

Экструдер и технология изготовления топливных брикетов из растительного сырья в домашних условиях

Алманова Динара, Габитов Таир, Ким Максим,
Куанова Дильназ, Талапов Азиз, Харитонов Петр
Филиал Назарбаев интеллектуальной школы физико-математического направления г. Уральска

Аннотация. В статье рассмотрены варианты экструдеров для изготовления в домашних условиях топливных брикетов из опилок. В результате сравнительного анализа нескольких вариантов конструкций выбран экструдер рычажного типа, в конструкции которого использовано несколько патентоспособных авторских технических решений, обеспечивающих минимальную стоимость и материалоемкость конструкции при простой технологии изготовления топливных брикетов.

Ключевые слова: экструдер, рычаг, шнек, пресс, магнитная присоска, выталкиватель, формование, сушка.

Введение. Большинство граждан Казахстана – жители сельских поселений, владельцы малых хозяйств, размещенных в степных местностях. В холодные и зимние месяцы континентального Казахстана необходим обогрев жилища, отопление теплиц, которое обеспечивается разного рода отопительными котлами и печками с помощью углей, нефтепродуктов и газа. При отсутствии газа и при высокой стоимости дров и угля целесообразно обратить внимание на возможность производства для отопления домов топливных брикетов – так называемых евродров – из растительного сырья. Есть множество рыночных предложений на приобретение евродров и оборудования для производства топливных брикетов. Однако как правило все эти промышленные варианты неприемлемы из-за высокой цены или недоступности их получения. В то же время в каждой местности есть общедоступные, фактически бросовые исходные материалы – камыш, трава, ветки, древесные опилки, торф, угольная пыль и т.д., из которых возможно изготовление топливных брикетов в домашних условиях. Основные достоинства топливных брикетов – экологическая чистота сгораемого материала, повышенная теплотворная способность, более компактное складирование и повышенная длительность горения [1].

Целью настоящей статьи является помощь жителям сельских местностей в выборе предпочтительного варианта изготовления своими силами оборудования для изготовления топливных брикетов и производство самих брикетов из общедоступных в каждой местности материалов. Общим ключевым моментом известных методов и технологий изготовления топливных брикетов является выделение из исходного материала растительного происхождения лигнина при высокой степени сжатия и при повышенной температуре исходного материала [2-4].

Рассмотрим несколько вариантов оборудования и технологий для изготовления топливных брикетов в домашних условиях.

Технические характеристики топливных брикетов:

- Плотность топливных брикетов – около 1250 кг/м³. Это в два с половиной раза больше плотности обычного дерева. Следствием этого является высокая теплотворная способность брикетов – до 4 800 к/кал. на кг. Эти показатели идентичны для одного из самых лучших видов топлива – каменного угля (4500-5300) кал / кг.;

- Брикеты из растительного сырья очень компактны и занимают гораздо меньше места, в отличие от других видов топлива;

- Топливные брикеты из растительного сырья горят красивым и ровным пламенем, сохраняя постоянную вы-

сокую температуру горения. Время горения составляет 1-1,5 часа, в режиме тления от 3 и выше часов. После сгорания масса золы не больше 1%. Тогда как после сгорания каменного угля остается 30-40% пепла, а после дров – 8-15%;

- Котлы, работающие на топливных брикетах, чистят не больше 1 раза в год, а зола является экологически чистым удобрением;

- Брикеты совершенно безопасны для здоровья, не содержат вредных примесей и не выделяют при горении никаких веществ, ядовитых для человека и окружающей среды;

- Топливные брикеты идеально подойдут для любых стандартных котлов центрального отопления, печей и каминов, всех видов топок, котлов на дереве, котельных.

При горении брикеты полностью безопасны, т.к. не выбрасывают углей и не искрятся. С учетом относительно высокой стоимости покупных топливных брикетов, следует изучить технологические варианты их изготовления в домашних условиях. Производство экологически чистых топливных и технологических брикетов осуществляется из отходов лесопромышленного комплекса, предприятий переработки продукции сельского хозяйства без дополнительного ввода связующего материала.

В качестве исходного сырья могут использоваться отходы из растительного сырья любого типа различной влажности и фракцией до 5х50 мм. Как правило сушка брикетов до остаточной относительной влажности не более 15% после их формования – отдельный технологический процесс, реализуемый так или иначе исходя из реальных возможностей.

Рассмотрим несколько вариантов технологических установок и процессов, обеспечивающих формирование топливных брикетов в домашних условиях.

