуры T , так и коэффициента излучения ε , в литературе связь T и Φ иллюстрируют на основе закона Стефана-Больцмана для серого тела:

$$\Phi \approx \varepsilon T^4, \quad (72)$$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}.$$

где Φ – тепловой поток от камеры прессования,

ε - коэффициент излучения (степень черноты),

T – температура поверхности камеры прессования, К,

σ - постоянная Стефана — Больцмана.

Связь изменений ΔT и $\Delta \varepsilon$ получают в виде:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{4} \frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon} \quad (73)$$

в реальной диагностике использование формулы (68) не вполне корректно в силу того, что зависимость Φ от T изменяется в различных спектральных диапазонах: кроме того, тепловизор также регистрирует отраженное излучение окружающей среды (других предметов).

Более корректной является формула определения теплового потока:

$$\Phi \approx \varepsilon \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda, T) d\lambda + (1 - \varepsilon) \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda, T_0) d\lambda, \quad (74)$$

$R(\lambda, T)$ - функция Планка;

$(1, \varepsilon)$ коэффициент отражения твердого серого тела;

T_0 температура окружающей среды.

Для фиксированных спектральных диапазонов можно считать, что тепловой поток от камеры прессования описывается выражением:

$$\Phi \approx \varepsilon \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} R(\lambda, T) d\lambda \approx K T^n \quad (75)$$

где: K - постоянная Больцмана,

n - показатель степени, зависящий от спектрального интервала

тогда уравнение (69) примет вид

$$\Phi \approx \varepsilon T^n + (1 - \varepsilon) T_0^n \quad (76)$$

для спектральных интервалов 3-5,5 и 7-14 мкм и диапазона температур от -20°C до $+80^\circ\text{C}$ соответственно $n = 10,11$ и $4,83$.

Очевидно, что тепловизор, калиброванный по черному телу, покажет кажущуюся (радиационную) температуру серого цвета T согласно следующему уравнению:

$$T = \varepsilon T^n + (1 - \varepsilon) T_0^n \quad (77)$$

Соотношение вида (72) выполняется в ряде современных тепловизоров для автоматической коррекции температурных отсчетов, если введены значения коэффициента излучения ε и температуры окружающей среды.

С учетом (72) уточнённый вид формулы (68) оценки связи изменений коэффициента излучения и температуры примет вид:

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{n} \left[1 - \left(\frac{T_o}{T} \right)^n \right] \left\| \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta} \right\| \quad (78)$$

Для сравнения с нормативными значениями результаты испытаний должны быть пересчитаны по следующим формулам:

- приведенные потери тепла к 1м длины изолированного трубопровода q , Вт/м:

$$q = P \cdot q_1, \quad (79)$$

где q_1 - измеренные потери тепла с 1 м² ТИ, Вт/м²;

P - длина окружности тепловой изоляции, м;

- приведенные потери тепла при температуре окружающего воздуха 25 °С
Вт/м²

$$q_{25} = q_L \frac{t_T - 25}{t_T - t_B} \quad (80)$$

где t_T -температура теплоносителя в изолированных объектах °С;

t_B - температура окружающего воздуха, °С.

Температура поверхности тепловой изоляции температуре окружающего воздуха 25 °С.

$$t^{25}_{ТИ} = \frac{q_{25}}{q_L} (t_{ТИ} - t_B) \quad (81)$$

где $t_{ТИ}$ - измеренная температура поверхности тепловой изоляции, °С.

Тепловой поток определяют по известным значениям температур поверхности тепловой изоляции и окружающего воздуха

$$\Phi = 1,66(t_{ТИ} - t_B) + \frac{c(t_{ТИ}+273)^4}{(t_B+273)^4} \quad (82)$$

где c - числовой коэффициент, учитывающий коэффициент излучения поверхности и постоянную Стефана-Больцмана; алюминиевого покровного

слоя $s=2,67 \cdot 10^{-8}$; $t_{\text{ти}}$ - измеренная температура поверхности тепловой изоляции, °C; $t_{\text{в}}$ - температура окружающего воздуха, °C

$$\Delta T_{\min} = T_{\text{разар}} R \frac{AR_0}{1 - R_0} \quad (83)$$

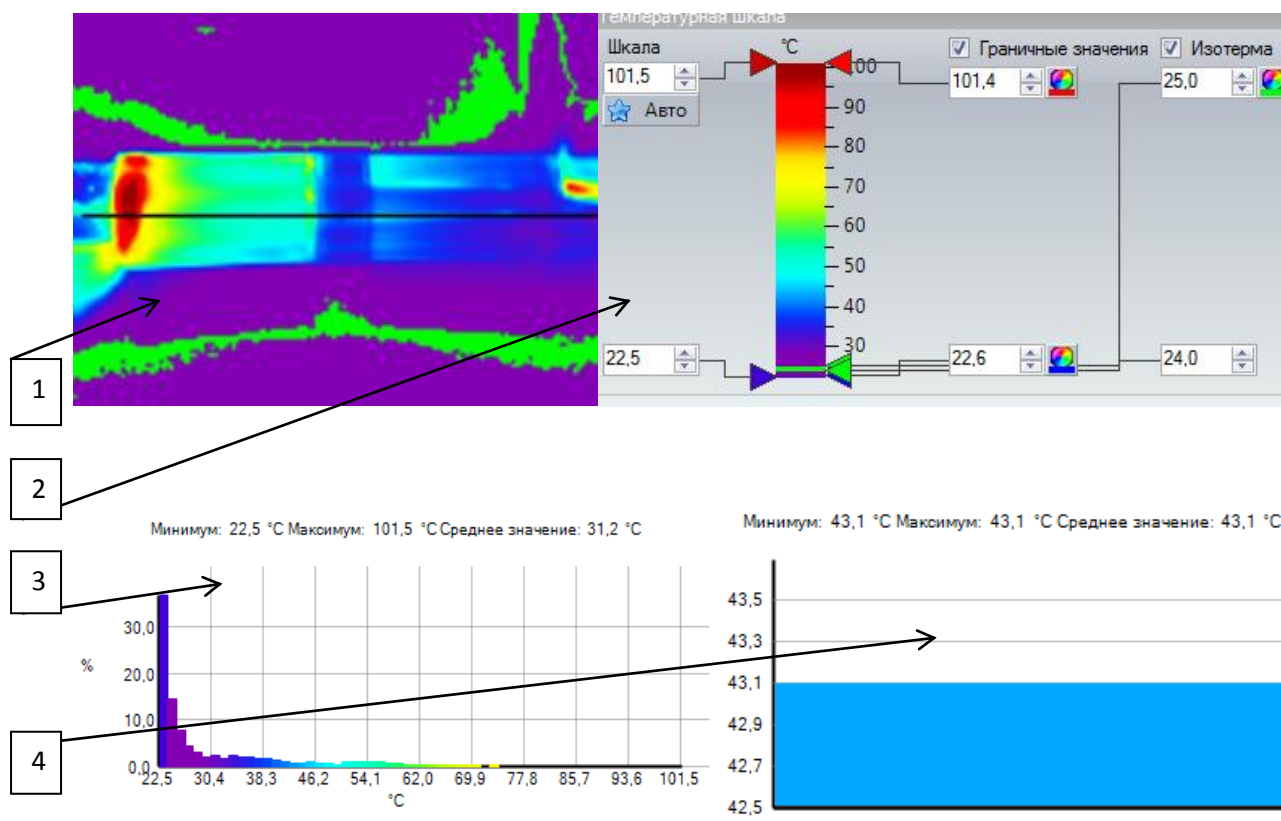
где $T_{\text{разар}}$ - температурное разрешение (чувствительность) тепловизора, °C;
 R - проектное сопротивление теплопередаче, Вт⁻¹. °C; A - коэффициент теплоотдачи на поверхности камеры прессования Вт/(м².°C); R_0 - относительное сопротивление теплопередаче (но не более 0.85)

Тогда коэффициент теплоотдачи на поверхности камеры прессования определяем по формуле:

$$A = E \sqrt{V} \left(6, \frac{6,2}{V} \right) \quad (84)$$

где E - коэффициент эмиссии

Полученные экспериментальные данные обрабатывались в программе IRsoft. Интерфейс программы представлен на рисунок 35.



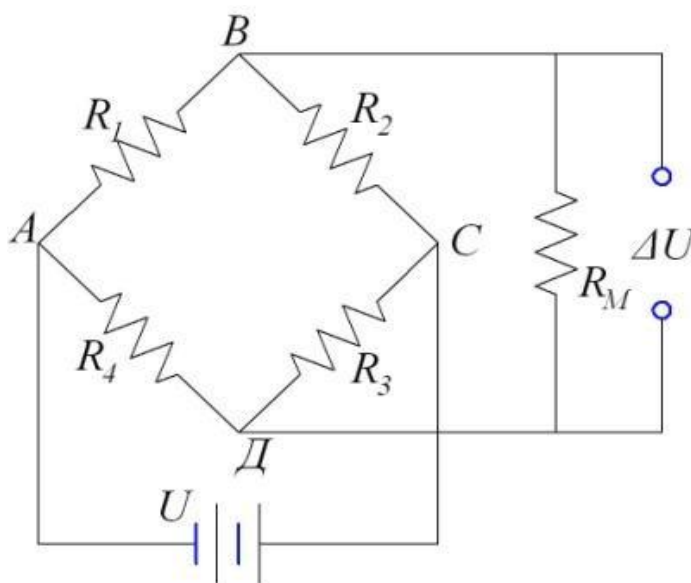
1 – термограмма, 2 – температурная шкала, 3 – гистограмма, 4 – температурный профиль поверхности

Рисунок 35 - Интерфейс программы для обработки тепловизионных снимков

3.13 Методика исследования давления массы в камере прессования

Для определения давления в камере прессования использовали тензометрический датчик.

Тензодатчик представляет собой чувствительный элемент выполненный из аморфного металла с включением по мостовой схеме. Сигнал получаемый фиксируется омметром. Так как его сопротивление зависит от прикладываемого давления.



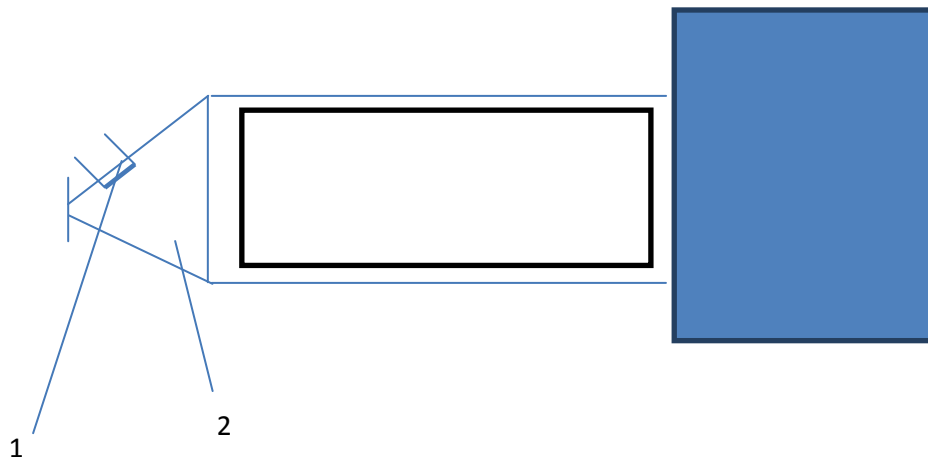
R_1, R_2, R_3, R_4 – тензорезисторы, R_M – резистор нагрузки, U – источник напряжения, ΔU – изменение выходного напряжения, вызванное указанными малыми изменениями сопротивлений

Рисунок 36 - Схема определения усилия прессования с помощью измерительного тензометрического моста.

Датчик был изготовлен из аморфного металла (сталь СТЗ, которая предварительно нагревалась до 700°C и потом охлаждалась до 20°C). Тензометрические датчики наклеивались на камеру прессования по мостовой схеме рисунка 36.

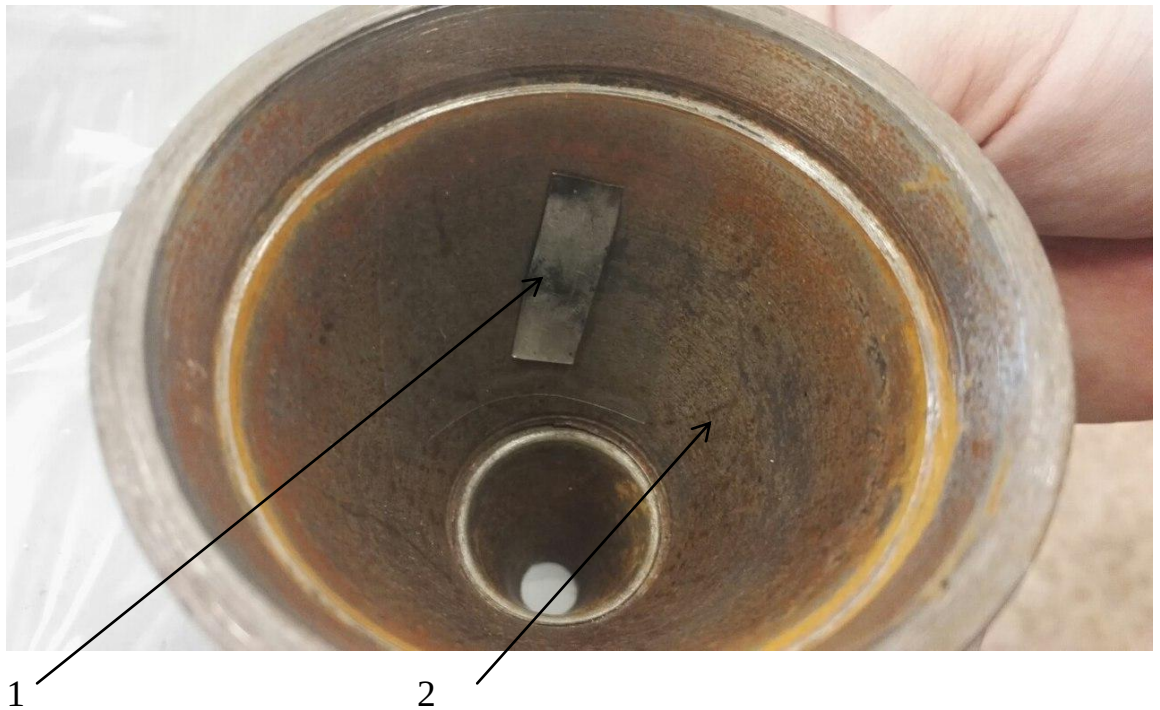
Тензодатчик подключается к омметру, что дает возможность измерять сопротивление при различном давлении. Экран позволяет устранить влияние внешних элементных помех, которые могут исказить измеряемое значение

давления. Экран представляет собой медную оплетку, выполненную из свитых между собой проводников с сечением 0,01 мм.



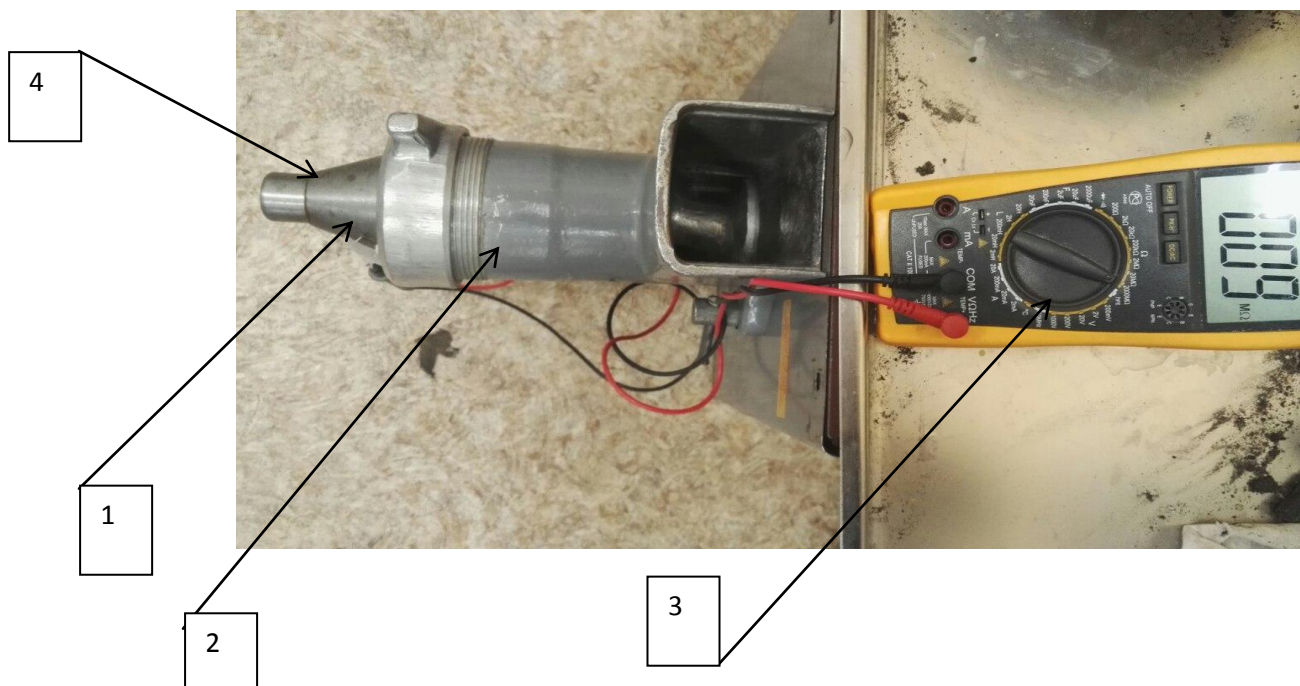
1- тензодатчик; 2 – камера пресса.

Рисунок 37 – Схема расположения тензодатчиков на камере прессования брикетов



1 – тензодатчик, 2 – конус камеры прессования

Рисунок 38 – Камера прессования брикетов с тензодатчиком



1 – тензодатчик, 2 – пресс, 3 – мультиметр, 4 – камера прессования

Рисунок 39 – Экспериментальная установка для исследования давления органической массы в камере прессования

На графике 41 показана линейная зависимость сопротивления от создаваемого давления на поверхности первичного измерительного преобразователя. В начале эксперимента проводится сравнение параметров с эталонным первичным измерительным преобразователем, при отклонениях более 5% преобразователь не используется, а заменяется на первичный измерительный преобразователь с погрешностью измерения не более 5%. Для построение тарированного графика использовался механический пресс (Испытательный пресс ИП-100 М-АВТО), на котором создавалось контролируемое давление. Тарированные данные принимались за итоговое значение при 10 замерах каждой точки и соответствующей статистической обработке [25, 38, 39, 47].

