

**Wahab K. A. Alithawi,**  
Postgraduate,  
Technological University  
The Center of technology and renewable energy  
Iraq

## Production of Biofuel from Wood

### Gratitudes

I would like to express my sincere gratitude to ministry of higher education and scientific research Iraqi, for her valuable guidance. That provided me this scholarship in addition to the financial and moral support in order to complete my studies

**Key words:** Biofuels, types of biofuels production stages, the technology of production of fuel briquettes

**Annotation:** The world enters an era of bio economy that is the economy based on biotechnologies, using renewable raw materials for energy production and materials in ecology the bio economy allows to prevent environmental pollution, to reduce volumes of emissions of the gases causing greenhouse effect, and other toxic agents.

- Active use of renewables from agricultural raw materials is observed in the USA, Japan, Brazil, China, India, Canada, EU countries.
- The international power association (IEA) predicts that by 2030 world production of biofuel will increase to 150 million tons of a power equivalent of oil. Annual rates of a gain of production will make 7-9%. As a result till 2030 the share of biofuel in the total amount of fuel in the transport sphere will reach 4-6%

To what can lead hobby for biofuel from a colza difficult to predict. But it would be desirable that under good intentions world scientists, producers and politicians didn't come to deplorable result. After all, to a regret to consider all aspects very difficult.

### ВВЕДЕНИЕ

Биотопливо — топливо из растительного или животного сырья, из продуктов жизнедеятельности организмов или органических промышленных отходов. Различается жидкое биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания, например, этанол, метанол, биодизель), твёрдое биотопливо (дрова, брикеты, топливные гранулы, щепа, солома, лузга) и газообразное (синтез-газ, биогаз, водород). Но что же можно назвать биотопливом? Конечно, всё, что естественным образом растёт в природе. Плюс остатки жизнедеятельности животных. И это что-то обязательно должно быть живое. Приведём пример, срубленное дерево —

можно считать. Кизяк — это биотопливо из навоза. А вот уголь, пусть он и получается путём химической бескислородной обработки под землей древних частей растений, это уже всё-таки не считается таким топливом. Грань, конечно, тонкая, но, тем не менее, топливо принято сегодня классифицировать именно таким образом. И вообще можно сказать, что когда сегодня говорят биотопливо, то, скорее всего, подразумевают использование растительного сырья для создания топлива для автомобилей, самолётов, кораблей и прочих машин. И что самое интересное — работы по использованию «живого» топлива весьма сильно велись уже в двадцатом веке. Тогда уже зародились первые амбициозные проекты, пусть до сих пор не реализованные. Но не будем сильно забегать вперёд, а начнём по порядку(3).

Экономические теории позапрошлого века стали приближаться к действительности. Стало возможно просчитать время окончания запасов в недрах и на земле, человечество задумалось над альтернативами их восполнения. Выход из сложившейся ситуации — биотопливо. Примерные подсчеты сведены в поданную ниже таблицу.

Таблица

Биоресурс	Общая масса/объём	Масса на душу населения	Ежегодный прирост массы/объёма	Прирост на душу населения
Лес (древесина)	350 млрд куб. м	50 куб. м	9 млрд куб. м	1,3 куб. м/год
Торф	600 млрд тонн	85 тонн	3 млрд тонн	0,4 тонн/год (2 куб м/год)
Биомасса остальной части суши	160 млрд тонн	23 тонны	>120 млрд тонн	17 тонн/год
Биомасса Мирового океана	35 млрд тонн	5 тонн	90 млрд тонн	13 тонн/год

Динамика пополнения биологических ресурсов земли

### Цель и причины производства биотоплива

Отметим, что на сегодняшний день к целям и причинам производства Биотоплива из альтернативных источников сырья относятся:

- предотвращение загрязнения окружающей среды;
- снижение объемов выбросов ядовитых веществ и газов, вызывающих

Парниковый эффект;

- сохранение запасов нефти в мире;
- энергетическая независимость от стран, владеющих природными

Энергоресурсами;

- возобновляемость биотопливных источников энергии;
- появление новых продуктов и рынков, в том числе новых рабочих мест (4).

## Виды биотоплив

### 1. Твёрдые биотоплива

Классификация их в зависимости от происхождения исходного сырья представлена на рисунке 3. Согласно этой классификации, твёрдые биотоплива производят из любого сырья биологического происхождения. Ассортимент твёрдых биотоплив включает около 10 наименований.