Вариант 1. Экструдер для изготовления топливных брикетов из опилок с прессованием гидравлическим прессом.

Гидравлическое прессование – стандартный метод который широко распространен. Представляет собой установку, состоящую из двух частей: 1 пресс-форма; 2 гидроцилиндр. Принцип действия похож на работу домкрата. В опилки добавляется вода и связующее вещество. Смесь смешивается и насыпается в пресс-форму. Гидроцилиндр давит поршнем на опилки в пресс-форме. Излишняя вода вытекает через отверстия в нижней стороне пресс-формы. Таким образом, формируется плотный брикет [2].

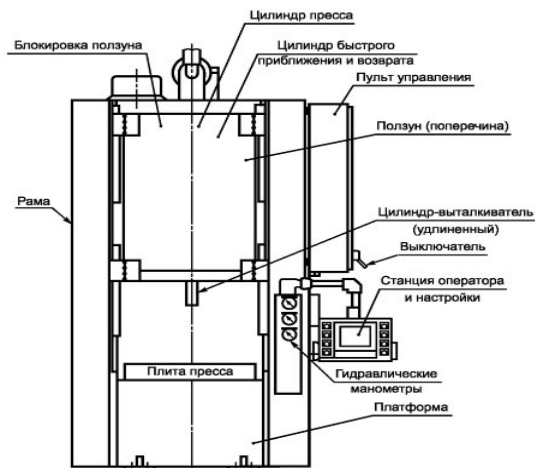


Рисунок 1. Структура экструдера для изготовления топливных брикетов из опилок с прессованием гидравлическим прессом.

Значительным плюсом использования этого устройства является относительно низкая цена и простота конструкций с малым узлом износа. Недостатком гидравлического пресса является необходимость добавления связующего вещества (например крахмал). Для действия связующего вещества необходимо увлажнение смеси. Это создает необходимость в высушивании получившихся брикетов, что может занять некоторое время в зависимости от метода сушки.

Достоинства и ограничения гидравлического прессования в домашних условиях:

- высокое давление в зоне прессования обеспечивает эффективное формование топливных брикетов без внешнего нагрева прессуемой массы;
- достаточная конструктивная простота технологического оборудования за исключением гидравлического пресса;
- низкая производительность технологического процесса в связи с необходимостью обеспечить рабочий ход гидравлического пресса не менее 100мм.

С учетом высокой стоимости гидравлического пресса с рабочим ходом более 100мм область применения этого варианта ограничена наличием этого устройства у потребителя.

Другим возможным вариантом домашнего изготовления топливных брикетов может служить шнековый пресс для топливных брикетов PINI KAY БП-250

Структура шнекового экструдера этого варианта показана на рисунке 2.

Шнековый экструдер представляет собой устройство габаритами 1700x550x1600. Вес устройства около 700 кг, что накладывает трудности при его транспортировке. Загрузка прессуемого материала производится через конус 1, куда через ворошитель 2 закладываются древесные опилки и по каналу 3 попадают на шнек 4 с прессующей частью 6. Входной наружный диаметр шнека 4 с прессуемой частью 5 более 100мм, выходной диаметр шнека около 50 мм вращается и толкает опилки в коническую втулку 7. При вращении шнека 4 происходит движение массы опилок вдоль шнека 4 по конической втулке 7, а далее по цилиндрической втулке 8 на выход экструдера.

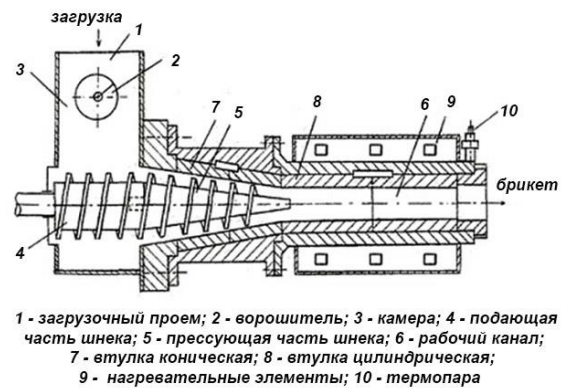


Рисунок 2. Структура шнекового пресса /экструдера/ для топливных брикетов PINI KAY БП-250

Снаружи цилиндрической втулки 8 установлены нагревательные элементы 9. Шнек 4 толкает опилки в цилиндрическую втулку 8, в которой где под действием температуры около 300 градусов из опилок выделяются натуральные смолы(лигнин). Смолы склеивают опилки а под действием высокой температуры испаряется излишняя влага. Низкая влажность обеспечивает быстрое возгорание брикетов и доля тепла которая тратилась на испарение воды, теперь идет на обогрев. Высокая температура также способствует оплавлению поверхности брикетов, которые благодаря этому становятся более прочными, что немало важно при транспортировке.