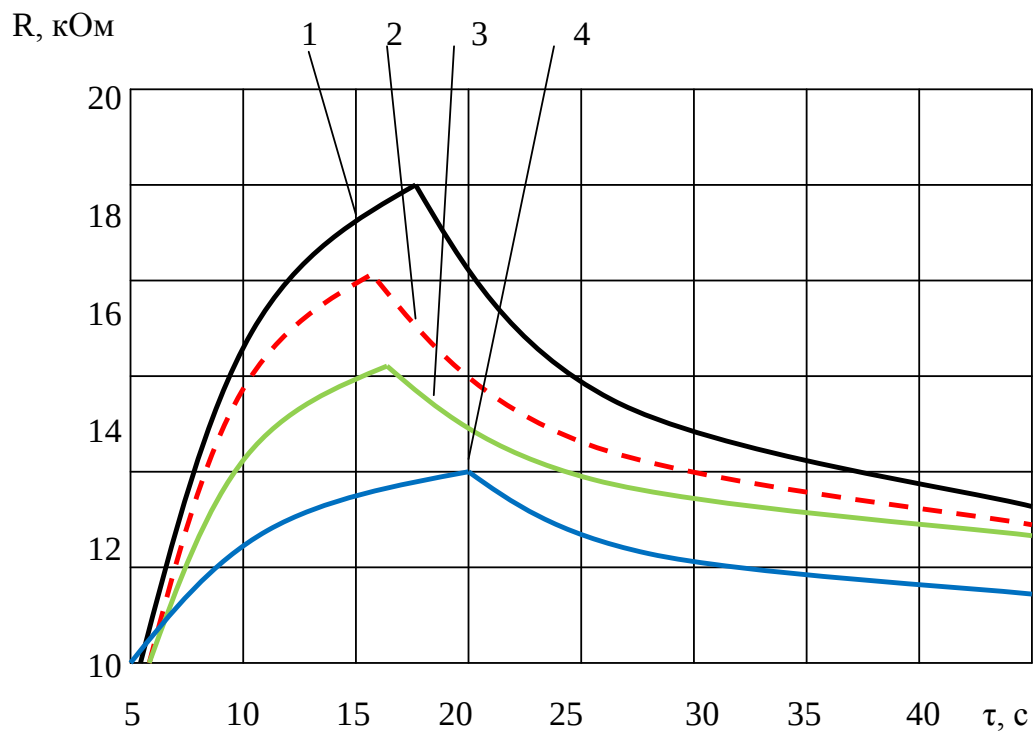


Рисунок 40 - График изменения параметров первичным измерительным преобразователем (данные с мультиметра)

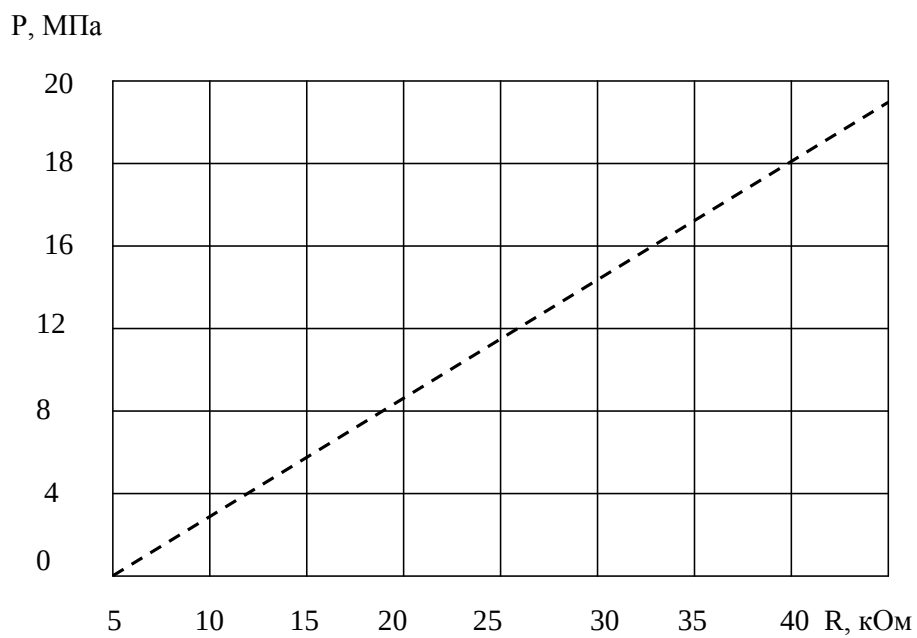


Рисунок 41 - Тарировочный график

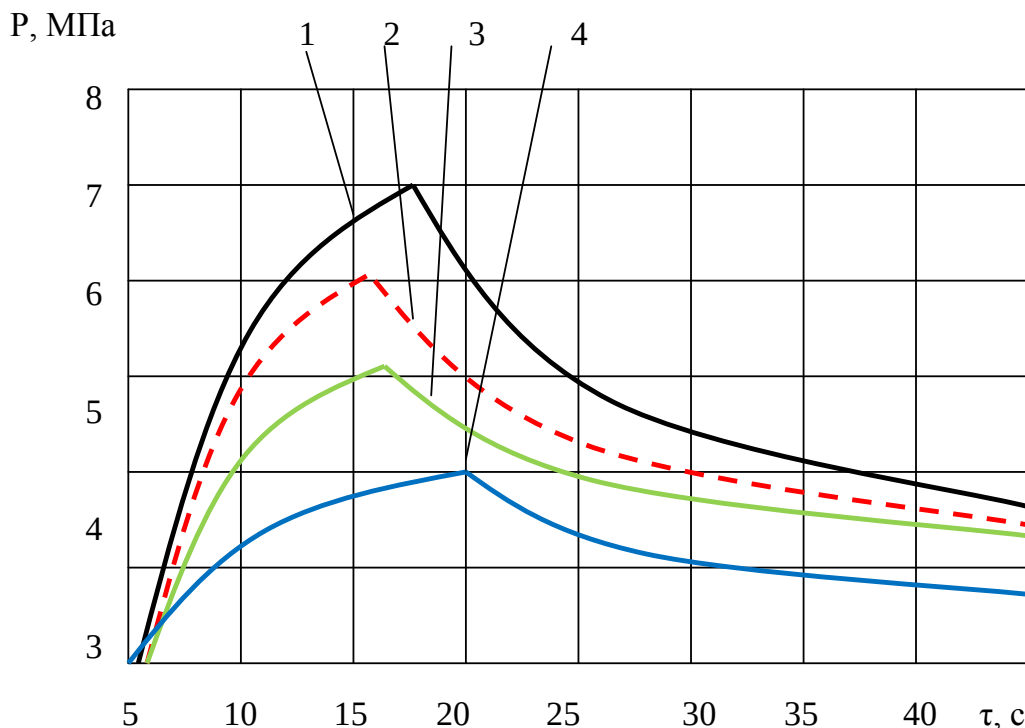


Рисунок 42 - Изменение давления после ножа, в конусе при различной влажности материала 1-влажность 50%, 2 –влажность 55%, 3- влажность 60%, 4- влажность 65%

На рисунке 42 представлена зависимость давления в камере прессования от времени при различной влажности органической массы. Из графика видно, что в первые 20 секунд возникает максимальное давление прессования в камере, а затем снижается по мере выхода брикетов из насадки камеры.

3.14 Методика проведения многофакторного эксперимента

В качестве критерия оптимизации процесса была выбрана «энергоемкость процесса». Она является основным показателем эффективности установки, хорошо регулируется, имеет четкую область определения.

Выбор факторов, влияющих на энергоемкость установки, проводился на основании проведенного нами анализа теоретических исследований и результатов ранних исследований. К числу таких факторов относится: влажность навоза, плотность, количество оборотов рабочего органа (шнеков),

поступательная скорость, а также конструктивные особенности установки. В результате предварительных экспериментов было установлено, что в план эксперимента необходимо включить следующие факторы:

x_1 – влажность исходного сырья, %;

x_2 – плотность исходного сырья, кг/м³;

x_3 – диаметр насадки, мм.

На основании предварительных исследований определены пределы варьирования факторов, при которых производительность достигает требуемых значений. Все сведения, необходимые для постановки эксперимента, представлены в таблице 1.

При планировании эксперимента необходимо решить вопрос о числе повторностей измерений. Для этого проводился предварительный опыт с количеством измерений m , по полученным данным определялась среднеквадратическая ошибка измерений:

Таблица 1– Факторы, принятые для исследований

Факторы и их обозначения	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	нижний (– 1)	базовый (0)	верхний (+1)	
X_1 – влажность исходного сырья, %.	30	40	50	10
X_2 – плотность исходного сырья, кг/м ³ .	600	700	800	100
X_3 – диаметр насадки, мм.	10	17,5	25	7,5

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(m-1)} \sum_i^m (y_i - \bar{y})^2}, \quad (85)$$

где y_i – измеряемая величина;

$\bar{y}$ – среднее арифметическое из m параллельных опытов.

Таким образом, при заданной точности измерений ($\Delta = 5\%$), которая не превышает точности прибора и принятой доверительной вероятности $\alpha = 0.95$, число повторностей измерений определялось следующим образом:

$$m = \frac{k_{\alpha}^2 t^2}{\Delta^2}, \quad (86)$$

где k_{σ} – коэффициент вариации, характеризующий изменчивость;

t – коэффициент Стьюдента, принимаемый в зависимости от назначения доверительной вероятности.

$$k_{\sigma} = \frac{\sigma}{\bar{y}}. \quad (87)$$

Отсюда для принятых нами значений доверительной вероятности и точности измерений, а также по результатам предварительных опытов, принимаем число повторностей измерений параметров активации $m=3$ [44].

С целью изучения влияния факторов на энергозатраты установки был проведен многофакторный эксперимент с использованием плана второго порядка Бокса – Бенкина. Он реализован на ПК в программе «Statistica 6.0» [27, 93, 97]. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 2

Таблица 2 – Матрица планирования эксперимента по определению производительности.

№	X1	X2	X2
1	-1	-1	0
2	1	-1	0
3	-1	1	0
4	1	1	0
5	-1	0	-1
6	1	0	-1
7	-1	0	1
8	1	0	1
9	0	-1	-1
10	0	1	-1
11	0	-1	1
12	0	1	1
13	0	0	0
14	0	0	0
15	0	0	0

Для обработки результатов эксперимента и получения уравнения регрессии зависимости производительности от влажности, плотности и количества оборотов рабочего органа, использовалась программа «Statistica 6.0».

3.15 Выводы

1. При проведении экспериментальных исследований использовались методики, методы планирования и физического моделирования, а так же разрабатывали частные методики.

2. Разработана и изготовлена экспериментальная установка для исследования процесса прессования и обоснованы параметры камеры прессования.

3. Разработаны частные методики для исследования влажности, прочности исходного материала, предела прочности гранул и брикетов.

4. Разработана методика исследования энергоемкости процесса прессования.

5. Разработана методика исследований коэффициентов трения подстилочного навоза.

6. Разработана методика исследований температурного режима при изготовлении гранул и брикетов.

ГЛАВА 4 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Характеристики брикетов для выращивания рассады

Применяют брикеты цилиндрической и кубической формы. Брикет кубической формы будет более прочным из-за наличия ребер, имеет больший объем, а, следовательно, и больший запас питательных веществ по сравнению с цилиндрическим горшочком. Брикет в виде куба проще изготавливать, можно складировать и транспортировать на поддонах, поэтому, учитывая все преимущества, считаем брикет кубической формы наиболее приемлемым.

4.2 Физико-механические свойства брикетов

На экспериментальной установке пресс-гранулятора проводили исследования физико-механических свойств, влажности и истинной плотности полученных брикетов [63]. Полученные результаты представлены в графической форме.

На графике (рисунок 43) представлена зависимость влажности полученных брикетов от диаметра насадок. Первоначальная влажность подстильного навоза было 50-52%.

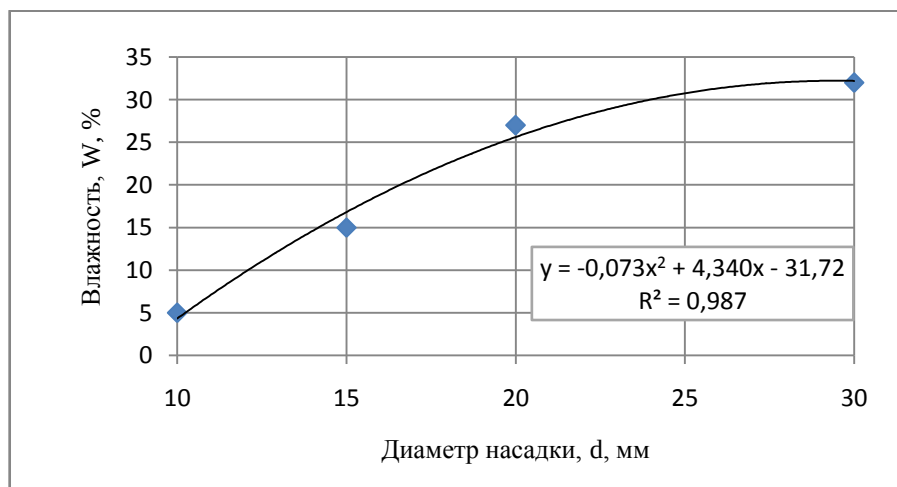


Рисунок 43 – Зависимость влажности гранул и брикетов органических удобрений от диаметра насадок

Из графика видно, что при диаметре насадки 10 мм влажность гранул составляет 6%, а при диаметре 30 мм – влажность 30%. При такой влажности гранулированное удобрение не слеживается, хорошо храниться и соблюдается равномерность при внесении.

На графике (рисунок 44) представлена зависимость истинной плотности брикетов от диаметра насадки.

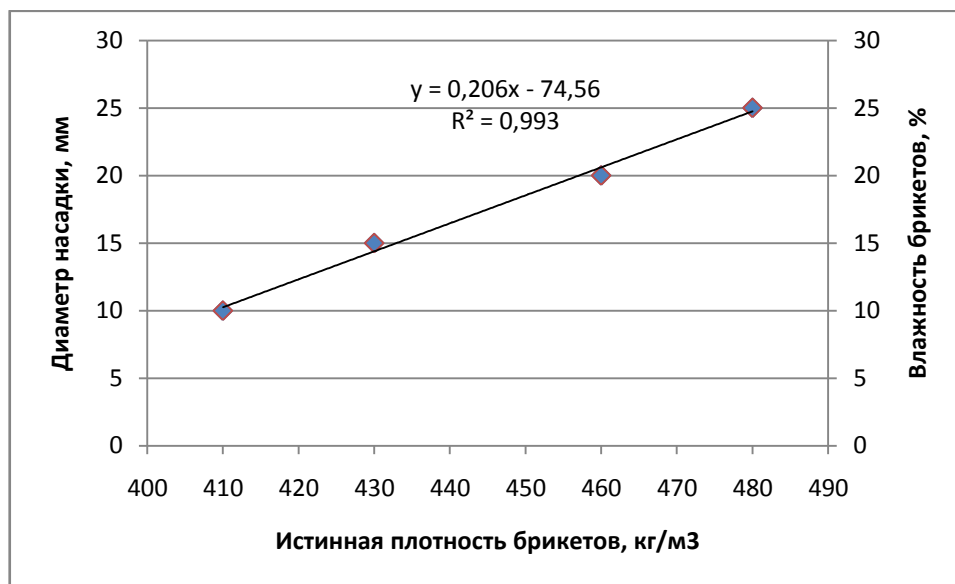


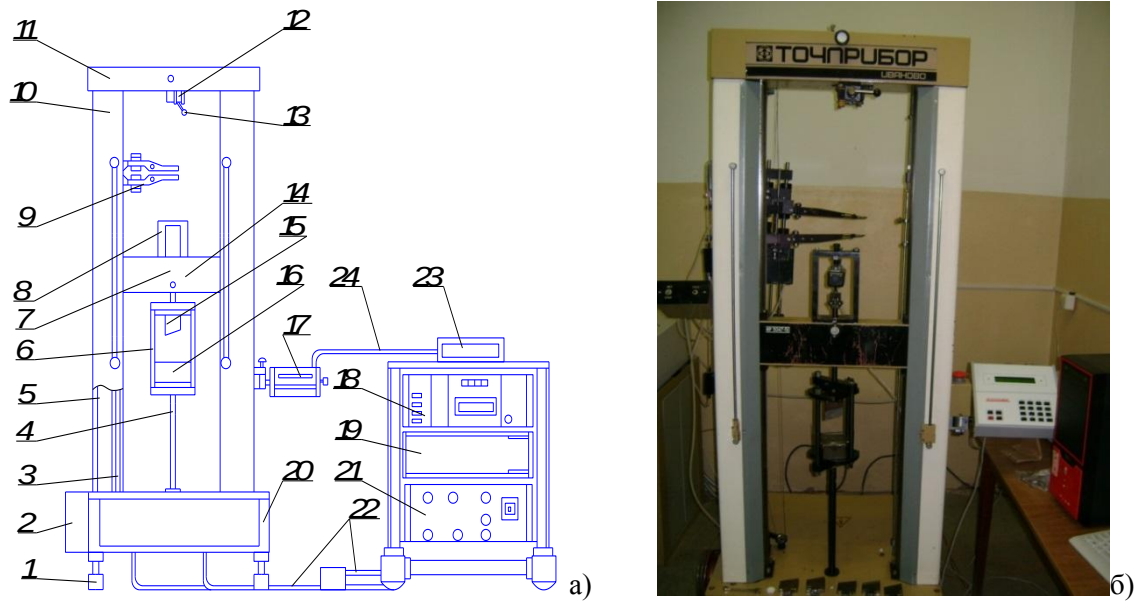
Рисунок 44 – Зависимость истинной плотности гранулированных органических удобрений от диаметра насадки

Из графика рисунка 44 видно, что истинная плотность брикетов в зависимости от диаметра насадок находится в пределах 410 кг/м³ при влажности 10% и 460 кг/м³ при влажности 20%. Так как влага удаляется при прессовании через дренажные отверстия, истинная плотность брикетов меньше плотности подстилочного навоза в 2 раза. Одновременно от брикетов требуется сохранение достаточной прочности при хранении и транспортировке.

Предел прочности сжатия изготовленных органических брикетов проверяли на разрывной машине ИР5047-50-03.

Результаты испытаний представлены на рисунке 46.

Влажность органической массы - 50-60%, влажность брикетов – 13-15%, плотность снижается с 0,8 до 0,15 т/м³ за счет удаления влаги.



1 – виброопоры; 2 – кожух; 3 – направляющая; 4 – крепежная стойка; 5 – винт; 6 – комплект скоб; 7,14 – подвижный траверс; 8 – датчик – силоизмеритель; 9 – устройство измерения деформации; 10 – стойки; 11 – траверс неподвижный; 12 – арретир; 13 – тяга; 16 – стойка; 17 – пульт оператора; 18 – силоизмерительная система; 19 – микропроцессорный блок; 20 – каркас; 21 – силовой блок; 22, 24 соединительные устройства; 23 – принтер.

Рисунок 45 –Схема(а) и общий вид(б)разрывной машины ИР5047-50-03

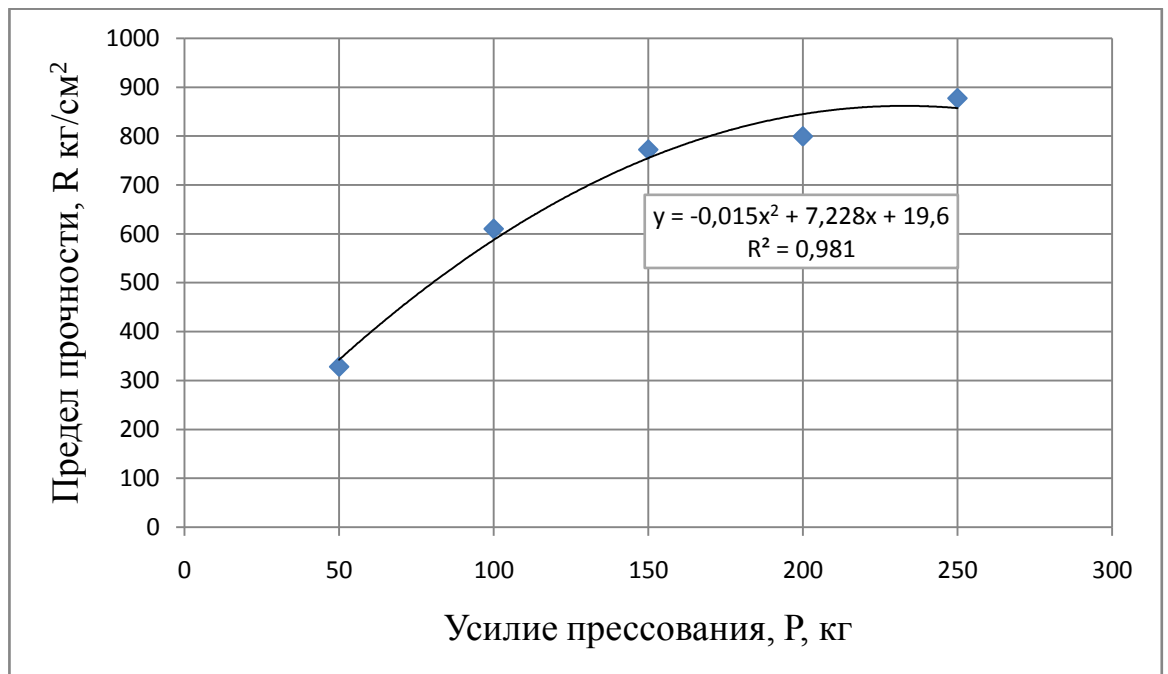


Рисунок 46 – Зависимость предела прочности органических брикетов от усилия прессования

Определена минимально допускаемая прочность органических брикетов, которая находится в пределах от 300 до 850 кг/см². Экспериментально подтверждена зависимость напряжения гранулируемом субстрате от плотности, влажности и времени формования брикетов. Обоснованы основные параметры устройства для изготовления брикетов и разработана методика расчета исходных данных для проектирования экспериментального образца.