Наиболее широко распространенными видами твёрдых биотоплив являются дрова и – в последнее время – древесные гранулы (пеллеты). Теплота сгорания пеллет 16-17 МДж/кг. Отметим, что сушеный навоз и осадки сточных вод более эффективны, как топливо; их теплоты сгорания 19-21 и 15-24 МДж/кг соответственно. Наиболее высокая теплота сгорания у древесного угля – до 32 -35 МДж/кг.

Самым экологически чистым твёрдым биотопливом является древесный уголь. Его используют и как промышленное, и как бытовое топливо. Для бытовых нужд – это самое элитное топливо, производимое в виде брикетов с широким набором заранее заданных характеристик, таких как скорость горения (быстрое или – наоборот – медленное), дымность (или – наоборот – бездымность) при сгорании, запах дыма и пр. Угольные брикеты пользуются наибольшим спросом у дачников, в особенности, как топливо для каминов (1).

Рисунок 1 – Классификация твердых биотоплив



### 2. Жидкие биотоплива

Классификация жидких биотоплив представлена на рисунке 4. Перечень жидких биотоплив включает более 10 наименований. Наиболее широко производимым и применяемым жидким биотопливом является биоэтанол, используемый в основном в

качестве компонента моторных топлив. Теплота сгорания у биоэтанола значительно ниже, чем у бензина – 19,6 против 32 МДж/л. На втором месте по объёму производства после биоэтанола – биодизель (теплота сгорания – 31 МДж/кг) (1).

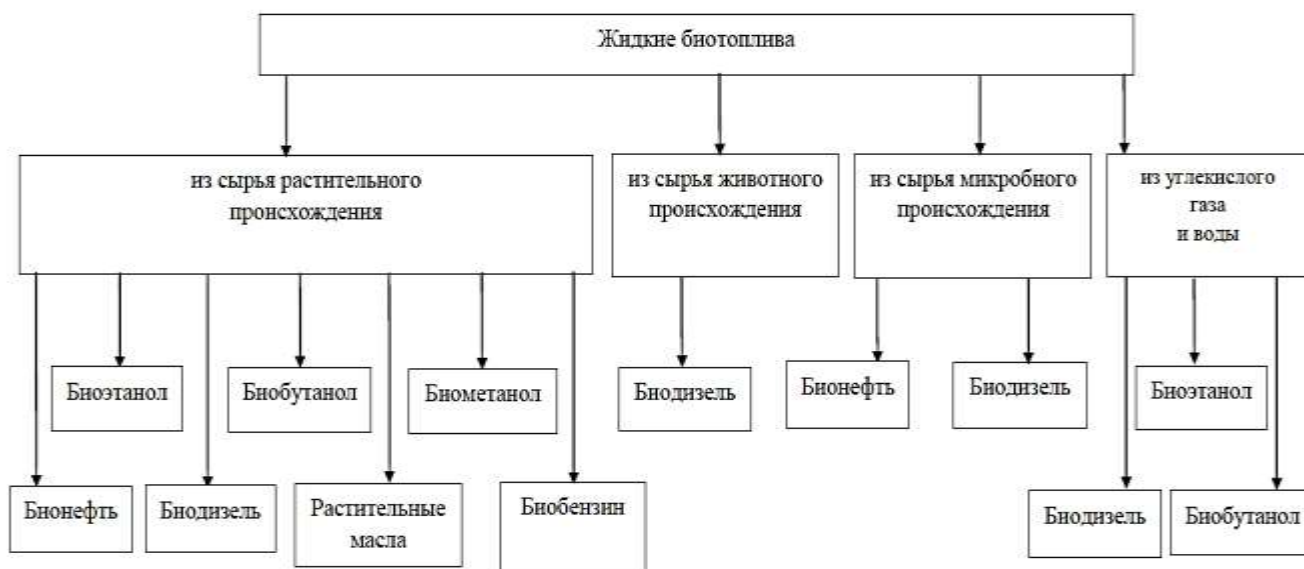


Рисунок 2– Классификация жидких биотоплив

### 3. Газообразные биотоплива

Классификация газообразных биотоплив представлена на рисунке 5. Перечень биотоплив включает 4 наименования. Главное из производимых газовых биотоплив – это биогаз. Его теплота сгорания – 22 МДж/ м<sup>3</sup>. В принципе все газообразные биотоплива можно получать из биологического сырья любого происхождения (1).