Брикет выполнен диаметром 50мм с отверстием внутри. Брус выполнен полым, чтобы обеспечить быстрое возгорание брикетов путем большого поступления воздуха. Конструктивно-технологическое обеспечение отверстия внутри изготавливаемых брикетов в известном источнике информации [3] не раскрыто.

Достоинства этого устройства в его производительности и высокой степени сжатия исходного материала при экструзии. Высокая температура в зоне прессования приводит к выделению лигнина который содержится в древесных опилках который обеспечивает "склеивание" опилок. При этом варианте прессования опускается необходимость в сушении топливных брикетов.

Сложности возникающие в применении этого устройства в домашних условиях- значительные стоимость, материалоемкость и масса. Что вызывает трудности транспортировки, а главное - неприемлемо высокая цена для некоммерческого применения

Вариант 3. Пресс ударно механический C.F.Nielsen

Пресс ударно механический для производства топливного брикета по принципу действия похож на перфоратор. Кривошипно-шатунный механизмы (коленвал, шатун и поршень) передает с заданной частотой (около 20 раз за секунду) толчки поршню. С помощью ударов поршня продавливаются через фильеру предварительно загруженные в камеру опилки. Такое оборудование возможно сделать полностью автоматизированным, имеется возможность эксплуатировать пресс в режиме авто-запуска и останова в зависимости наличия сырья в бункере. Влажность сырья для брикетирования (стандарт для брикетирования) должна быть в диапазоне 8-12%. Материал должен быть не только высушен, но и равномерно измельчен[4].

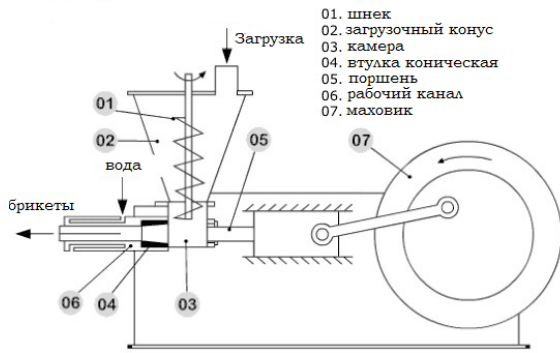


Рисунок 3. Структура ударно - механического пресса C.F.Nielsen

Устройство многофункционально и комплектуется различными приспособлениями: фильерами для выпуска брикетов различной формы, приспособлением для изготовления отверстия в брикете, автоматической пилой для нарезки брикета, устройством автоматического подбора веса и отбраковки брикета, миксером для введения добавок при брикетировании сложных материалов, пультом управления с цветным тач-скрин дисплеем и возможностью управления оборудованием по интернет удаленно. Однако цена и большие габариты делают ее применение в домашних условия трудным.

Вариант 4. Ударно-механические пресс BRIK MB

Итальянская компания предлагает линейку прессов серии BRIK MB производительностью от 200 до 3000 кг/ч для брикетирования сухой биомассы (древесины, соломы, лузги подсолнечника, шелухи риса, торфа и т. д.) и некоторых других видов сырья, например, пластика. Прессы отличаются высокой надежностью (оборудование этой компании эксплуатируется во многих странах мира с 1978 года), универсальность и вместе с тем простота конструкции[5].

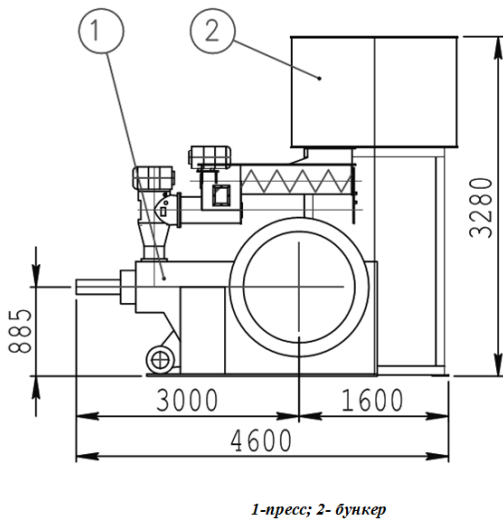


Рисунок 4. Структура ударно механического пресса BRIK MB

Прессы BRIK MB обеспечивают высокое усилие прессования при минимальных затратах электроэнергии, у них прочная стальная конструкция, они просты в наладке и обслуживании. Благодаря оригинальной конструкции рабочей головки на прессах с регулируемой длиной канала брикетирования (flexible die) можно выпускать круглые или прямоугольные в сечении брикеты длиной от 20 до 300 мм с отверстием в центре или без отверстия.