Из графика рисунка 46 видно, что предел прочности органических брикетов при давлении 200-250 кг составляет в среднем 800-850 кг/см². Такая прочность позволяет их транспортировать и вносить в открытый грунт.

4.3 Построение зависимости производительности шнекового пресса-гранулятора от скорости прессуемой массы

На рисунке 47 представлена зависимость производительности шнекового пресса от скорости движения прессуемой массы подстилочного навоза.

Из графика, рисунка 46 видно, что производительность пресса находится в пределах от 0,16 до 0,9 т/ч, при скорости массы 1,6 до 7,0 м/с, при увеличении скорости массы производительность увеличивается.

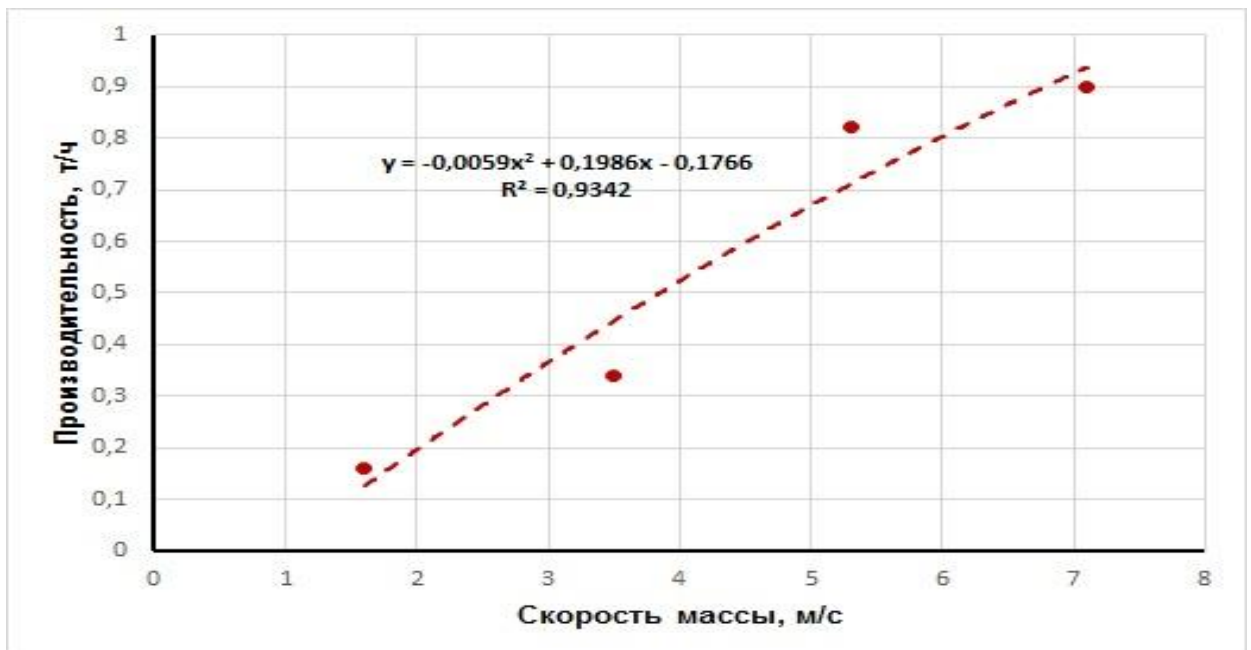


Рисунок 47 – Зависимость производительности шнекового пресса от скорости прессуемой массы

4.4 Результаты исследования зависимости плотности и влажности перепревшего подстилочного навоза от давления

Исследование давления от плотности проводили на разрывной машине ИР5047-50-03. Опыты проводили следующим образом: брали навеску подстилочного навоза, помещали в цилиндр, затем ставили пуансон на подстилочный навоз и на разрывной машине задавали нагрузку сжатия. Опыты проводили в 5 повторностях. После каждого опыта фиксировали нагрузку и подсчитывали плотность и влажность подстилочного навоза. По полученным результатам строили графические зависимости, которые представлены на графиках.

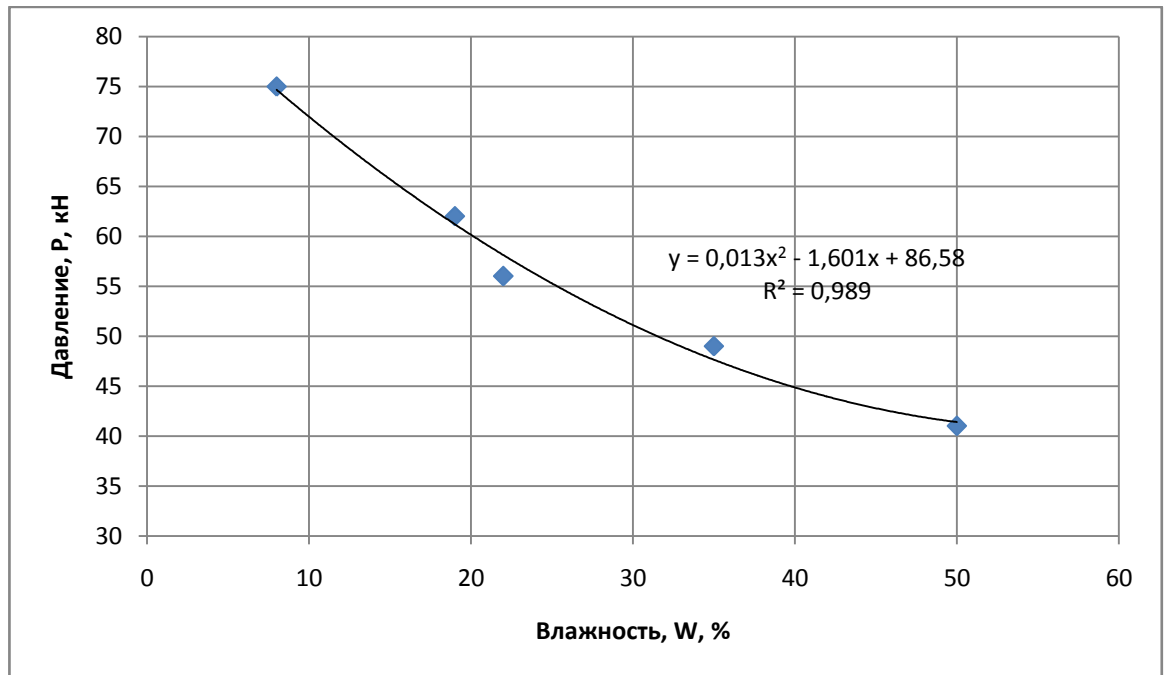


Рисунок 48 – График зависимости влажности подстилочного навоза от давления

Из графика видно, что при увеличении давления до 750 кН влажность подстилочного навоза снижается до 8%.

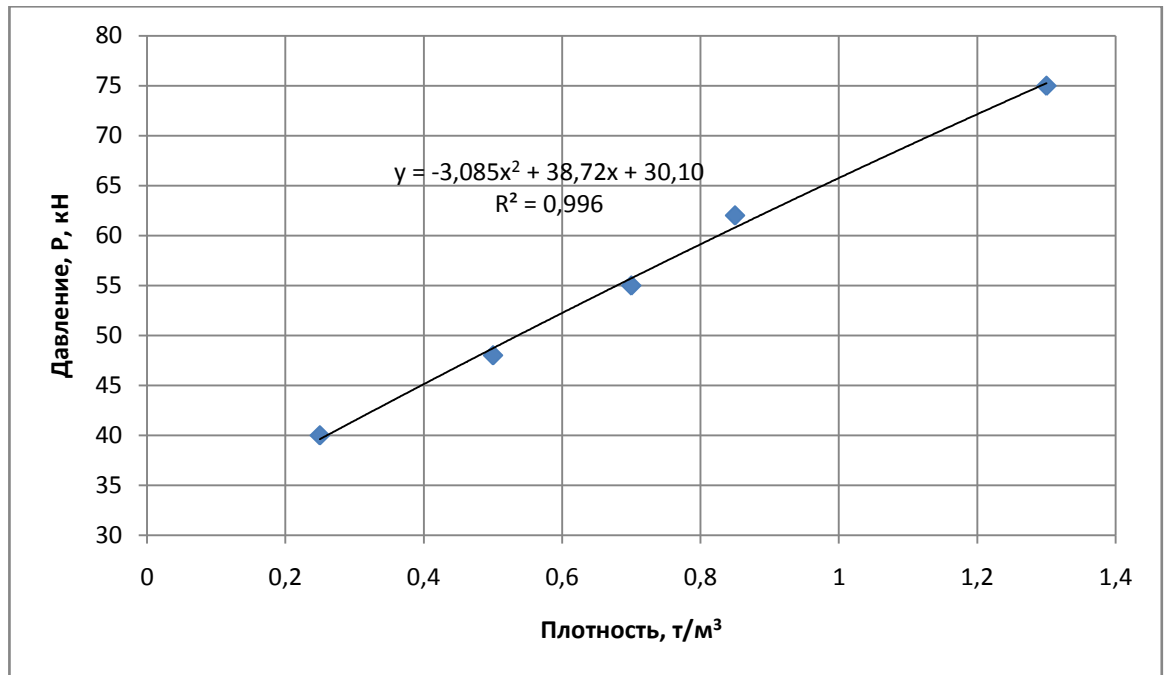


Рисунок 49 – Зависимость плотности подстилочного навоза от давления

Из графика рисунка 49 видно, что при увеличении давления плотность навоза пропорционально увеличивается

4.5 Результаты многофакторного эксперимента

Был проведен многофакторный эксперимент определения зависимости энергоёмкости от исходной влажности сырья, исходной плотности сырья и размера насадки.

Полученные данные были сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результат многофакторного эксперимента

Размер насадки	Плотность	Влажность	Энергоемкость
1	2	3	4
25,00000	700,00000	50,00000	0,078
17,50000	800,00000	30,00000	11,1
10,00000	700,00000	50,00000	2,2
25,00000	700,00000	30,00000	1,69
25,00000	600,00000	40,00000	0,777
17,50000	600,00000	30,00000	5,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
17,50000	700,00000	40,00000	8,625
17,50000	700,00000	40,00000	8,625
17,50000	800,00000	50,00000	0,322
10,00000	600,00000	40,00000	3,6
17,50000	600,00000	50,00000	0,126
10,00000	700,00000	30,00000	10,5
17,50000	700,00000	40,00000	1,696
10,00000	800,00000	40,00000	30
25,00000	800,00000	40,00000	0,85

По данным таблицы были построены графики зависимостей

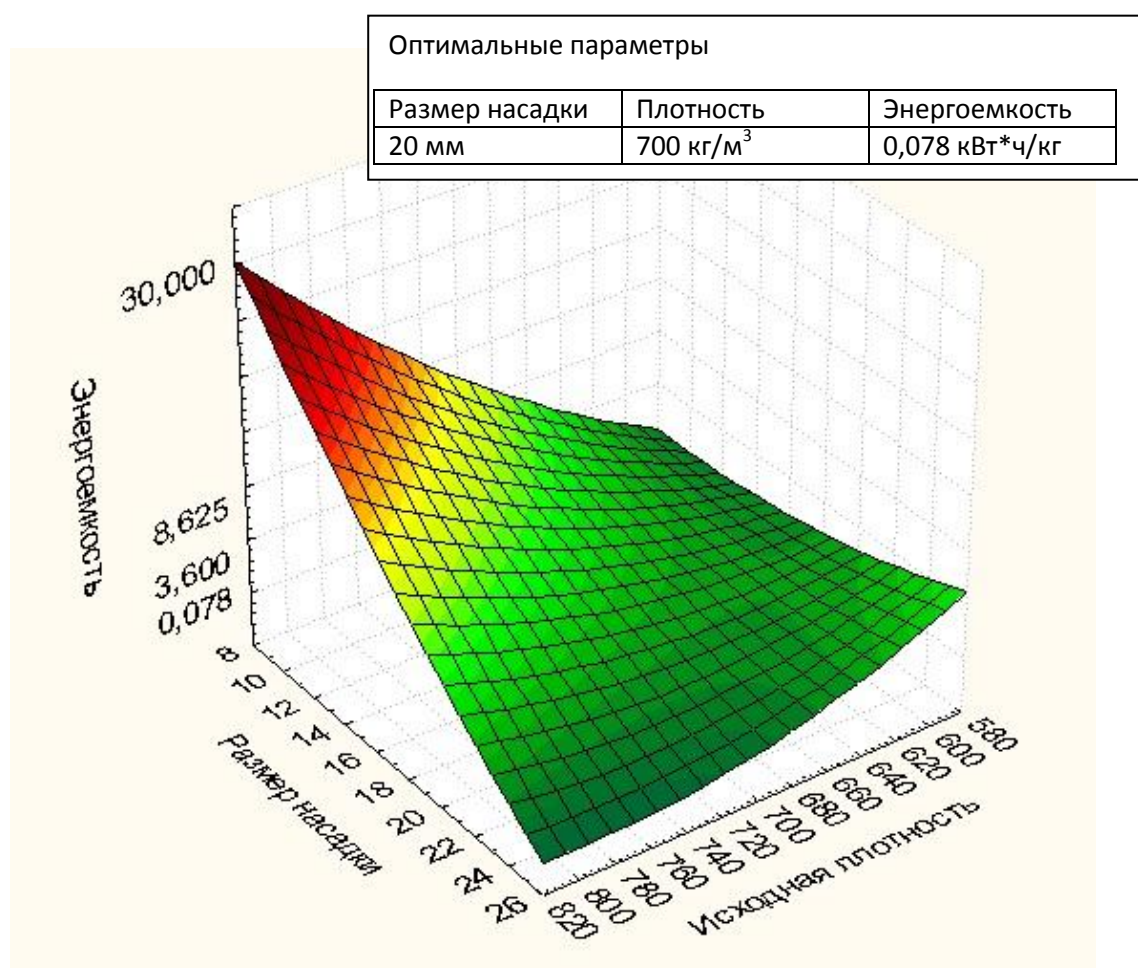


Рисунок 50 – Зависимость энергоемкости от исходной плотности и размера насадки

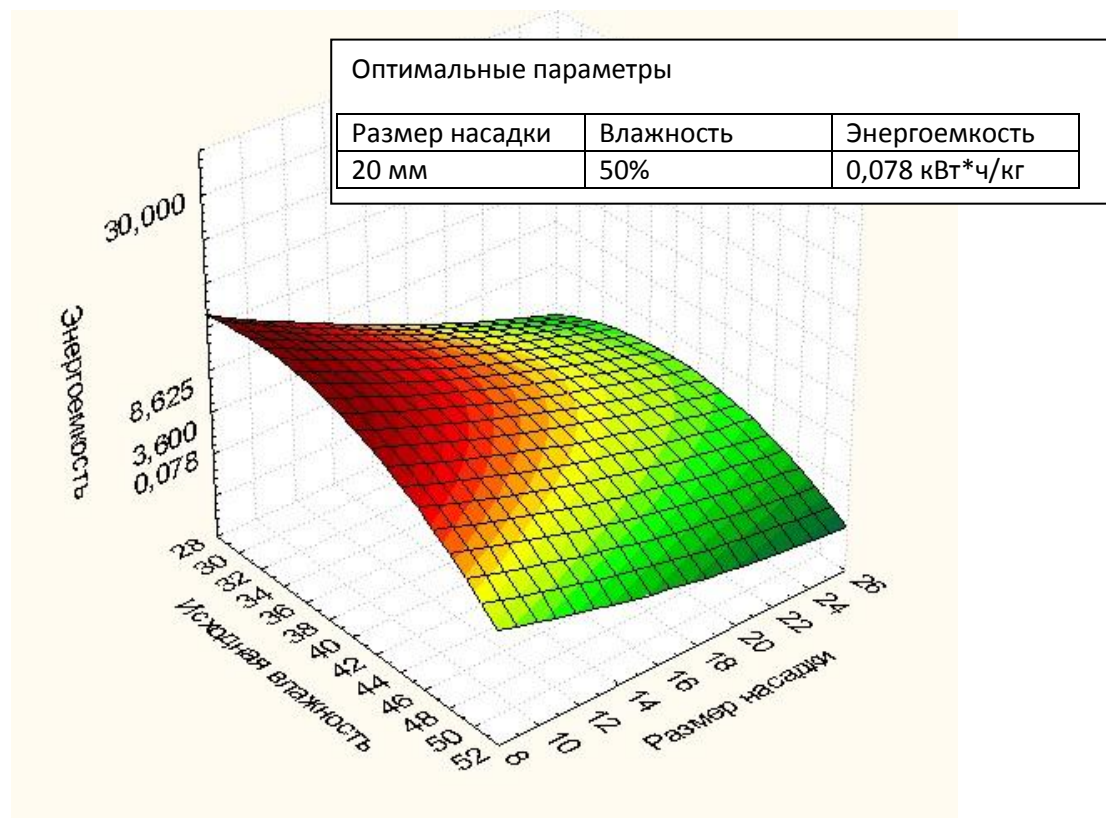


Рисунок 51 – Зависимость энергоемкости от исходной влажности и размера насадки

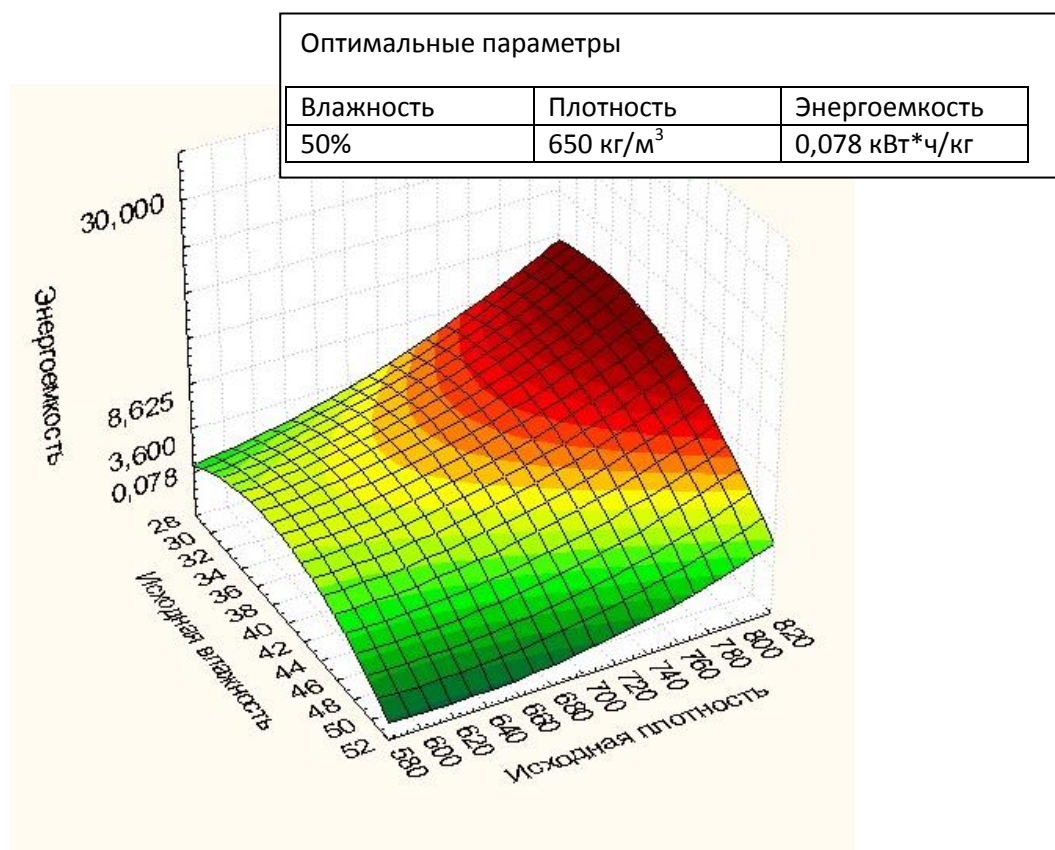


Рисунок 52 – Зависимость энергоемкости от исходной влажности и исходной плотности сырья

При анализе полученных данных были установлены следующие оптимальные параметры:

- Исходная влажность сырья 45-50%
- Исходная плотность 600-750 кг/м³
- Размер насадки 20 мм
- Энергоемкость 0,078 кВт*ч/кг

При использовании таких параметров при прессовании было получено минимальное значение энергоемкости процесса, а так же полученные брикеты имели оптимальные параметры для произрастания растений и транспортировки:

- Влажность 20%
- Плотность 450 кг/м³
- Прочность 800-850 кг/см²

4.6 Результаты прессования брикетов для выращивания рассады

Были получены образцы брикетов из перепревшего подстильного навоза. Параметры полученных брикетов: плотность 410-460 кг/м³, прочность 800 кг/см², влажность 10-20%, размеры 20*20*50 мм [71, 72, 175].