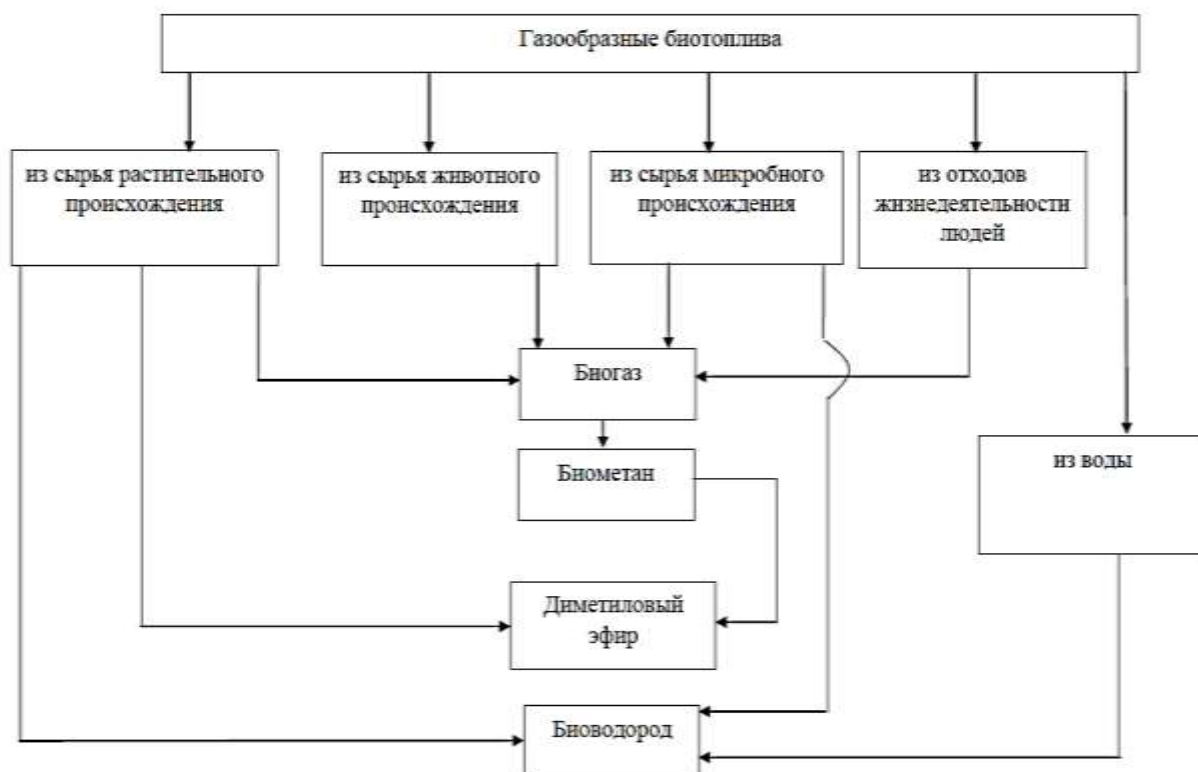


Рисунок 3 – Классификация газообразных биотоплив

## Классификация устройств получения биологического топлива

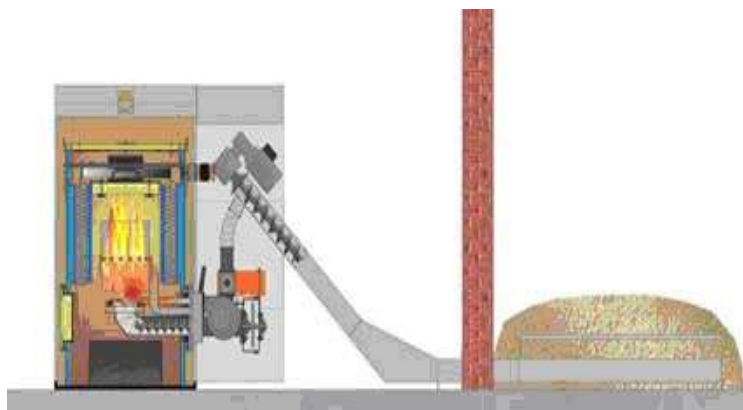
### 1. Описание технологий, используемых для производства топливных гранул и брикетов

#### 1.1. Технология производства топливных гранул-пеллет

В основе технологии производства топливных гранул, как и топливных брикетов, лежит процесс прессования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и др. Сырьё (опилки, солома и т.д.) поступает в дробилку, где измельчаются до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё - в пресс-гранулятор, где древесную муку прессуют в гранулы. Сжатие во время прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндрики. На производство одной тонны гранул уходит 3-5 кубометров древесных отходов естественной влажности. Готовые гранулы охлаждают, пакуют в большие биг-бэги (по несколько тонн) или мелкую упаковку от нескольких кг до нескольких десятков кг. Различают промышленные (доставляются на- сыпью без упаковки или в биг-бэгах) и потребительские гранулы (в мелкой расфасовке, ориентированные на частных и небольших промышленных потребителей). Древесные топливные гранулы (пеллеты, ДТГ) - это небольшие цилиндрические прессованные древесные изделия диаметром 4-12 мм, длиной 20-50 мм, переработанные из высушенных остатков деревообрабатывающего и лесопильного производства: опилки, стружка, древесная мука, щепа, древесная пыль и т.д. Гранулы используются в котлах для получения тепловой и электрической энергии путем сжигания (5).