Вариант 5. В результате сравнительного анализа возможных вариантов реализации процесса прессования топливных брикетов в домашних условиях авторами выбран и разработан Ручной пресс по принципу рычага

Боковой разрез рычажного ручного пресса для формирования топливных брикетов из опилок представлена на рисунках 5 и 6. Основой пресса является стальной цилиндрический корпус 1, жестко закрепленный к массивному неподвижному столу (на рисунке 3 не показан) В корпусе 1 по всей окружности насверлены наклонные отверстия 2 для стекания излишней влаги при прессовании. К нижнему торцу корпуса 1 через шарнирное соединение 3 закреплен толстостенный стальной поддон 4 с кольцевым магнитом 5, к которому примыкает стальной якорь 6 закрепленный на трубчатом центральном стержне 7 с помощью фиксатора 8. Стержень 7 имеет ручку 9 для ручной установки стержня 7 внутри корпуса 1 после его полной загрузки опилками, например. При этом центральное положение стержня 7 в корпусе 1 обеспечено силами магнитного притяжения якоря 6 к магниту 5. Надежная фиксация прилегания поддона 4 к нижнему торцу корпуса 1 обеспечена пружинной защелкой 10 и стопором 11, приваренным к корпусу 1.

С верхнего торца корпуса 1 производится загрузка исходного материала /опилок, например/ до их полного заполнения, после чего сверху через рычаг 12 подводится поршень 13. Рычажный привод пресса состоит из системы рычагов 12, 14, 15 и 16 с шарнирными соединениями 17. Движением рычага 14 сверху вниз создается сила сжатия опилок поршнем 13. Объем опилок под воздействием сил до 500 кг прессуется с выделением при сжатии лигнина.. По мере роста сил сжатия якорь 6 центрального стержня 7 отрывается от магнита 5 и стержень 7 уходит вниз за поршнем 13.

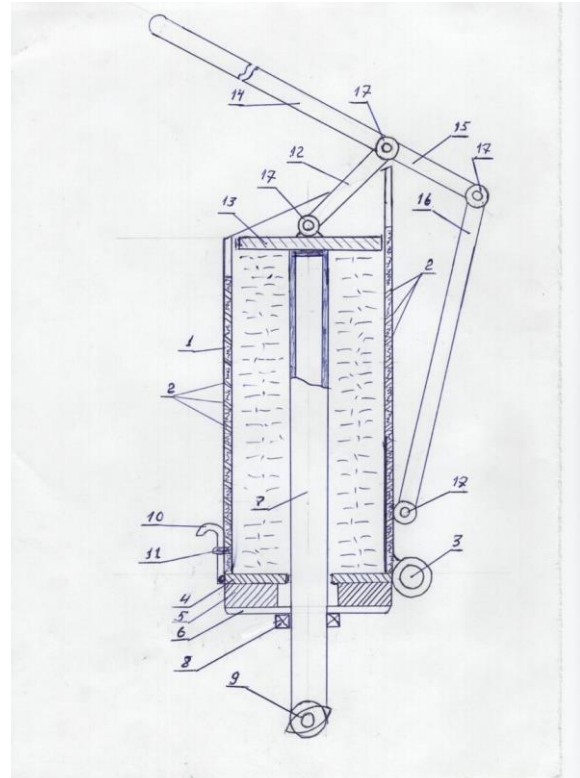


Рисунок 5. Боковой разрез рычажного пресса в состоянии полной загрузки исходного материала.

Для наглядности на рисунке 6 показано условно положение центрального стержня 7 в спрессованном брикете 18, когда поддон 4 уже снят с защелки 11 и отведен вниз. Брикет 18 внутри корпуса 1 имеет высоту около 250мм и после извлечения из него стержня 7 и открытия поддона 4 может быть извлечен через выдавливание брикета 18 выталкивателем 19 с помощью поршня 13 через предварительно установленный в корпус 1 выталкиватель 19. Полученный брикет 18 необходимо досушить до относительной влажности не более 15%, а процесс прессования нового брикета 18 может быть повторен многократно.