Рисунок 53 – Образцы брикетов для выращивания рассады томатов



Рисунок 54 –Образцы рассады томатов, выращенной в брикетах

4.7 Результаты определения критических параметров работы пресса

Взрыв явился следствием перехода жидкости (воды), которая находилась в материале в пар, вследствие того, что пар занимает больший объем, чем вода, при этом общий объем пресса остался постоянным. Это обусловило движение пара и частиц материала в направление наименьшего сопротивления. При использовании в качестве исходного сырья подстилочного навоза влажностью 75-80% в процессе прессования влага не успевает уходить полностью из камеры прессования через дренажные отверстия, органическая масса нагревается до 100°C и в результате происходит взрыв.

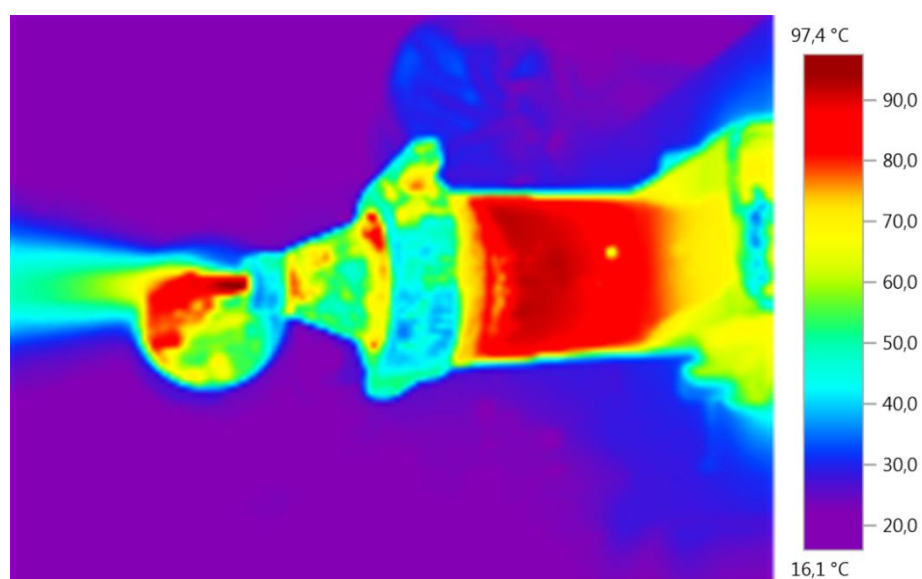


Рисунок 55 - Термограмма взрыва

4.8 Характер изменения давления в камере прессования

На рисунке 56 представлено изменение давление в выходной части прессы в конусе при различной влажности материала

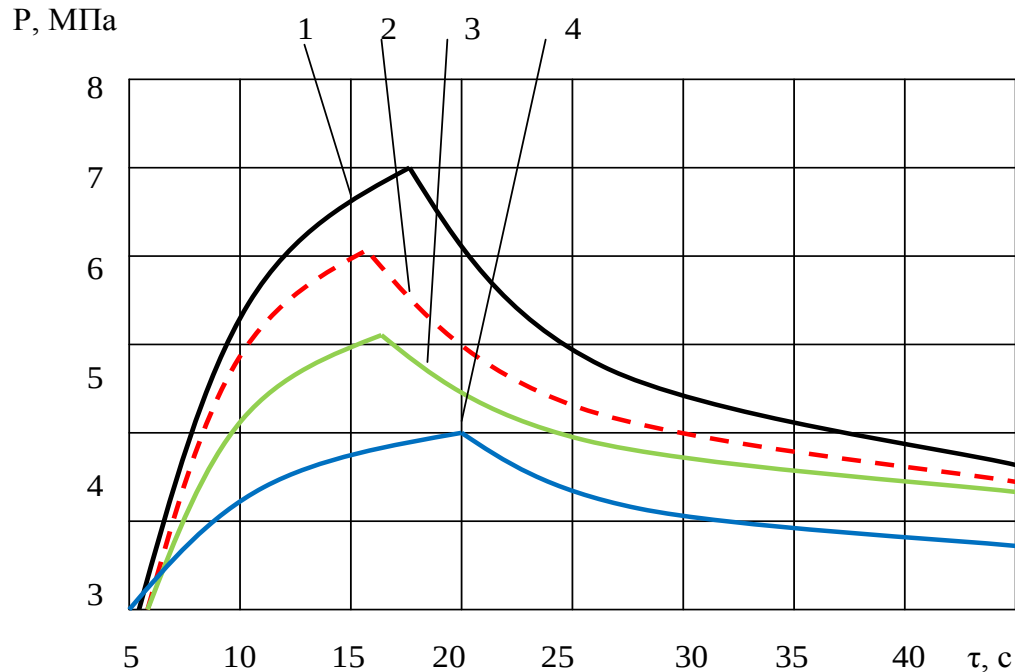
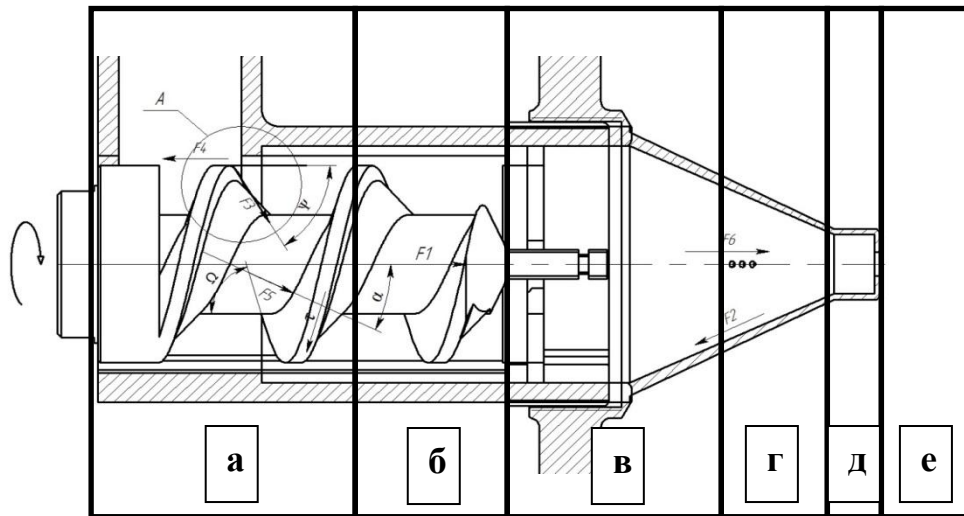


Рисунок 56 - Изменение давления после ножа, в конусе при различной влажности материала 1-влажность 50%, 2 – 55%, 3- 60%, 4- 65%

На рисунке 56 полученная зависимость связана с рабочим процессом в прессе, нарастающее давление с течением временем сменяется падением, так как наблюдается обратное перемещение материала и эта зона высвобождается, что фиксируется показанием датчика. Физико-механические свойства материала оказывают влияние на величину давления, так большая влажность материала приводит к снижению давления, а низкая влажность вызывает увеличение трения материала о корпус, что сопровождается увеличением температуры на поверхности корпуса [62].

4.9 Результаты экспериментальных исследований температуры при прессовании перепревшего подстилочного навоза



а – зона загрузки подстилочного навоза, б – зона последних витков шнекового пресса, в – зона деформации и прессования массы, г – зона нагрева массы, д – температура брикетов, е – температура остывания брикетов

Рисунок 57 - Схема температурного режима в зонах пресса

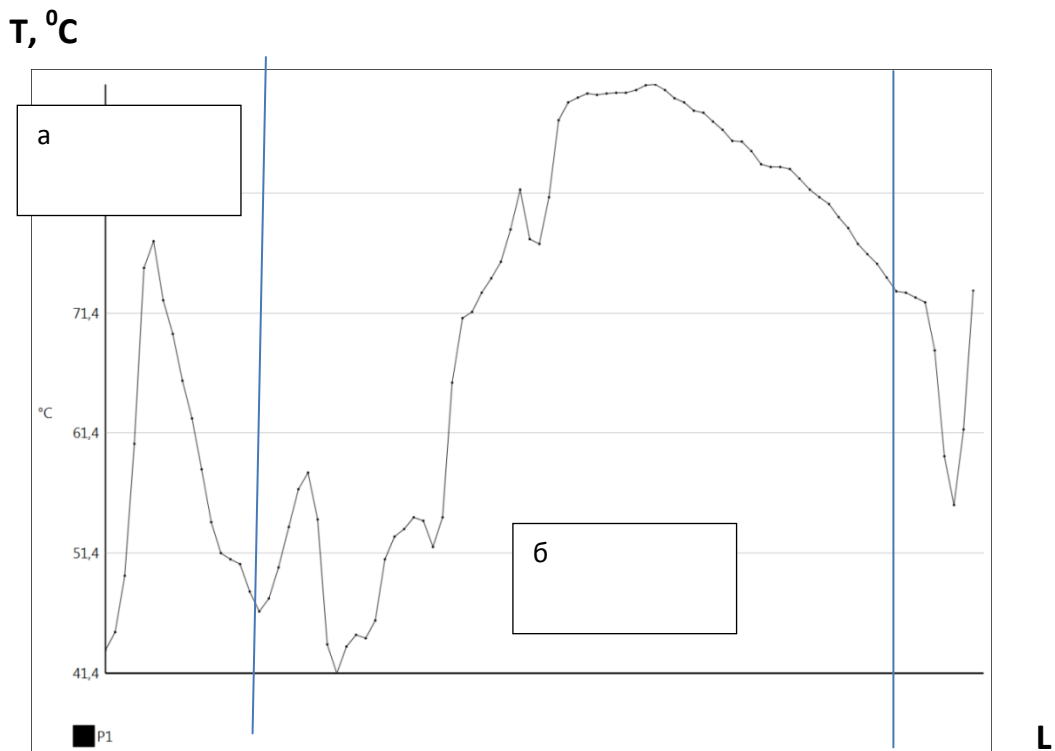
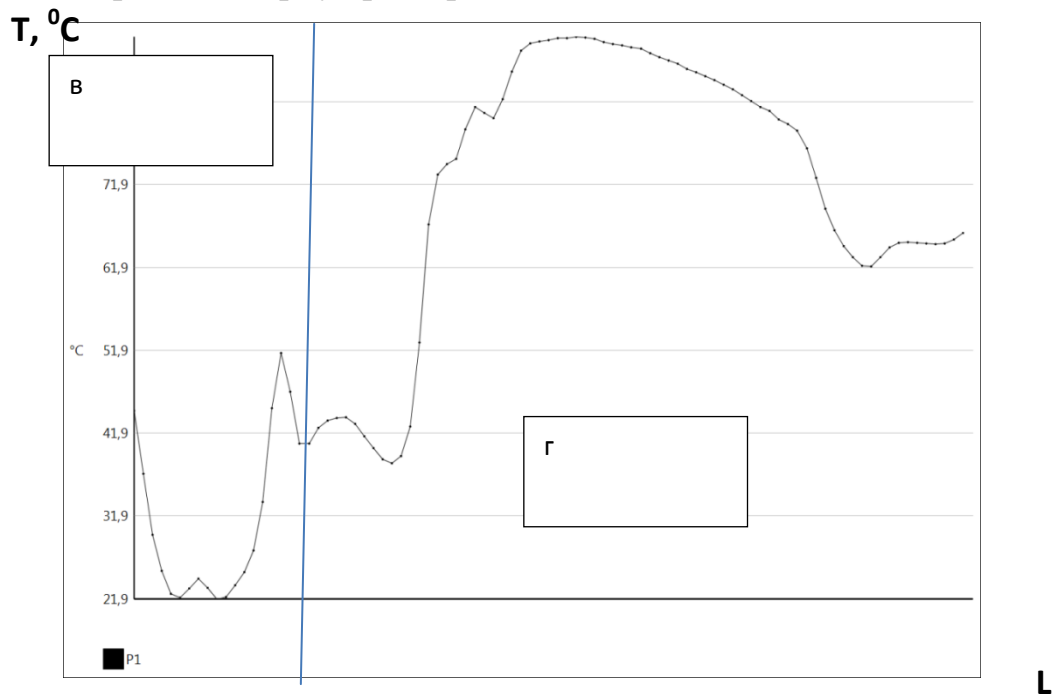


Рисунок 58 - Температурный профиль на поверхности пресса

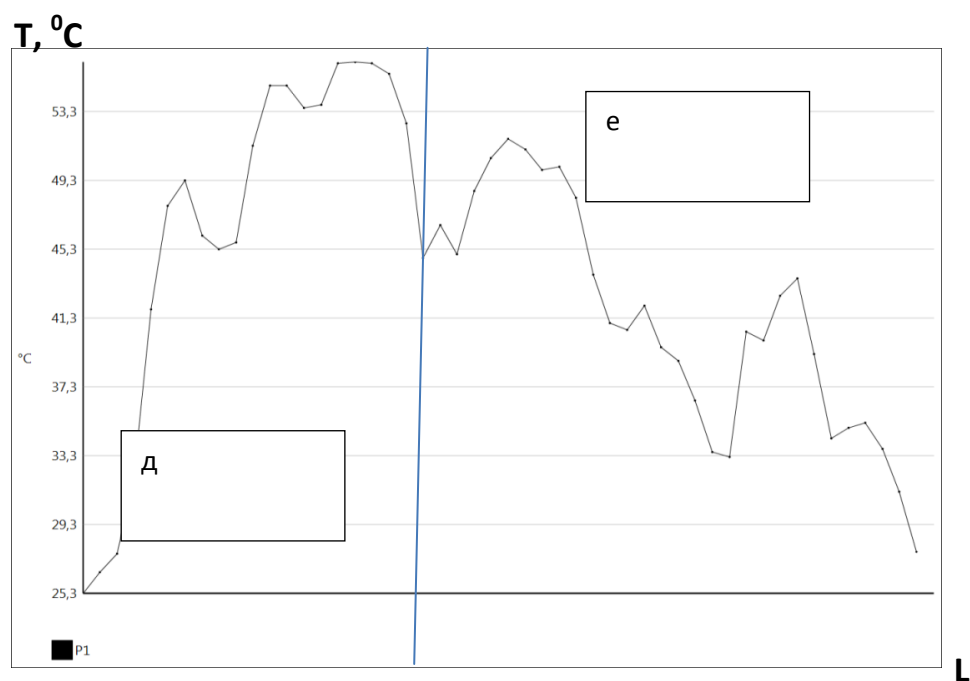
Участок (а) соответствует зоне загрузки, а участок (б) зоне, где располагается нож, который вызывает усиленное трение материала о корпус, так как в этом месте формируется цилиндрической слой материала, который в момент трения о корпус разогревается.



в — зона деформации и прессования массы,

г — зона нагрева массы.

Рисунок 59 - Температурный профиль на поверхности пресса



д - температура брикетов, е – зона остывания брикетов

Рисунок 60 - Температурный профиль гранулированного материала

Результаты экспериментальных исследований температуры при работе пресса для брикетов на рисунке 59.

Из диаграммы 59 видно, что температура возрастает в зоне **а**, соответствующей зоне загрузки, а затем снижается и, подходя к последнему витку шнека в зону **б**, температура возрастает до 90°C .

На рисунке 60 представлен температурный профиль в навозе **в**, где происходит деформация подстилочного навоза, создается высокое давление массы на стенки камеры прессования и за счет трения о стенки камеры прессования повышается температура прессуемой массы до 50°C , а в зоне **г** температура достигает 90°C , в зоне **д** нагретые брикеты и при выходе из насадки в зоне **е** брикеты остывают.

Термограммы процесса прессования представлены на рисунках (61-63)

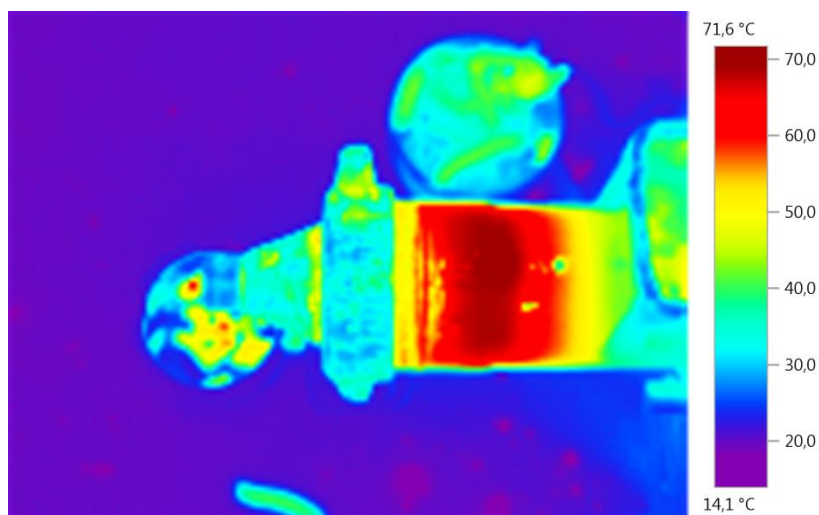


Рисунок 61 - Термограмма боковой поверхности пресса

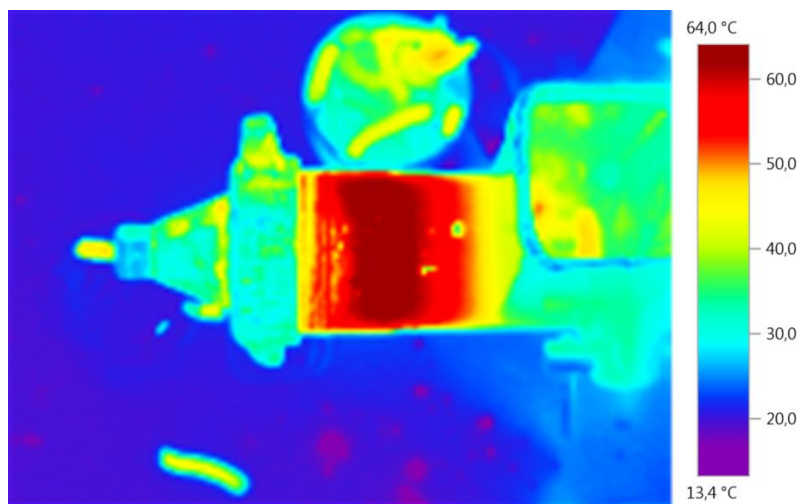


Рисунок 62 - Термограмма боковой поверхности пресса

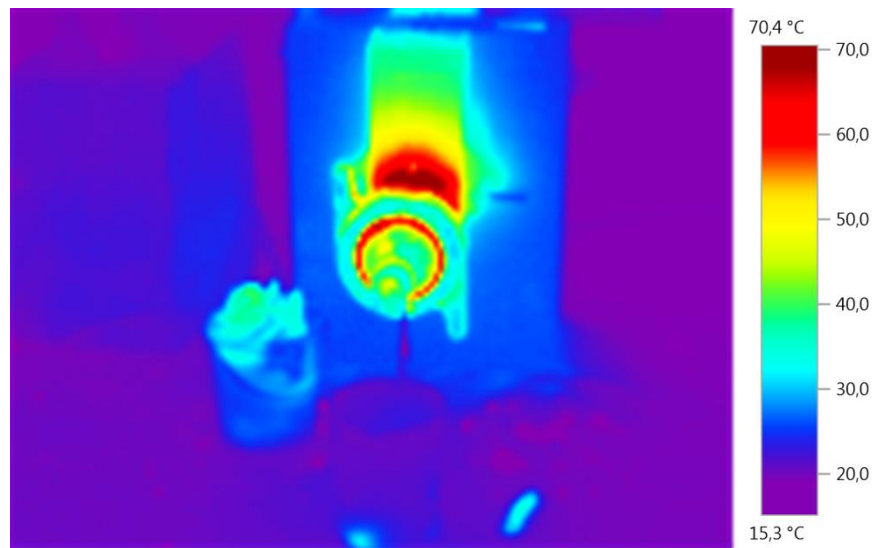
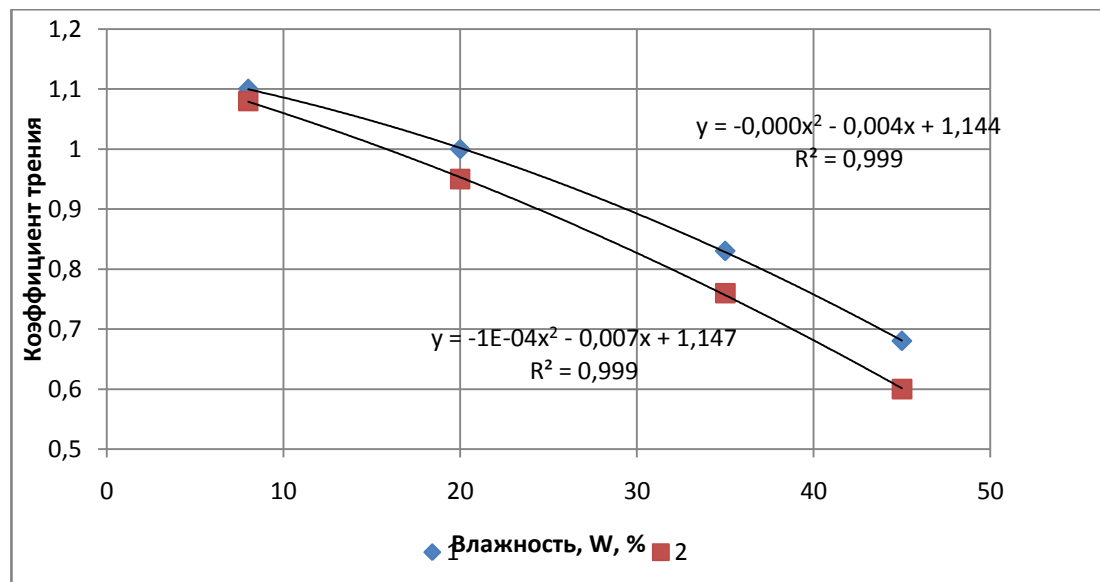


Рисунок 63–Термограмма торцевой части прессы

4.10 Результаты исследований коэффициентов трения покоя и движения перепревшего подстилочного навоза по стали

На рисунке 64 приведены зависимости коэффициентов трения покоя и движения по стальной поверхности в зависимости от влажности навоза.



1 – коэффициент трения покоя;

2 – коэффициент трения движения

Рисунок 64 - Зависимость коэффициентов трения покоя и движения перепревшего подстилочного навоза от влажности.

На графике представлены результаты экспериментальных исследований коэффициентов внешнего трения движения и покоя подстилочного навоза в зависимости от влажности. Из графика видно, что коэффициент внешнего трения подстилочного навоза покоя при влажности навоза 10...50% находится в пределах от 1,1 до 0,68, а коэффициент внешнего трения движения в пределах от 1,08 до 0,6.

Снижение коэффициентов внешнего трения покоя и движения объясняется тем, что выделяемая влага из навоза на поверхность трения выполняет функцию смазки.

4.11 Результаты исследования коэффициентов внешнего трения подстилочного навоза от давления

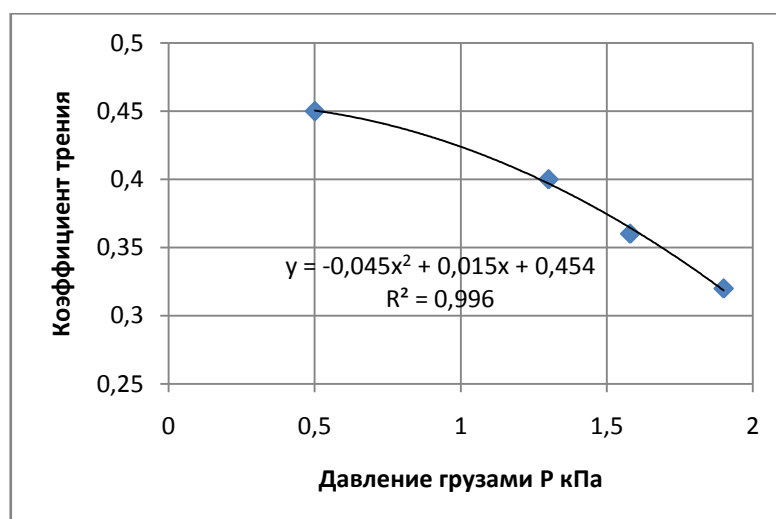


Рисунок 65 - График зависимости коэффициентов внешнего трения подстилочного навоза от давления по стальной поверхности

Из графика видно, что коэффициент трения находится в пределах 0,45...0,32. При увеличении давления коэффициент внешнего трения незначительно снижается.

4.12 Результаты экспериментальных исследований истинной плотности брикетов

По полученным данным построен график зависимости истинной плотности брикетов от влажности.

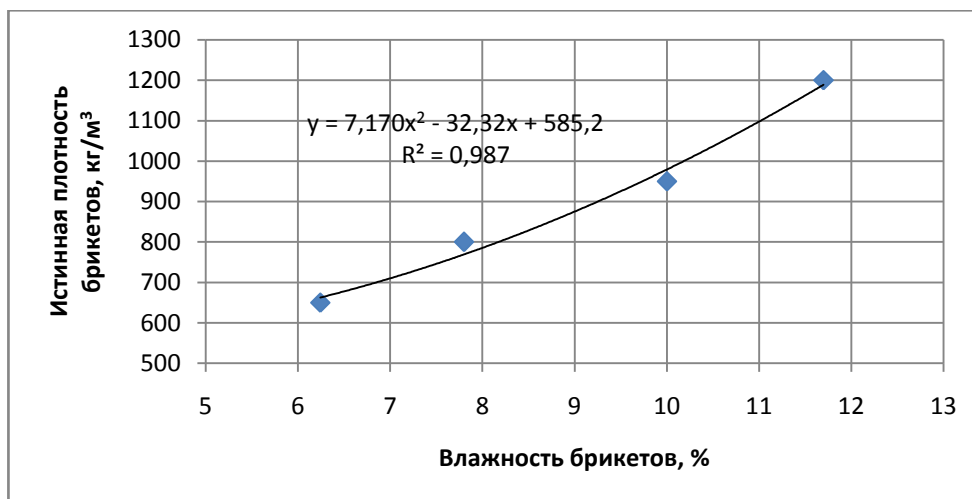


Рисунок 66 – Зависимость истинной плотности брикетов от влажности

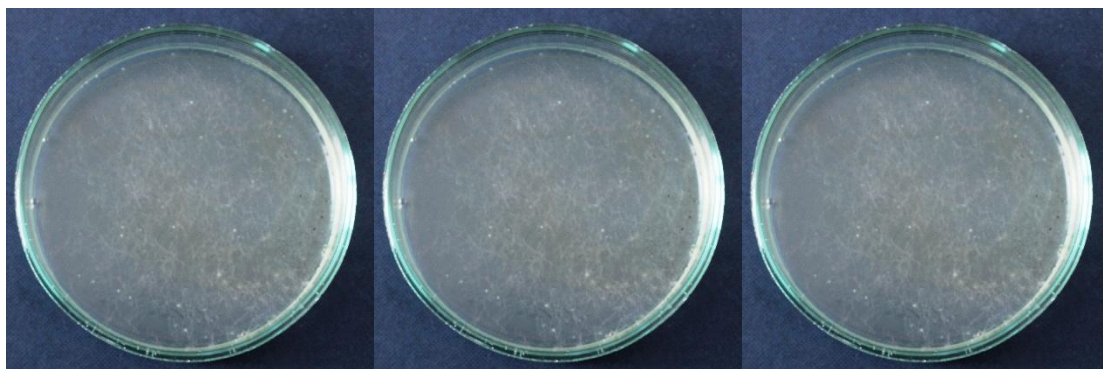
Из графика видно, что истинная плотность брикетов с увеличением их влажности от 6,24...11,7% повышается в 2 раза с 650...1200 кг/м³.

4.13 Результаты исследования процесса прорастания семян трав

Исследование процесса прорастания семян трав проводили следующим образом. Перед изготовлением брикетов на один килограмм подстилочного навоза добавляли семена клевера красного, коостра и тимopheевки по 50 граммов, тщательно перемешивали, затем включали пресс и изготавливали брикеты. Для исследования прорастания семян трав изготовленные брикеты укладывали в чашки Петри и увлажняли водой при температуре 20°C. Образцы освещались дневным светом в течение 20 дней. Опыты проводили в трехкратной повторности, результаты представлены на рисунке 65 и 66.



Рисунок 67 – Органический материал до и после прессования



I

II

III

I, II, III – повторности проведения опытов

Рисунок 68 – Образцы брикетов на проращивание семян после изготовления

Из рисунка 68 видно, что семена трав и сорных растений, добавленные в подстилочный навоз, после изготовления брикетов погибли в шнековом прессе.

4.14 Выводы

1. Проведенные исследования физико-механических свойств гранул и брикетов показали, что влажность гранул при диаметре насадки 10 мм составила 6%, а истинная плотность 120 кг/м^3 .

2. Установлено, что брикетирование подстилочного навоза возможно при влажности 45-50% и оптимальный угол камеры прессования равен 45° , при увеличении угла камеры прессования резко повышается усилие прессования.

3. Проведенный многофакторный анализ зависимости энергоемкости от влажности и плотности исходного сырья и от диаметра насадки показал, что при диаметре насадки 20 мм энергоемкости составила $0,078 \text{ кВт*ч/ед.}$

4. В камере прессования органическая масса деформируется и возникает усиленное трение о стенки, в результате повышается температура до 90°C , что позволяет гигиенизировать полученные гранулы и брикеты.

ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

5.1 Расчет экономической эффективности

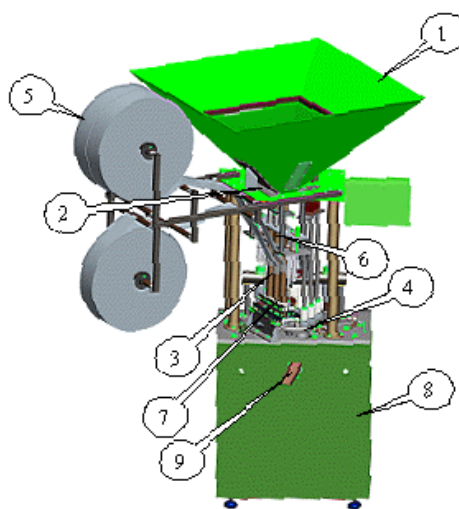
Для оценки эффективности шнекового пресса за базовый вариант устройства для изготовления органического удобрения - принят пресс-брикетировщик торфяных таблеток. Новый вариант машины – разработанный шнекового пресс.

Базовый вариант: существующий пресс-брикетировщик торфяных таблеток.

Пресс - брикетировщик торфосмеси предназначен для изготовления торфяных таблеток - посадочных брикетов из обогащенного торфа, покрытых специальной оболочкой.

Торфяные таблетки применяются в отрасли, производящей посадочный материал для растениеводства.

Оборудование позволяет использовать для изготовления таблеток торфосмесь различного состава в зависимости от того, для выращивания какой культуры будут использоваться торфяные таблетки.



1 - бункер, 2 - объемные дозаторы, 3 - рукава, 4 - поворотный стол, 5 - рулоны, 6 - воротниковые формирователи, 7 - термоножи, 8 - станина, 9 - желоб.

Рисунок 69– Пресс - брикетировщик торфосмеси

Сырье засыпается в бункер (1) емкостью 180 л с помощью объемных дозаторов (2) шибберного типа заполняет через три рукава (3) соответствующие матрицы в поворотном столе (4). Одновременно упаковочный материал с рулонов (5) протягивается через воротниковые формователи (6) по наружной стороне рукавов (3) до касания дна матрицы. Затем происходит обрезка упаковочного материала термоножами (7). Поворотный стол (4) разворачивается на 120°С приводом размещенным внутри станины (8).

Происходит процесс прессования таблеток с помощью пневмоцилиндров, расположенных также внутри станины под поворотным столом.

Во время прессования происходит процесс спекания наружных поверхностей таблеток с помощью тенов, вмонтированных снизу и сверху от прессуемых таблеток.

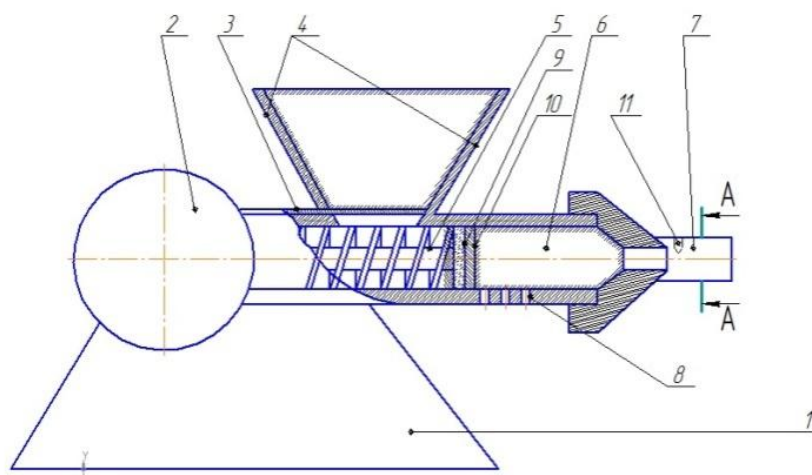
На следующем этапе происходит поворот стола еще на 120 °С с выгрузкой спрессованных таблеток на наклонный желоб (9), по которому таблетки перемещаются в накопительную тару, установленную перед станией.

Данный способ обеспечивает поточность и круглогодичность процесса производства, экологическую безопасность [43].

Существующий пресс - брикетировщик торфосмеси для производства органических удобрений имеет ряд недостатков: органическая масса состоит из нескольких компонентов и связующих веществ, необходимость преодоления корневой системой дополнительного сопротивления при росте из-за высокой плотности таблеток, использование в качестве органического вещества торфа.

Новый вариант – шнековый пресс перепревшего подстилочного навоза.

Шнековый пресс (патент №121501) подстилочного навоза и других органических отходов сельскохозяйственного производства содержит раму 1, на которой установлены: электропривод с редуктором 2, загрузочный бункер с дозатором 4, шнек с меняющимся шагом спирали 5, нож 10, противорежущая пластина 9, камера прессования и сменные насадки с разными диаметрами 6.



1 – рама, 2 – электропривод, 3 – корпус пресса, 4 – загрузочный бункер, 5 – камера со шнеком, 6 – камера прессования, 7 – насадка, 8 – дренажные отверстия, 9 – противорежущая пластина, 10 – нож

Рисунок 70 – Схема шнекового пресса подстильного навоза

Шнековый пресс подстильного навоза работает следующим образом: при работе пресса подстильный навоз загружается в бункер откуда шнеком транспортируется в камеру прессования, при сжатии массы влага отжимается и за счет гравитационных сил отводится через дренажные отверстия, а спрессованная масса, проходя через насадку, превращается в гранулу.

Все исходные данные, необходимые для определения сравнительной экономической эффективности по эксплуатационным затратам устройства для изготовления рассадных брикетов из подстильного навоза представлены в таблице 5.

Сравнение выбранных вариантов проведено по эксплуатационным затратам [17]. Сумму экологического, транспортного налогов и сборы Гостехнадзора не определялись, так как машины стационарные, базовый вариант – пресс-брикетировщик торфосмеси, а также новый вариант машин имеющий электрический привод рабочих органов и являются экологически чистыми в работе [75, 87].

В расчёте эксплуатационных затрат использовались данные хронометражей рабочего времени при изготовлении удобрений прессом-

брикетировщиком торфосмеси, заводских и производственных испытаниях пресса (новый вариант). Нормативные акты, цены, услуги и другие руководящие материалы для расчёта экономической эффективности использовались действующие в период 2015-2017 гг. Исходя из того, что оба варианта имеют разную производительность [70], годовая загрузка вариантов получается разной [40].

Таблица 5 - Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

№ п\п	Наименование показателей	Пресс- брикетировщик торфосмеси	Пресс перепревшего подстилочного навоза
1	Балансовая стоимость, руб.	2 350 000	1 250 000
2	Производительность, кг\ч	850	950
3	Кол-во обслуживающего персонала	4	4
4	Мощность оборудования, кВт	10,5	7,5
5	Удельные затраты энергии на получение 1 кг готовой продукции, кВтч/кг	0,012	0,008
6	Цена реализации 1 кг готовой продукции, руб	20	20
7	Часовая тарифная ставка, руб	200	200
8	Отчисления на социальные нужды, %	40	40
9	Амортизационные отчисления, %	11,1	11,1
10	Отчисления на ТО, ремонт, %	7	7
11	Коэффициент использования рабочего времени	0,9	0,9
12	Цена 1 кВтч, руб	2,62	2,62

Годовой объем готового продукта рассчитывали из фактических данных, которые были получены в результате испытаний нового промышленного пресса и пресса торфосмеси [124, 125, 126, 127].

Годовой объем пресса торфосмеси A_T вычисляли по формуле:

$$A_T = \Pi * 24 * Д \quad (88)$$

где Π - производительность пресса торфосмеси, кг/ч;

$Д$ - кол-во рабочих дней в году.

$$A_T = 850 * 24 * 220 = 4\,488\,000 \text{ кг/год}$$

Годовой объем продукции, производимой на прессе, A_{Π} определяли по формуле:

$$A_{\Pi} = \Pi * 24 * Д \quad (89)$$

где Π - производительность пресса, кг/ч;

$Д$ - кол-во рабочих дней в году.

$$A_{\Pi} = 950 * 24 * 220 = 5\,016\,000 \text{ кг/год}$$

Для расчета удельных затрат труда на производство органических удобрений применим формулу:

$$T_{уд} = T_{Г} / A, \text{ чел*ч/кг} \quad (90)$$

где $T_{уд}$ - затраты труда удельные, чел*ч/кг;

$T_{Г}$ - затраты труда в год, чел*ч;

A - годовой объем продукции.

Для расчета годовых затрат труда $T_{Г}$ примнем формулу:

$$T_{Г} = Н * t_{см} * k_{см} * С \quad (91)$$

где $Н$ - кол-во рабочих

$t_{см}$ - время смены

$С$ - кол-во смен в год

$k_{см}$ - коэффициент использования рабочего времени смены

$$T_{Г} \text{ пресс торф} = 4 * 24 * 0,9 * 55 = 4752 \text{ чел*ч}$$

$$T_{Г} \text{ пресс} = 4 * 24 * 0,9 * 55 = 4752 \text{ чел*ч}$$

$$T_{у} \text{ пресс торф} = 4752 / 4\,488\,000 = 0,0011 \text{ чел*ч/кг}$$

Ту пресс = $4752/5\ 016\ 000 = 0,001$ чел*ч/кг

Стоимость полученного удобрения Цт и Цп в ценах реализации:

$$\text{Цт} = \text{Ат} * \text{Ср}, \text{ руб} \quad (92)$$

где Цц - стоимость полученного удобрения в прессе торфосмеси, руб;

Ат - годовой объем производства в прессе торфосмеси, кг;

Срц - цена реализации за 1 кг, руб/кг

$$\text{Цт} = 4\ 488\ 000 * 20 = 89\ 760\ 000 \text{ руб}$$

$$\text{Цп} = \text{Ап} * \text{Срп}, \text{ руб} \quad (93)$$

где Цп - стоимость полученного удобрения в прессе, руб;

Ап - годовой объем производства в прессе, кг;

Срп - цена реализации за 1 кг, руб/кг

$$\text{Цп} = 5\ 016\ 000 * 20 = 100\ 320\ 000 \text{ руб}$$

Для расчета прямых затрат Спр т и Спр п применим формулу:

$$\text{Спр т} = \text{Зт} + \text{Зэт} + \text{Зат} + \text{Зтот}, \text{ руб} \quad (94)$$

где Спр т - прямые затраты пресса торфосмеси, руб;

Зт - затраты на оплату труда рабочих пресса торфосмеси, руб;

Зэт - затраты на электроэнергию пресса торфосмеси, руб;

Зат - отчисления на амортизацию пресса торфосмеси, руб;

Зтот - затраты на ТО и ремонт пресса торфосмеси, руб.

$$\text{Спрп} = \text{Зп} + \text{Зэп} + \text{Зап} + \text{Зтоп}, \text{ руб} \quad (95)$$

где Спр п - прямые затраты на пресс, руб;

Зп - затраты на оплату труда рабочих на пресс, руб;

Зэп - затраты на электроэнергию, используемую прессом, руб;

Зап - отчисления на амортизацию пресса, руб;

Зтоп - затраты на ТО и ремонт пресса, руб.