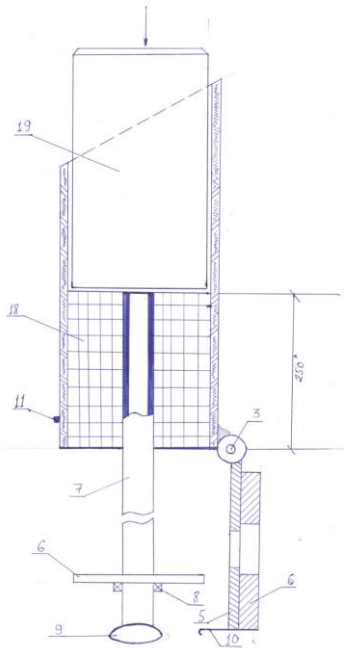


Рисунок 6. Боковой разрез цилиндрического корпуса пресса в состоянии завершения прессования брикета.

Перед загрузкой исходного материала в корпус 1 поддон 4 фиксируется защелкой 11, а система рычагов 14..16 с поршнем 13 отводятся в крайнее верхнее положение

Описание технологического процесса прессования топливных брикетов.

Технологическое оборудование состоит из пресс формы и системы рычагов, создающих усилие, которое прессует смесь. Исходная смесь /опилки/ при необходимости увлажняются и к ним добавляется связующий

Литература:

1. Маляренко В.А., Немировский И.А. Энергосбережение и энергетический аудит (учебное пособие).
2. Коршак А.В., Бирман А.Р., Хитров Е.Г. Брикетирование опилок на прессах ударного типа.
3. Сайт продавца оборудования для топливных брикетов <https://www.stankoff.ru/product/10621/press-dlya-toplivnyih-briketov-bp-250>
4. Веб-сайт производителя оборудования для брикетирования <http://bioresurs.com/briketpress/cf-nielsen/>
5. Журнал Лес Пром Информ / Архив номеров / Лес Пром Информ №7 (105) / Биоэнергетика/ Прессы для брикетирования биомассы.

материал. Смесь загружается в пресс форму. Над формой установлен поршень который прикреплен к одному из рычагов системы. Учитывая соотношение длины плечей рычагов к расстоянию от поршня до точки приложения усилия, поршень создает на смесь многократно усиленное давление тем самым прессует опилки. В форме имеются несколько десятков отверстий для вытекания излишей воды. После прессования, брикеты достаются из формы и отправляются на сушку. Самым простым и эффективным методом является сушка на солнце. Брикеты ставят на солнце на несколько часов пока вся влага не испарится. Метод такой сушки занимает много времени и прямо зависит от погодных условий (ясное ли солнце, туманно, дождь, облачно). Брикеты ручного прессования стоит делать малых размеров в силу необходимости их сушения. Большие габариты сохраняют в себе большое количество влаги и брикеты получаются разрыхленными. В данном варианте обеспечено формование топливных брикетов цилиндрической формы с наружным диаметром 75мм и внутренним диаметром 20мм. Наличие внутреннего отверстия в изготовленном топливном брикете увеличивает поверхность горения и облегчает сушку топливных брикетов до относительной влажности не более 15%.

Выводы.

1. Из рассмотренных вариантов оборудования для реализации процесса прессования топливных брикетов в домашних условиях предпочтителен рычажный пресс с цилиндрическим стальным корпусом.

2. Авторами детально разработана конструкция пресса с обеспечением формования топливных брикетов с центральным отверстием 20мм, с наружным диаметром 75мм и длиной около 250мм.

3. В разработанной конструкции найдены новые технические решения, позволяющие их оформить как полезную модель.

Заключение. Мощные и производительные прессы для работы со сгораемым сырьем выпускаются сегодня в изобилии, но ввиду высокой стоимости покупать подобный агрегат выгодно только с целью организации постоянного производства. Обывателю же приходится делать пресс для изготовления топливных брикетов своими руками. Именно поэтому наши методы изготовления топливных брикетов в домашних условиях являются необходимыми и экономически выгодными для изготовителя. К тому же прессованные топливные брикеты обладают более длительным сроком горения. При ручном прессовании есть возможность отслеживать весь процесс брикетирования для создания наиболее качественного продукта.