Расчет затрат на оплату труда произведем по следующей формуле:

$$\text{З} = \text{Чс} * \text{Тг} + 0,01 * \text{Со}, \text{ руб} \quad (96)$$

где Чс - часовой тариф, руб;

Тг - годовые затраты труда, чел*ч;

Со - отчисления на социальные нужды, %

Затраты на оплату труда рабочим составляют:

$$З_{\text{т}} = 200 \cdot 4752 + 0,01 \cdot 40 \cdot 200 = 950\,480 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{п}} = 200 \cdot 4752 + 0,01 \cdot 40 \cdot 200 = 950\,480 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на электроэнергию, опираясь на удельные затраты энергии:

$$З_{\text{э}} = З_{\text{уд}} \cdot A_{\text{г}} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (97)$$

где $З_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$З_{\text{уд}}$ – удельные затраты энергии на производство 1 кг продукции, кВт*ч/кг;

$A_{\text{г}}$ – годовой объем производства, кг;

$Ц_{\text{э}}$ – цена одного кВт*ч, руб.

Затраты на оплату электроэнергии, потребляемую прессом торфосмеси:

$$З_{\text{эт}} = 0,012 \cdot 4\,488\,000 \cdot 2,62 = 141\,102,72 \text{ руб}$$

Затраты на оплату электроэнергии, потребляемую прессом:

$$З_{\text{еп}} = 0,008 \cdot 5\,016\,000 \cdot 2,62 = 105\,135,36 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления рассчитаем по следующей формуле:

$$З_{\text{а}} = B \cdot 0,01 \cdot K_{\text{а}}, \text{ руб} \quad (98)$$

где B – стоимость пресса торфосмеси (пресса), руб;

$K_{\text{а}}$ – норма отчислений на амортизацию, %.

Амортизационные отчисления при использовании пресса торфосмеси составят:

$$З_{\text{ат}} = 2\,350\,000 \cdot 0,01 \cdot 11,1 = 260\,850 \text{ руб.}$$

Амортизационные отчисления при внедрении пресса составят:

$$З_{\text{ап}} = 1\,250\,000 \cdot 0,01 \cdot 11,1 = 138\,750 \text{ руб.}$$

Затраты на ТО и ремонт определим по формуле:

$$З_{\text{тор}} = B \cdot 0,01 \cdot K_{\text{тор}} \quad (99)$$

где B – стоимость пресса торфосмеси (пресса), руб;

Ктор – норма отчислений на ТО и ремонт, %.

Затраты на ТО и ремонт для пресса торфосмеси составят:

$$З_{орт} = 2\,350\,000 * 0,01 * 7 = 164\,500 \text{ руб.}$$

Затраты на ТО и ремонт для пресса составят:

$$З_{орп} = 1\,250\,000 * 0,01 * 7 = 87\,500 \text{ руб.}$$

Для расчета прямых затрат при использовании пресса торфосмеси применим формулу:

$$Спр\,т = 950480 + 141\,102,72 + 260850 + 164500 = 1\,516\,932,72 \text{ руб.}$$

Для расчета прямых затрат при использовании пресса применим формулу:

$$Спр\,п = 950\,480 + 105\,135,36 + 138\,750 + 87\,500 = 1\,281\,865,36 \text{ руб.}$$

Для подсчета годового экономического эффекта воспользуемся формулой:

$$Эг = Цп - Спр - Зоб \quad (100)$$

Где Цп – стоимость произведенной за год продукции, руб;

Спр – прямые затраты на производство, руб;

Зоб – общие затраты на сырье и транспортировку, руб.

$$Зоб = Зс + Зт \quad (101)$$

Зс – затраты на сырье, руб;

Зт – затраты на транспортировку.

Стоимость 1 кг подстильного навоза, прошедшего мезофильный процесс, составляет 5 руб за 1 кг.

Для производства 1 кг брикетов необходимо использовать 3,5 кг подстильного навоза

$$З_{сп} = 17\,556\,000 * 5 = 87\,780\,000 \text{ руб.}$$

Затраты на транспортировку, разгрузку, погрузку по средней цене на рынке составляют 500 руб/т

$$\text{Тогда, } З_{тп} = 17\,556\,000 * 0,5 = 8\,778\,000 \text{ руб.}$$

Стоимость 1 кг торфа, составляет 4,2 руб за 1 кг.

Для производства 1 кг брикетов необходимо использовать 4 кг торфа

$Z_{ст} = 17\,952\,000 * 4,2 = 75\,398\,400$ руб.

Затраты на транспортировку, разгрузку, погрузку по средней цене на рынке составляют 500 руб/т

Тогда, $Z_{тт} = 17\,952\,000 * 0,5 = 8\,976\,000$ руб.

Посчитаем годовую прибыль от пресса торфосмеси:

$\mathcal{E}_{гт} = 89\,760\,000 - 1\,516\,932,72 - 75\,398\,400 - 8\,976\,000 = 3\,868\,667,28$ руб.

Посчитаем годовую прибыль от пресс-гранулятора:

$\mathcal{E}_{гп} = 100\,320\,000 - 1\,281\,865,36 - 87\,780\,000 - 8\,778\,000 = 2\,480\,134,64$ руб.

Срок окупаемости определяется как отношение капитальных затрат к годовому экономическому эффекту [57].

Срок окупаемости пресса составит $1\,250\,000 / 2\,480\,134,64 = 0,5$ года

Срок окупаемости пресса торфосмеси составит $2\,350\,000 / 3\,868\,667,28 = 0,6$ года

Разработанное нами устройство для изготовления рассадных брикетов из подстильного навоза позволяет решить задачу по обеспечению населения в достаточном количестве дешевыми, спелыми овощами с длинным вегетационным периодом развития за счет выращивания их из брикетной рассады в открытом грунте (прил. Б) [61].

5.2 Выводы

1. Результаты производственных испытаний пресса для гранулирования и брикетирования подстильного навоза. Производственные испытания пресса для гранулирования и брикетирования подстильного навоза проводились на ферме крупного рогатого скота ООО учхоз «Племзавод» Комсомolec Мичуринского района Тамбовской области. Подстильный навоз гранулировали с исходной влажностью 45-50% измельченный до 5-100 мм,

прошедший мезофильный процесс. Гранулы получали длиной 30-35 мм и диаметром 10 мм, влажностью 6-10%, с пределом прочности 300-800 кг/см². За период производственных испытаний переработали 5т подстилочного навоза.

2. Установлено, что производительность устройства прессования перепревшего подстилочного навоза составляет 950 кг/ч. Удельные затраты энергии с применением устройства прессования перепревшего подстилочного навоза составляют 0,008 кВт·ч/кг и удельные затраты труда – 0,0011 чел*ч/кг.

3. Расчет экономической эффективности применения шнекового пресса для изготовления гранул и брикетов из перепревшего подстилочного навоза показал, что годовой экономический эффект составил 2 480 134,64 руб. при сроке окупаемости 0,5 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ существующих способов и средств переработки перепревшего подстильного навоза позволил определить, что перспективными операциями при этом являются гранулирование и брикетирование. Проведенные исследования позволили предложить конструкцию пресса для изготовления гранул и брикетов из перепревшего подстильного навоза.

2. На основе анализа полученных результатов были установлены оптимальные физико-механические свойства: исходная влажность сырья 45-50%, насыпная плотность навоза 600-750 кг/м³, полученные брикеты имели влажность 10% при плотности 410 кг/м³, а при влажности 20% плотность 460 кг/м³. Параметры полученных брикетов: плотность 410-460 кг/м³, прочность 800 кг/см², влажность 10-20%, размеры 20*20*50 мм.

3. На основании теоретических исследований получены аналитические выражения для определения усилия прессования перепревшего подстильного навоза в шнековом прессе, мощности, затрачиваемой на прессование, параметров теплообмена в камере и выражения температурного профиля поверхности камеры прессования.

4. Экспериментальными исследованиями установлено, что энергоемкость процесса прессования составила 0,078 кВт*ч/кг, максимальная температура в зоне камеры прессования составила 90⁰С, при выходе гранул и брикетов – 60⁰С.

5. Расчет экономической эффективности применения шнекового пресса для изготовления гранул и брикетов из перепревшего подстильного навоза показал, что годовой экономический эффект составил 2 480 134,64 руб. при сроке окупаемости 0,5 года.

Рекомендации производству.

Полученные результаты можно использовать при проектировании пресса для изготовления брикетов из перепревшего подстильного навоза для выращивания рассады овощных культур.

Перспективы дальнейшей разработки темы.

В дальнейшем целесообразно совершенствовать конструкцию пресса для изготовления брикетов из перепревшего подстильного навоза с учетом рекомендуемых параметров при брикетировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.С. 1397309 (СССР). Валковый пресс для брикетирования / И.И. Петраченко и др. - Оpubл. в Б.И., 1988. - №19.
2. А.С. 1459936 (СССР). Шнековый пресс для отжима жидкости / Ю.А. Заяц и др. - Оpubл. в Б.И., 1989. - №18.
3. А.С. 1479326 (СССР). Пресс для брикетирования сыпучих материалов/ А.С. Парфенок и др. - Оpubл. в Б.И., 1989. - №18.
4. А.С. 1497045 (СССР). Горизонтальный брикетировочный пресс/ Р.П. Джавахян и др. - Оpubл. в Б.И., 1989. - №28.
5. А.С. 1546018 (СССР). Способ выращивания растений / Г.Г. Русин и др. - Оpubл. в Б.И., 1990. - №8. - с. 18.
6. А.С. 1546019 (СССР). Способ выращивания овощных культур/ Г.П. Хлястиков и др. - Оpubл. в Б.И., 1990. - №8. - с. 18.
7. А.С. 1641501 (СССР). Формовочная машина / В.И. Вербицкий, А.В. Конышев. - Оpubл. в Б.И., 1991. - №14.
8. А.С. 1683560 (СССР). Смесь для субстратных брикетов / А.М. Абрамец. - Оpubл. в Б.И., 1991. - №38.
9. А.С. 406509 (СССР). Брикет для выращивания растений/ Ю.Ю. Берзиньш и др. - Оpubл. в Б.И., 1973. - №46.
10. А.С. 465765 (СССР). Способ изготовления брикетов для выращивания растений./ Иностранец Одд Мелволд (Норвегия). - Оpubл. в Б.И., 1975. - №5.
11. Агроэкология [Текст] /Под ред. Черника В. – М.: Агропромиздат, 2000. – С. 288–290.
12. Агроэкология [Текст] /Под ред. Черника В. – М.: Агропромиздат, 2000. – С. 286–288.
13. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Макарова, Ю.В. Грановский - М.: Наука - 1976. –С. 279.

14. Андреев, Ю.М. Хорошая рассада - ранний урожай// Картофель и овощи. - 1993.-№1.- С.17-20.
15. Андреев, В.А. Использование навоза свиней на удобрения [Текст] / В.А. Андреев, М.И. Новиков, С.М.Лукин. - М.: Росагропромиздат - 1990.— С.92.
16. Артюшин, А.М. Краткий справочник по удобрениям / А.М. Артюшин, Л.М. Державин – 1984.
17. Архангельский, В.Н. Планирование и финансирование научных исследований [Текст] / В.Н. Архангельский.— М.: Финансы – 1976. –192с.
18. Афанасьев, В.Н. Высококачественный компост [Текст] / В.Н. Афанасьев // Сельский механизатор. – 2005. – №10. – С. 28–29.
19. Афанасьев, В.Н. Проект подготовки свиного навоза к использованию в качестве органического удобрения [Текст] / В.Н. Афанасьев, А.В. Афанасьев // Техника и оборудование для села. – 2009. – №10. – С. 25 – 26.
20. Афанасьев, В.Н. Экологизация – приоритетное направление развития сельскохозяйственного производств [Текст] / В.Н Афанасьев, А.В. Афанасьев.// Экология и сельскохозяйственная техника: материалы 3–й научн.– практ. конф.– Спб, 2002. –№1. – С.85–88.
21. Афанасьев, В.Н.Выбор оптимальной технологии утилизации навоза / В.Н. Афанасьев, А.В. Афанасьев, И.А. Субботин. // Сельский механизатор. - 2015. - №4. - С. 22-23.
22. Аэратор компоста [Текст]: пат.2210199 Рос. Федерация : 7 А 01 С 3/04 / Завражнов А.И., Гордеев А.С., Хмыров В.Д., Миронов В.В.; патентообладатель МичГАУ. – № 2002105415/13; заявл. 28.02.2002; опубл. 20.08.2003, Бюл.№23.
23. Аэрационный биореактор: [Текст]: пат. 2310631 Рос. Федерация: МПК С2 С05 F 3/06 / Миронов В.В., Хмыров В.Д., Никитин П.С., Колдин М.С.; патентообладатель– МичГАУ.— № 2004132670/12; заявл. 20.04.2006; опубл. 20.11.2007, Бюл.№32.

24. Биоконверсия отходов животноводства и птицеводства [Текст] / Сельский механизатор. – 2007. – №12. – С. 30 – 31.
25. Большев, Л.Н., Таблицы математической статистики [Текст] / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 33с.
26. Бондаренко, А.М. Безотходная технология переработки навоза в концентрированное органическое удобрение [Текст] / А.М. Бондаренко, С.П. Короленко // Техника и оборудование для села. – 2009. – №7. – С. 20–21.
27. Боровиков, В.П. Прогнозирование в системе Statistica в сфере Windows [Текст] / В.П. Боровиков, И.Г. Ивченко. – М: Финансы и статистика, 1999. – 381с.
28. Боровков, А.А. Математическая статистика [Текст] / А.А. Боровков. – М.: Наука, 1984. – 246с.
29. Боровков, А.А. Теория вероятностей [Текст] / А.А. Боровков. – М.: Наука, 1986. – 160с.
30. Брюханов, А.Ю. Повышение эффективности переработки отходов животноводства путем формирования адаптивных технологий с учетом экологического критерия / А.Ю. Брюханов, Э.В. Васильев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства – 2015. - № 4 (20). - С. 162-166.
31. Брюханов, А.Ю. Математическая модель технологии ускоренного компостирования отходов животноводства в биоферментационных установках закрытого типа / А.Ю. Брюханов, Р.А. Уваров // Известия КГТУ – 2016. - № 41. - С. 137-147.
32. Брюханов, А.Ю. Стратегия управления отходами предприятий птицеводства на основе внедрения наилучших доступных технологий переработки помета / А.Ю. Брюханов, А.В. Гаас // Экология и промышленность России. - 2016. - № 4 (24). - С. 162-167.
33. Брюханов, А.Ю. Логистическая модель управления вторичными ресурсами в АПК (на примере Ленинградской области) / А.Ю. Брюханов, Е.В.

Шалавина, Р.А. Уваров // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2017. - № 4. - С. 38-41.

34. Брюханов, А.Ю. Опыт освоения наилучших доступных технологий утилизации помета в Ленинградской области / А.Ю. Брюханов, Р.А. Уваров, И.А. Субботин // Птица и птицепродукты. - 2018. - № 3. - С. 26-28.

35. Брюханов, А.Ю. Решение проблем утилизации отходов жизнедеятельности птицы/ А.Ю. Брюханов, Э.В. Васильев, Е.В. Шалавина // Птица и птицепродукты. – 2018. - № 3. - С. 21-24.

36. Вашкявичюс, А.А. Исследование процесса брикетирования травяной резки искусственной сушки на кольцевом прессе и обоснование основных параметров пресса. / А.А. Вашкявичюс //Автореф. канд. дис. – Минск - 1977.

37. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и разработки опытных данных. / Г.В. Веденяпин - М.: Колос, 1973. - 199 с.

38. Венецкий, И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика. / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев - М.: Статистика, 1975. - 264 с.

39. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико–экономических исследованиях [Текст] / В.А. Вознесенский.– Изд. 2–е, перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 1981.– 263с.

40. Волкова, Н.А. Экономическая оценка инженерных проектов. (Методика и примеры расчетов на ЭВМ): учеб.пособие для вузов [Текст] / Н.А. Волкова, В.В. Коновалов, И.А. Спицын, А.С. Иванов.– Пенза, 2002.–241 с.

41. Воронюк, Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. (Методы исследования, приборы, характеристики). / Б.А. Воронюк — М.: Колос, 1970.-423 с.

42. Вощенко, С.Ф. Овощеводство защищенного грунта. / С.Ф. Вощенко. - М.: Колос, 1984.

43. Вторый, В.Ф. Методика выбора экологически безопасных технологий уборки и утилизации навоза на фермах по откорму КРС [Текст] / В.Ф. Вторый, В. Романюк // Экология и сельскохозяйственная техника.: материалы 3-й науч. – практ. конфер. – Спб, 2002. – С. 283–289.

44. Вуколов, Э. Л. Основы статистического анализа. [Текст]: практикум по статистическим методам и исследованию операции с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL / Э. Л. Вуколов.- 2-е изд., исправ. и доп. — М.: ФОРУМ, 2008. — 464 с. — (Высшее образование).

45. Гайбарян, М.А. Исследование движения материала в ботвошвырляльном устройстве [Текст] / М.А. Гайбарян // Труды / ВИМ.—М., 1983.— Т. 59.

46. Гаймтис, М. Способ подготовки рассады/ М. Гаймтис // Картофель и овощи. - 1991. - №2.-с. 25.

47. Гатаулин, А.М. Основы математической статистики [Текст] / А.М Гатаулин. —М.: МГПУ, 2001.—138с.

48. Глемба, В.К. Разработка технологического процесса и обоснование параметров устройства для изготовления рассадных брикетов. / В.К. Глемба. // Дис. канд. техн. наук. Челябинск, 2004 г - 166 с.

49. Глемба, В.К. Брикетирование органо-содержащих сельскохозяйственных и промышленных отходов с целью повышения плодородия почв. / В.К. Глемба, А.Н. Маланьин, К.В. Глемба // Всероссийский научно-технический семинар. Тезисы докладов. - Оренбург: 1994. - с. 35-37.

50. Глемба, В.К. Технология производства брикетов для выращивания рассады овощей. / В.К. Глемба, А.Н. Маланьин, К.В. Глемба // В сбор.: Среда и жизнедеятельность. Кустанайская область Республики Казахстан. - Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994. — с. 210.

51. Глемба, В.К. Устройство для брикетирования. / В.К. Глемба, А.Н. Маланьин, К.В. Глемба // В сбор.: Среда и жизнедеятельность. Кустанайская область Республики Казахстан. — Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994. — с. 219.

52. Гордеев, А.С. Моделирование в агроинженерии.: учеб.пособие для вузов [Текст] / А.С Гордеев.– Мичуринск, 2008.– 282с.
53. ГОСТ 20432–83 Удобрения: термины и определения [Текст]. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам. – 1934. –17с.
54. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. — М.: Изд-во стандартов, 1986.Кепель А.В. Брикетирование бурого угля. Перевод с немецкого. - М.: Углетехиздат, 1957.
55. ГОСТ 21289-75 - ГОСТ 21291-75. Брикеты угольные. Методы физических испытаний. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 9 с.
56. ГОСТ 23513-79. Брикеты и гранулы кормовые. Технические условия. - М.: Изд-во стандартов, 1979. - 5 с.
57. ГОСТ 23728-23730-88 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. М., 1989. - 34 с. 23.
58. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения. - М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1981 - 19 с.
59. ГОСТ 26712–85–ГОСТ 26718–85. Удобрения органические: методы анализа [Текст]. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам. –1986. –37с.
60. ГОСТ 27980–88. Удобрения органические: методы определения органического вещества [Текст].– М.: Гос. комитет СССР по стандартам. – 1989.–5с.
61. ГОСТ Р 15.201-2000. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. - 10 с.
62. Гребенникова, Т.В. Некоторые физико-механические свойства гранулированных органических удобрений / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Проблемы и перспективы научного садоводства, Всероссийская научно – практическая конференция, посвященная 80-летию со дня рождения В.А. Потапова. - 2014 г. - г. Мичуринск. - С.142-146

63. Гребенникова, Т.В. Выращивание рассады овощных культур в органических брикетах / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Материалы 66-ой научно-практической конференции студентов и аспирантов МичГАУ - 2014 г.

64. Гребенникова, Т.В. Обоснование некоторых параметров пресс-гранулятора подстильного навоза/ Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров, Б.С. Труфанов, А.В. Аксеновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета - №2 - 2015г. – С. 140-144

65. Гребенникова, Т.В. Разбрасыватель органических удобрений в садах / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров, П.Ю. Хатунцев. // Инновационные технологии продуктов здорового питания. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения И.В. Мичурина - Мичуринск-наукоград - 2015 - С.210-213

66. Гребенникова, Т.В. Пресс по изготовлению брикетов из подстильного навоза для выращивания рассады / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Вестник ВНИИМЖ. - 2015. - №4(20). - С. 153-155

67. Гребенникова, Т.В. Экспериментальная установка для приготовления брикетов из подстильного навоза / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Международная научно-практическая конференция, 15-17 октября, «Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК» - г.Мичуринск – 2015. - С. 71-76

68. Гребенникова, Т.В. Экспериментальная установка для приготовления брикетов из подстильного навоза. / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Наука в центральной России, ГНУ ВНИИТИН Россельхозакадемии. - № 5. – 2015. - С. 82-84.

69. Гребенникова, Т.В. Выращивание рассады овощных культур в органических горшочках / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров // Производство и переработка сельскохозяйственной продукции: менеджмент и качество и безопасности. Материалы 3 международной научно-практической конференции 2015 года – Воронеж. - С. 308-312

70. Гребенникова, Т.В. . Обоснование производительности пресс-гранулятора подстилочного навоза / Т.В. Гребенникова, В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова, П.Ю.Хатунцев // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. СКРИПНИКОВА–Мичуринск-наукоград - 2016г. - с.318-323

71. Гребенникова Т.В. Исследование коэффициентов внешнего трения гранулированных органических удобрений, изготовленных из подстилочного овечьего навоза/ Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В., Хатунцев П.Ю.// Вестник Мичуринского ГАУ - №1-2017г. С.149-155

72. Гребенникова Т.В. Исследование коэффициентов внутреннего трения гранулированных органических удобрений, изготовленных из подстилочного овечьего навоза/ Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В., Хатунцев П.Ю.// Вестник Мичуринского ГАУ - №2-2017г. С.155-159

73. Гребенникова Т.В. Теоретическое обоснование силы прессования подстилочного навоза в шнековом прессе-грануляторе/ Щегольков А.В., Хмыров В.Д., Гурьянов Д.В.// Вестник Мичуринского ГАУ - №1-2018г. С.130-134

74. Грехова, И.В. Изменение азотных соединений в торфе и компостах [Текст] / И.В. Грехова // Земледелие. – 2005. – №3. – С. 12–13.

75. Гриднев, П.И. Вопросы создания экологически безопасных технологий утилизации навоза [Текст] / П.И. Гриднев, П.И // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1994. – №11. – С. 11– 14

76. Гриднев, П.И. Механико-технологическое обоснование эффективного функционирования технических систем подготовки навоза к использованию [Текст]: автореферат дис. на соиск. учен.степ. д-ра техн. наук / П.И. Гриднев // Москва. – 1997. – 40 с.

77. Груздев, И.Э. Теория шнековых устройств [Текст] / И.Э. Груздев, Р.Г. Мирзоев, В.И. Янков.– Л.: изд– во Ленингр. ун–та, 1978. – 144 с.

78. Гусьев, Ю.П. Своя рассада / Ю.П. Гусьев // Картофель и овощи. - 1993. - №1. - с. 21-22.
79. Двуреченский, В.И. Рекомендации по системе ведения сельского хозяйства. / В.И. Двуреченский // Кустанайская область. - Алма-Ата: Кайнар, 1979.
80. Денисов, В. Переработка навоза [Текст] / В. Денисов // Сельский механизатор. – 2005. – №7. – С. 34–35.
81. Денисов, В.А. Особенности функционирования системы получения гранулированных органоминеральных удобрений [Текст] / В.А. Денисов // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр / ВНИИМЖ. – Подольск, 2001. – Т. 10, Ч. 2. – С.276–283.
82. Доржиев, К.И. Совершенствование процесса брикетирования кормосмеси из отходов крупяного производства. / К.И. Доржиев // Дис. ...канд. Техн. наук. - Челябинск, 1987.-231 с.
83. Еськов, А.И. Состояние и перспективы применения органических удобрений и потребность в технических средствах [Текст] / А.И. Еськов, М.Н. Новиков // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр. / ВНИИМЖ. –Подольск, 2001.– Т. 10, Ч. 2.– С. 233–239.
84. Еськов, А.И. Технологическое обеспечение производства и использования органических удобрений [Текст] / А.И. Еськов // Техника и оборудование для села. – 2005. – №6. – С. 12–14.
85. Жак, С. В. К выбору математической модели оценки конструкции измельчителей [Текст] / С. В. Жак, Г.Г. Маслов, Е. И. Трубилин; тр.// Воронеж СХИ. – Воронеж, 1995. – Вып. 10.
86. Зеников, В.И. Технология ускоренного производства биокомпостов [Текст] / В.И. Зеников, И.К. Глазков, Е.П. Харламов // Агрохимический вестник. –1998. –№1. –С.29–30.

87. Зыбалов, В.С. Основы экологического земледелия. / В.С. Зыбалов // Челябинск: Южно- Уральское кн. Изд-во, Южно-Уральский изд.-торг. дом, 1999. - 144 с.

88. Киров, Ю.А. Обоснование технологического процесса и технических средств утилизации навозных стоков путем разделения их на фракции / Ю.А. Киров, Ю.А. Савельев, В.А. Киров, А.С. Сычев, А.П. Горбачев // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ответственный редактор Ю.М. Исаев . 2018. С. 112-120.

89. Киров, Ю.А. Обоснование комплекта оборудования для утилизации стоков животноводческих предприятий / Ю.А. Киров, В.А. Киров, Ю.З. Кирова, А.С. Сычев, Д.О. Марковский // В сборнике: Достижения техники и технологий в АПК Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. Ответственный редактор Ю.М. Исаев . 2018. С. 120-128.

90. Киров, Ю.А. Повышение эффективности очистки сточных вод животноводческих комплексов / Ю.А. Киров, В.А. Киров, Н.В. Батищева // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. 2018. С. 349-353.

91. Киров, Ю.А. Обоснование конструкции и результаты исследований разделения на фракции навозных стоков в гидроциклоне-сгустителе / Ю.А. Киров, В.А. Киров, Ю.З. Кирова, Д.О. Марковский // В сборнике: Инновационные достижения науки и техники АПК Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции - 2018. - С. 613-618.

92. Киров, Ю.А. Технология и технические средства для обеспечения экологической и технической безопасности на животноводческих комплексах

(теория и расчет): монография / Ю.А. Киров, В.А. Мухин, Ю.А. Савельев, В.А. Киров, Ю.З. Кирова – Кинель: Изд-во Самарская государственная сельскохозяйственная академия (Кинель), 2018 – 156 с.

93. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика [Текст]: для инженеров и научн. работников / А. И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

94. Ковалев, Н.Г. Сельскохозяйственные материалы [Текст] / Н.Г. Ковалев, Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев. – М.: ИК Родник, 1998. – 208 с.

95. Ковалев, Н.Г. Современные технологии переработки отходов животноводства и производства органических удобрений [Текст] / Н.Г. Ковалев, Б.М. Малинин, И.П. Туманов // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр / ВНИИМЖ.– Подольск, 1998. – Т. 7, Ч. 1. – С. 38–45.

96. Ковган, А.П. Физико-механические свойства почв и растений. / А.П. Ковган // Сб. тр. ВИСХОМ. - М.: ЦНТИ по автоматизации в машиностроении при Госплане СССР, 1963.- с. 148.

97. Козлов, М.В. Введение в математическую статистику [Текст] / М.В. Козлов, А.В. Прохоров. – М.: Изд–во МГУ, 1987.- 154с.

98. Концепция развития технологий и технических средств для производства свинины [Текст] / ВНИИМЖ. – Подольск, 1997. – 63 с.

99. Коптев, В.В. Основы научных исследований и патентоведения [Текст] / В.В. Коптев, В.А. Богомягких, М.Ф. Трифонова. – М.: Колос, 1993. – 144с.

100. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. Корн, Т.Корн. – М.: Наука, 1968. – 720с.

101. Кошляк В.Л. Производство изделий строительной керамики. / В.Л. Кошляк, В.В. Калиновский - М.: Высшая школа, 1990. - с. 84.

102. Крагельский, И.Е. Коэффициент трения [Текст] / И.Е. Крагельский. – М.: Машгиз, 1965.

103. Курдюмов, С.В. Теория брикетирования торфа и бурого угля. / С.В. Курдюмов // Тр. УкрНИИ местной и топливной промышленности. Вып. 8. - Киев, 1955.
104. Кучинкас, З.М. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов. / З.М. Кучинкас, В.И. Особов, Ю.Л. Фрегер - М.: Агропромиздат, 1988. - 208
105. Ласточкин, Л.А. Труды европейского совещания по измельчению / Л.А. Ласточкин. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1966. - 602 с.
106. Лер, Р. Переработка и использование сельскохозяйственных отходов [Текст] / Р. Лер. пер с англ. В.В. Новикова. – М.: Колос, 1979. – 415 с.
107. Линник, И.К. Совершенствование технологии и технических средств для использования органических удобрений [Текст] / И.К. Линник // Техника в сельском хозяйстве. – 1990. – №5. – С. 51–53.
108. Максимов, Д.А. Оптимизация технологического процесса переработки подстилочного помета в биологически активные органические удобрения [Текст] / Д.А. Максимов, А.В. Афанасьев // Научно–технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр. / ВНИИМЖ. – Подольск, 2000. – Т. 9, Ч. 1. –С.168–171.
109. Маланьин, А.Н. Новая технология выращивания рассады. / А.Н. Маланьин, В.К. Глемба, К.В. Глемба // Информационный листок №95-94. - Акмола: Акмолинский ЦНТИ, 1994.-4С.
110. Маланьин, А.Н. Технология выращивания томатов на брикетах. / А.Н. Маланьин, В.К. Глемба, К.В. Глемба // В сбор.: Среда и жизнедеятельность. Кустанайская область Республики Казахстан. - Кустанай: Кустанайский печатный двор, 1994.-с. 137.
111. Маланьин, А.Н. Устройство для брикетирования отходов животноводства. / А.Н. Маланьин, В.К. Глемба, К.В. Глемба // Информационный листок №95-94. - Акмола: Акмолинский ЦНТИ, 1994. - 4 с.

112. Марченко, Н.М. Механизация внесения органических удобрений [Текст] / Н.М. Марченко, Г.И. Личман, А.Е. Шебалкин. – М.: ВО Агропромиздат, 1992. – 25с.

113. Марченко, В.И. Анализ процесса сушки и охлаждения гранул / В.И. Марченко, Д.И. Грицай, Д.А. Сидельников, А.В. Панасенко // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Сборник научных статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, в рамках XVIII Международной агропромышленной выставки "Агроуниверсал - 2017". 2017. С. 35-39.

114. Марченко, В.И. Отходы птицеводства – сырье для получения полезных продуктов для растениеводства и животноводства / В.И. Марченко, Д.А. Сидельников, Б.А. Гольдварг, Б.В. Шурганов // В сборнике: Цифровые технологии в сельском хозяйстве: текущее состояние и перспективы развития сборник научных трудов по материалам I Международной научно-практической конференции. 2018. С. 124-128.

115. Марченко, В.И. Пути совершенствования процесса влажного гранулирования твердой фракции сброженного птичьего помёта / В.И. Марченко, Д.А. Сидельников, Н.С. Груздов, А.И. Сорокин, Б.В. Шурганов, А.В. Панасенко // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 230-236.

116. Марченко, В.И. Исследование вязкости сбрасываемого птичьего помета в биореакторе / В.И. Марченко, Д.А. Сидельников, Н.С. Груздов, А.И. Сорокин, Б.В. Шурганов, А.В. Панасенко // В сборнике: Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК Материалы XIV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 244-248.

117. Марченко, В.И. Влажное прессование органических удобрений в шнековом грануляторе: монография / В.И. Марченко, Д.А. Сидельников, А.В. Панасенко – Ставрополь: Издательство "АГРУС" (Ставрополь), 2018 – 143 с.

118. Мацкевич, В.В. Сельскохозяйственная энциклопедия. Т.6. / В.В. Мацкевич, П.П. Лобанов - М.: Советская энциклопедия, 1975.
119. Машина для изготовления торфоперегнойных горшочков ИГТ-10А. Сельскохозяйственная техника. Каталог ЦНИИТЭМ. - М.: 1975. - с. 151.
120. Медведев, В.С. Нейронные сети: MATLAB– 6 [Текст] / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М.: Диалог – Мисси, 2002.– 489с.
121. Международная классификация изобретений. Пятая редакция. Раздел А; В; С. -М.: ВБНИИПИИПО «Поиск», 1990.
122. Мельник, Е.П. Некоторые вопросы теории и практики брикетирования сенной муки. / Е.П. Мельник // Тр. ВИЭСХ. Т. VI. - М.: 1960.
123. Мельников, С.В. Планирование экспериментов в исследовании сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. - Л.: Колос, 1980. - 168 с.
124. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники [Текст] Ч.1 / под.ред. А.В. Шпилько; ВНИИЭСХ. – М., 1998. –219с.
125. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники [Текст] Ч.2 / под.ред. А.В. Шпилько; ВНИИЭСХ. – М., 1998. –251с.
126. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. - М.: РИЦ ГОСНИТИ., 1998. - 331 с.
127. Методические рекомендации по разработке плана производственно-финансовой деятельности сельскохозяйственного предприятия. - М.: МСХ, 2001.
128. Микаелян, Г.А. Технология производства рассады в ячеистых кассетах / Г.А. Микаелян, А.И. Прыгункова, С.А. Гернев и др. // Картофель и овощи. - 1991. - №2. - с. 25.
129. Миронов, В.В. Переработка подстилочного навоза [Текст] / В. Миронов, В.Д. Хмыров // Сельский механизатор. – 2005. – №5. – С. 30.

130. Миронов, В.В. Поточная технология производства органических удобрений [Текст] / В.В. Миронов // Аграрная наука. – 2006. – №3. – С.31–32.

131. Некрашевич, В.Ф. Анализ средств измельчения/ В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, Т.В. Торженкова, К.В. Буренин // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной юбилею специальных кафедр инженерного факультета (60 лет кафедрам «Эксплуатации машинотракторного парка», «Технологии металлов и ремонта машин», «Сельскохозяйственные, дорожные и специальные машины», 50 лет кафедре «Механизации животноводства». Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. – 2013. – С. 54-58.

132. Особов, В.И. Машины для брикетирования растительных материалов. / В.И. Особов - М.: Машиностроение, 1971.- с. 112.

133. Особов, В.И. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов. / В.И. Особов, Г.К. Васильев, А.В. Голяновский— М.: Машиностроение, 1974.

134. Особов, В.И. Упруго-вязкие свойства грубых кормов. / В.И. Особов, В.Г. Нореико // Тр. ВНИИКОМЖ.-М.: 1983.

135. Пережогин, М.А. Исследование процессов брикетирования грубых кормов. / Пережогин М.А. // Дис... канд. техн. наук. — Челябинск, 1963. - 166 с.

136. Петрунина, В.А. Биотехнология органических удобрений [Текст] / В.А. Петрунина, В.И. Зеников, Е.П. Харламов, И.К. Глазков // Агрохимический вестник. – 2002. – №4. – С.31–33.

137. Подготовка навоза к использованию [Текст] // Сельский механизатор. – 1998. – №8. – С. 28–29.

138. Половцев, Е.Л. Производство органических удобрений на промышленную основу [Текст] / Е.Л. Половцев, А.Н. Черкасов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1992. – №9. – С. 16–17.

139. Попов, П.Д. Технология ускоренного производства биокомпостов [Текст] / П.Д. Попов, И.К. Глазков, Е.П. Харламов, О.А. Пахненко // Научно–

технические проблемы механизации и автоматизации животноводства: сб. науч. тр / ВНИИМЖ.– Подольск, 2001. – Т. 10, Ч. 2. – С.219–225.

140. Поточный способ производства компостов[Текст]: пат. 2291136 Рос. Федерация: МПК С2 С05 F 3/00 / Миронов В.В., Хмыров В.Д., Гордеев А.С.; патентообладатель – МичГАУ.– № 2004132638; заявл.20.04.2006; опубл. 10.01.2007, Бюл.№1.

141. Почвы и растительность. Челябинская область// Уральский перекресток. — 2001.-№1.-с. 54-56.

142. Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза – Патент №157256 от 02.11.2015/ Хмыров В.Д., Труфанов Б.С., Гурьянова Ю.В., Куденко В.Б., Гребенникова Т.В.

143. Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза. - Патент №151895 от 20.04.2015/ Хмыров В.Д., Труфанов Б.С., Гурьянова Ю.В., Гребенникова Т.В.

144. Разбрасыватель - измельчитель подстилочного навоза - Патент №0147043 от 25.09.2014г./ Хмыров В.Д., Труфанов Б.С., Гурьянова Ю.В., Куденко В.Б., Гребенникова Т.В.

145. Разбрасыватель органических гранулированных удобрений - Патент №147045 от 25.09.2014г/ Хмыров В.Д., Труфанов Б.С., Гурьянова Ю.В., Куденко В.Б., Гребенникова Т.В.

146. Разработать технологию брикетирования бурого угля Кушмурунского месторождения (разрез Приозерный) для хозяйственных нужд Кустанайской области: Отчет о НИР/ Кустанайский СХИ. Руководитель А.Н. Маланьин, - Кустанай, 1994. -46 с.

147. Разработать технологию выращивания рассады овощных культур на брикетах из органоминеральных смесей. Отчет о НИР/ Кустанайский СХИ. Руководитель А.Н. Маланьин. - Кустанай, 1994. - 26 с.

148. Разработать технологию выращивания рассады овощных культур малообъемным способом на различных субстратах: Отчет о НИР/ Кустанайский СХИ. Руководитель А.Н. Маланьин. - Кустанай, 1993. - 45 с.

149. Святец, И.Е. Технологичное использование бурых углей. / И.Е. Святец. - М.: Недра, 1985.
150. Тайц, Е.М. Окускованное топливо и адсорбенты на основе бурых углей. / Е.М. Тайц, И.А. Андреева, Л.И. Антонов - М.: Недра, 1985.
151. Тайц, Е.М. Окускованное топливо и адсорбенты на основе бурых углей. / Е.М. Тайц, И.А. Андреева, Л.И. Антонова - М.: Недра, 1985.
152. Терентьев, Н.А. Исследования клейкости навоза [Текст] / Н.А. Терентьев // Техника в сельском хозяйстве. – 1998. – №1. –С. 38– 39.
153. Терентьев, Н.А. Исследования функциональных характеристик навоза [Текст] / Н.А. Терентьев // Техника в сельском хозяйстве. – 1997. – №6. – С. 31– 32.
154. Технологические и научно–технические решения проблемы эффективного функционирования технических систем подготовки навоза к использованию в качестве органического удобрения [Текст] / ВНИИМЖ. – Подольск., 1998. – 54 с.
155. Трофимов, А.Ф. Нормы внесения соломенной подстилки при беспривязном содержании коров [Текст] / А.Ф. Трофимов, В.Н. Тимошенко, Н.А. Попков, А.А. Музыка, И.А. Ковалевский // Аграрная наука. – 2005. – №9. – С. 21–22.
156. Уваров, Р.А. Перспективные технологии биоферментации навоза/помета для северо-запада России / Р.А. Уваров, А.Ю. Брюханов// Научное обозрение. 2015. №16.С. 26-31.
157. Федяев, В.И. Брикетирование кормов. / В.И. Федяев, М.З. Рудой - М.: ЦИНТИ Госкомзага, 1964.-с. 48.
158. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений как основания для проектирования сельскохозяйственных машин. Тр. лаборатории технологических процессов, ВИСХОМ. - М.: ВИСХОМ, 1939. - с. 214.
159. Хмыров, В.Д. Исследование распространения воздуха в компостируемой массе [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Сборник научных

трудов, посвященный 55–летию инженерного факультета / Рязанская ГСХА им. П. А. Костычева. – Рязань, 2005. – С. 128 – 129.

160. Хмыров, В.Д. Новое в технологии приготовления компоста [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской области: материалы научн.–практ. конф. преподавателей и сотрудников МичГАУ, 17–18 ноября 2004 г. – Мичуринск – Наукоград РФ, 2004. – Т. 3. – С. 198–200с.

161. Хмыров, В.Д. Основные направления развития средств механизации компостирования отходов животноводства [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко, А.А. Горелов, // Вестник МичГАУ. – 2010. – №1. – С.173–175.

162. Хмыров, В.Д. Технические средства для подготовки навоза к использованию [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко, А.А. Горелов, Б.С. Труфанов // Вестник МичГАУ. – 2011. – №1. – С.182–184.

163. Хмыров, В.Д. Технология переработки навоза при содержании свиней на глубокой подстилке [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко, Б.С. Труфанов // Современные проблемы технологии производства, хранения, переработки и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции: материалы межд.науч. – практ. конф., 2007. – Мичуринск–Наукоград РФ, 2007.– Т. 2. – С. 310 – 313.

164. Хмыров, В.Д. Технология уборки и переработки навоза глубокой подстилки [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко, Б.С. Труфанов // Вестник МичГАУ. – 2011. – №2. – С.114–118.

165. Хмыров, В.Д. Экспериментальная установка для аэрации навоза глубокой подстилки [Текст]/ В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Перспективные технологии и технические средства в АПК.: материалы межд. науч.– практ. конф. 15–16 ноября 2007г. – Мичуринск– наукоград РФ, 2008.–С. 94–99.

166. Хмыров, В.Д. Экспериментальные исследования процесса распределения воздуха в компостируемой массе [Текст] / В.Д. Хмыров, В.Б. Куденко // Проблемы агрохимического и материально–технического

обеспечения сельского хозяйства: сб. науч. тр / ГНУ ВНИИМС.– Рязань, 2006.– С. 150 – 154.

167. Хоменко, Ю.В. К расчету сил трения измельченной растительной массы о кожух измельчающего аппарата или швырялки [Текст] / Ю.В. Хоменко // Труды /ВИМ.–М., 1985.– Т. 41

168. Шаповалов, Л.В. Выращиваем рассаду по-новому / Л.В. Шаповалов // Достижения науки и техники. - 1992. - №7.

169. Шаповалов, Л.В. Рассада - на конвейере / Л.В. Шаповалов // Картофель и овощи. - 1993. - №1.-с. 42-43.

170. Шевелёва, Г.И. Патентоведение и основы научных исследований [Текст]: учеб. комплекс / Г. И. Шевелёва., Кемеровский технолог.ин-т пищ. промышленности. – Кемерово, 2003. - 80 с.

171. Щепетков, Н.Г. Овощеводство Северного Казахстана. / Н.Г. Щепетков - Алма-Ата: Кайнар, 1990.-352 с.

172. Эрнст, Л. Переработка отходов животноводства и птицеводства [Текст] /Л Эрнст, Ф. Злочевский, Г. Ерастов // Животноводство России. – 2004. – №6. – С.33 – 34.

173. Яблочков, В.И. Основы методики определения физико–механических свойств навоза [Текст] / В.И. Яблочков // Науч.тр./ НЖГИМЭСХ Северо–запада. – Л., 1971. –Вып.7. –С.114–118

174. Яворский, Б.М., Справочник по физике [Текст]: для инженеров и студентов вузов / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – Изд. 4–е, перер. – М.: Наука, 1968. – 142с.

175. Grebennikova, T.V. Features comes into fruition pivoine variety-rootstock combinations depending on system power / T.V. Grebennikova, Ju.V. Guryanova, V.D. Hmyrov, P. Yu. Hatuntsev, A. Gorelov // Yale Journal of Science and Education - Volume X -2016 -p.650-655

176. Subboton, I.A. Losses of nutrients at intensive processing of poultry manure / I.A. Subboton, A.Yu. Briukhanov, R.A. Uvarov // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 1-3 (43). С. 41-42.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 147045

РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мичуринский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014119386

Приоритет полезной модели 13 мая 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 25 сентября 2014 г.

Срок действия патента истекает 13 мая 2024 г.



Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

Автор(ы): *Хмыров Виктор Дмитриевич (RU), Труфанов Борис Сергеевич (RU), Гурьянова Юлия Викторовна (RU), Куденко Вячеслав Борисович (RU), Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **147 045** (13) **U1**(51) МПК
A01C 3/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014119386/13, 13.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2014

(45) Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, 101, ФГБОУ ВПО
"Мичуринский государственный аграрный
университет"

(72) Автор(ы):

Хмыров Виктор Дмитриевич (RU),
Труфанов Борис Сергеевич (RU),
Гурьянова Юлия Викторовна (RU),
Куденко Вячеслав Борисович (RU),
Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)

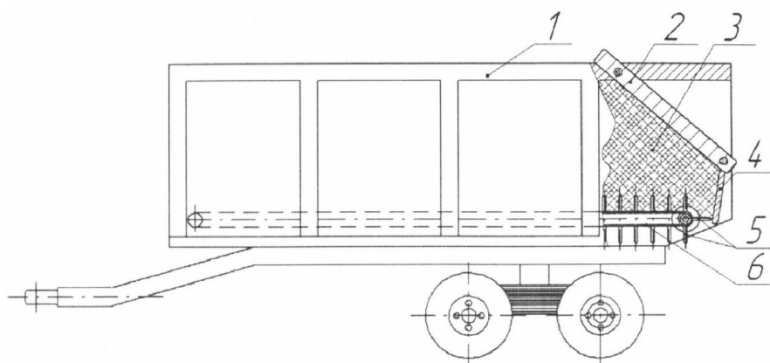
(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Мичуринский государственный аграрный
университет" (RU)

(54) РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

(57) Формула полезной модели

Разбрасыватель органических удобрений, включающий прицеп, в котором установлен цепочно-планчатый транспортёр, имеющий привод от вала отбора мощности трактора, задний борт, установленный под углом естественного откоса транспортируемой массы органического удобрения, дозирующую заслонку, отличающийся тем, что на планках цепочно-планчатого транспортёра установлены иглы, приваренные перпендикулярно к его планкам, и которые при повороте планок транспортёра по ведущему валу в зоне выгрузки органического удобрения поворачиваются на 180°, разрушая образованные своды органическим удобрением.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 147043

РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ
ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мичуринский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2014126916

Приоритет полезной модели 01 июля 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 25 сентября 2014 г.

Срок действия патента истекает 01 июля 2024 г.

Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



Автор(ы): *Хмыров Виктор Дмитриевич (RU), Труфанов Борис Сергеевич (RU), Гурьянова Юлия Викторовна (RU), Куденко Вячеслав Борисович (RU), Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11)**147 043** (13) **U1**(51) МПК
A01C 3/06 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014126916/13, 01.07.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.07.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.07.2014

(45) Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, 101, ФГБОУ ВПО
"Мичуринский государственный аграрный
университет"

(72) Автор(ы):

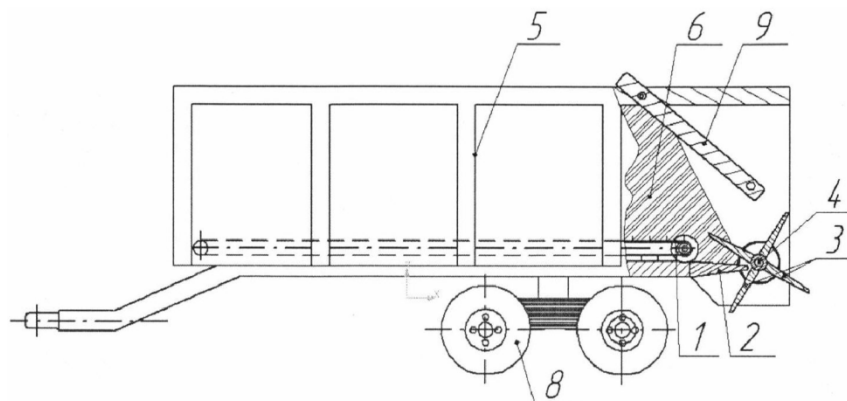
Хмыров Виктор Дмитриевич (RU),
Труфанов Борис Сергеевич (RU),
Гурьянова Юлия Викторовна (RU),
Куденко Вячеслав Борисович (RU),
Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Мичуринский государственный аграрный
университет" (RU)(54) **РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

(57) Формула полезной модели

Разбрасыватель-измельчитель подстилочного навоза представляет собой прицеп с кузовом на ходовых колёсах, в котором установлены цепочно-планчатый транспортёр, задний борт под углом естественного откоса транспортируемой массы, противорежущие пластины и вал, имеющий привод от ходовых колёс, с приваренными на нём ножами, отличающийся тем, что в зону выгрузки транспортируемой массы установлен рабочий орган для измельчения подстилочного навоза, включающий противорежущие пластины и ножи, установленные на валу.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 161542

**РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ
ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ**

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Мичуринский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2015151838

Приоритет полезной модели 02 декабря 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 06 апреля 2016 г.

Срок действия патента истекает 02 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 Г.И. Ивлиев



Автор(ы): *Хмыров Виктор Дмитриевич (RU), Гребенникова
Татьяна Владимировна (RU), Куденко Вячеслав Борисович
(RU), Хатунцев Павел Юрьевич (RU)*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **161 542** (13) **U1**(51) МПК
A01C 3/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015151838/13, 02.12.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.12.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.12.2015

(45) Опубликовано: 27.04.2016 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, 101, федеральное
государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Мичуринский государственный аграрный
университет"

(72) Автор(ы):

Хмыров Виктор Дмитриевич (RU),
Гребенникова Татьяна Владимировна (RU),
Куденко Вячеслав Борисович (RU),
Хатунцев Павел Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Мичуринский государственный
аграрный университет" (RU)(54) **РАЗБРАСЫВАТЕЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ГРАНУЛИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ**

(57) Формула полезной модели

Разбрасыватель органических гранулированных удобрений, включающий прицеп, в котором установлен цепочно-планчатый транспортер, имеющий привод от вала отбора мощности трактора, игольчатый вал с приводом от опорного колеса разбрасывателя, задний борт, установленный под углом естественного откоса транспортируемой массы, отличающийся тем, что в зоне выгрузки разбрасывателя установлен направляющий желоб, имеющий рассекаТЕЛЬ конической формы.

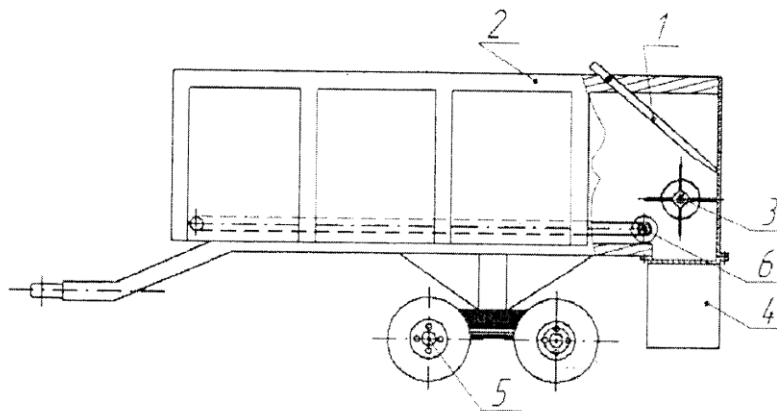


Схема разбрасывателя, вид сбоку

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 151895

**ПРЕСС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ
ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мичуринский государственный аграрный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014119384

Приоритет полезной модели 13 мая 2014 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 27 марта 2015 г.

Срок действия патента истекает 13 мая 2024 г.



Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий

Автор(ы): *Хмыров Виктор Дмитриевич (RU), Гурьянова Юлия Викторовна (RU), Гребенникова Татьяна Владимировна (RU), Труфанов Борис Сергеевич (RU)*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **151 895** (13) **U1**(51) МПК
C05F 3/06 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2014119384/13, 13.05.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.05.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.05.2014

(45) Опубликовано: 20.04.2015 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, 101, ФГБОУ ВПО
МичГАУ

(72) Автор(ы):

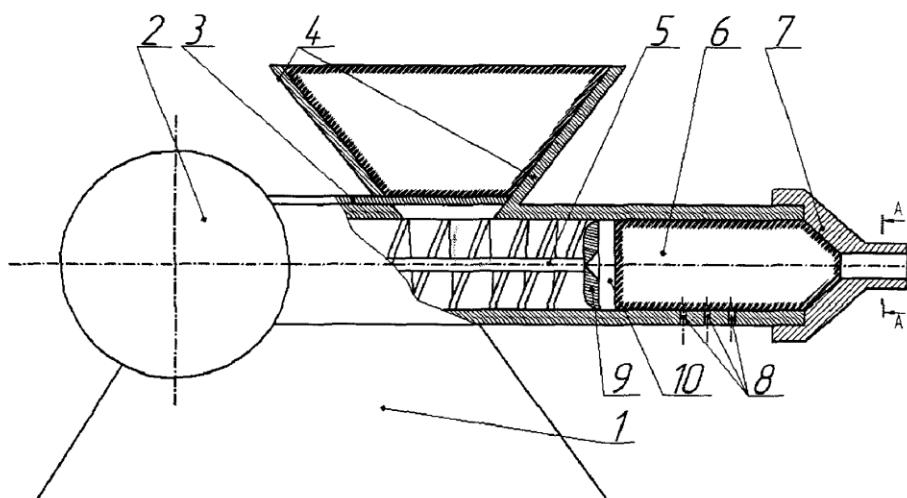
Хмыров Виктор Дмитриевич (RU),
Гурьянова Юлия Викторовна (RU),
Гребенникова Татьяна Владимировна (RU),
Труфанов Борис Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Мичуринский государственный аграрный
университет" (RU)(54) **ПРЕСС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

(57) Формула полезной модели

Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза, содержащий раму, на которой установлены электропривод с редуктором, загрузочный бункер с дозатором, шнек с меняющимся шагом спирали, насадку для формовки брикетов, с помощью которой получают брикеты, не имеющие семян сорных растений, болезнетворных бактерий и гельминтов, отличающийся тем, что дополнительно содержит камеру прессования, противорежущую пластину и нож, при этом противорежущая пластина с ножом для измельчения навоза установлены перед камерой прессования на валу шнека, а после камеры прессования расположена насадка для брикетирования.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 157256

**ПРЕСС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ
ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА**

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Мичуринский государственный аграрный университет"
(ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ) (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2015109500

Приоритет полезной модели 18 марта 2015 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 02 ноября 2015 г.

Срок действия патента истекает 18 марта 2025 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев

Автор(ы): *Хмыров Виктор Дмитриевич (RU), Труфанов Борис Сергеевич (RU), Гурьянова Юлия Викторовна (RU), Куденко Вячеслав Борисович (RU), Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **157 256** (13) **U1**(51) МПК
C05F 3/00 (2006.01)ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015109500/13, 18.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.03.2015

(45) Опубликовано: 27.11.2015 Бюл. № 33

Адрес для переписки:

393760, Тамбовская обл., г. Мичуринск, ул.
Интернациональная, 101, ФГБОУ ВО Мичуринский
ГАУ

(72) Автор(ы):

Хмыров Виктор Дмитриевич (RU),
Труфанов Борис Сергеевич (RU),
Гурьянова Юлия Викторовна (RU),
Куденко Вячеслав Борисович (RU),
Гребенникова Татьяна Владимировна (RU)

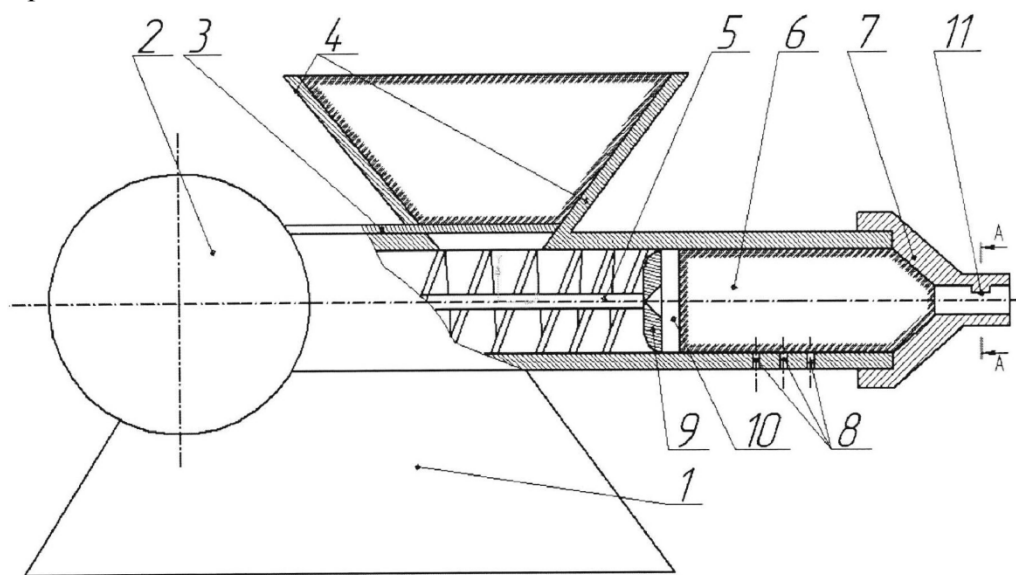
(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Мичуринский государственный
аграрный университет" (ФГБОУ ВО
Мичуринский ГАУ) (RU)

(54) ПРЕСС ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

(57) Формула полезной модели

Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза, содержащий раму, на которой установлены электропривод с редуктором, загрузочный бункер с дозатором, шнек с меняющимся шагом спирали и прессовальная камера с дренажными отверстиями, отличающийся тем, что на выходе камеры прессования установлена насадка формовки брикетов с шипом для нарезания паза под семена, с возможностью подачи в нее из камеры навоза.



RU 1 5 7 2 5 6 U 1

RU 1 5 7 2 5 6 U 1

Акт

внедрения пресс-гранулятора подстильного навоза.

Мы, нижеподписавшиеся: глава КФХ «Пчёлка» Тамбовской области Мичуринского района – Полтинин А.П., профессор кафедры «Технологические процессы и техносферная безопасность» - Хмыров В.Д., аспирантка – Гребенникова Т.В. составили настоящий акт в том, что результаты экспериментальных исследований приняты к внедрению для переработки подстильного навоза в гранулированное органическое удобрение в выше указанном хозяйстве.

Разработанное устройство (пресс-гранулятор), входящее в состав технологического оборудования для производства гранулированных органических удобрений на основе подстильного навоза крупного рогатого скота и свиней. Производительностью 6 тонн в смену.

Патент № 151895, выдан 27 марта 2015г.

Патент № 121501, выдан 13 апреля 2012 г.

Глава КФХ «Пчёлка»

Профессор кафедры
«Технологические процессы и
техносферная безопасность»

Аспирантка

А.П.Полтинин

В.Д.Хмыров

Т.В.Гребенникова

Акт

Испытаний и внедрения пресса для изготовления брикетов.

Комиссия в составе директора Учебно-исследовательского тепличного комплекса Мичуринского ГАУ Волкова Олега Алексеевича и профессора кафедры «Технологические процессы и техносферная безопасность» Мичуринского ГАУ Хмырова Виктора Дмитриевича провели хозяйственные испытания пресса для изготовления брикетов, который был разработан и изготовлен в Мичуринском Государственном Аграрном Университете. Решение о выдаче патента на полезную модель № 157256 от 18 марта 2015 г.

Пресс для изготовления брикетов оборудован камерой прессования и насадкой для формовки брикетов. Гранулы диаметром 10мм длиной 30...35мм используются как органические удобрения.

В результате испытаний было изготовлено 500 брикетов из подстилочного навоза.

Директор Учебно-исследовательского
тепличного комплекса
Мичуринского ГАУ

15.06.17



О.А.Волков

Профессор кафедры
«Технологические процессы и
техносферная безопасность»
Мичуринского ГАУ

[Handwritten signature]

В.Д.Хмыров

Аспирантка

Т.В.Гребенникова

Акт

Испытаний и внедрения пресса для изготовления гранул и брикетов.

Комиссия в составе директора, начальника цеха животноводства провели хозяйственные испытания пресса для изготовления гранул и брикетов, который был разработан и изготовлен в Мичуринском Государственном Аграрном Университете. Решение о выдаче патента на полезную модель № 157256 от 18 марта 2015 г.

Пресс для изготовления гранул и брикетов оборудован камерой прессования и насадкой для формовки гранул или брикетов. Гранулы диаметром 10мм длиной 30...35мм используются как органические удобрения.

В результате испытаний было переработано подстилочного навоза на гранулы и брикеты 5 тонн.

Директор АО учхоз
племзавод «Комсомолец»

А.В.Седых

Профессор кафедры
«Технологические процессы и
техносферная безопасность»
Мичуринского ГАУ

17.08.17

В.Д.Хмыров

Аспирантка

Т.В.Гребенникова