**Преимуществом использования древесных гранул перед другими видами топлива является:**

- Снижение вредных выбросов в атмосферу: древесное биотопливо признано CO<sub>2</sub> – нейтральным, т.е. при его сжигании количество выделяемого углекислого газа в атмосферу не превышает объем выбросов, который бы образовался путем естественного разложения древесины.
- Большая теплотворная способность: по сравнению со щепой и с кусковыми отходами древесины. Энергосодержание одного килограмма древесных гранул соответствует 0,5 литра жидкого дизельного топлива; древесные гранулы не уступают по теплотворной способности ни углю, ни мазуту.
- Низкая стоимость по сравнению и дизтопливом и отоплением электричеством.
- Чистота помещения, в котором установлен котел.
- Возможность автоматизации котельных(6).

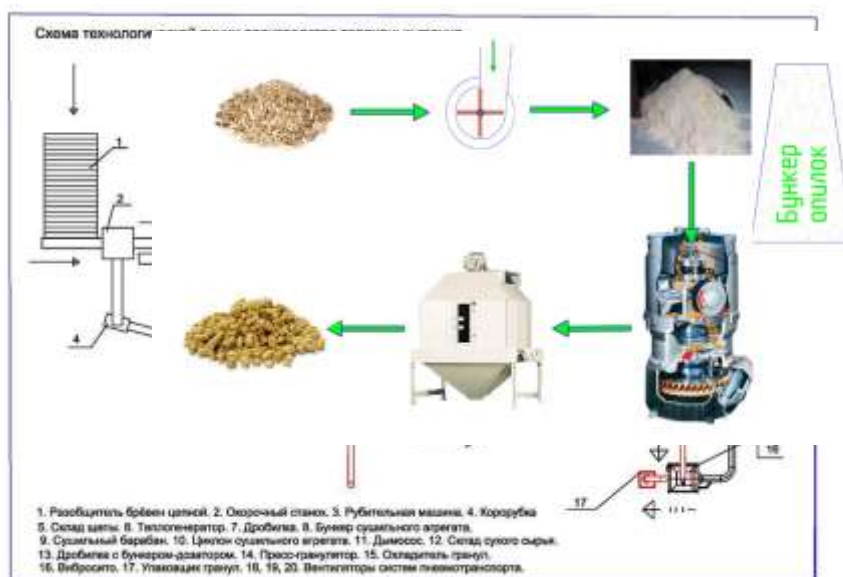


**Технология производства древесных топливных гранул.**

В основе технологии производства топливных гранул, как и топливных брикетов лежит процесс прессования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и др. Сырьё (опилки, солома и т.д.) поступает в дробилку, где измельчаются до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё — в пресс-гранулятор, где древесную муку прессуют в гранулы. Сжатие во время прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндрики.

На производство одной тонны гранул уходит 3—5 кубометров древесных отходов естественной влажности. Готовые гранулы охлаждают, пакуют в большие биг-бэги (по несколько тонн) или мелкую упаковку от нескольких кг до нескольких десятков кг. Различают промышленные (доставляются насыпью без упаковки или в биг-бэгах) и потребительские гранулы (в мелкой расфасовке, ориентированные на частных и небольших промышленных потребителей). Древесные топливные гранулы (пеллеты, ДТГ) – это небольшие цилиндрические прессованные древесные изделия диаметром 4-12 мм, длиной 20-50 мм, переработанные из высушенных остатков деревообрабатывающего и лесопильного производства: опилки, стружка, древесная мука, щепа, древесная пыль и т.д.

Рисунок 4



Весь процесс производства условно можно разделить на несколько эта- пов:

- Измельчение.
- Сушка.
- Доизмельчение.
- Водоподготовка.
- Прессование.
- Охлаждение.
- Фасовка и упаковка

Рисунок 5

**Этапы производства:**

**• Измельчение древесного сырья.**

Рубительные машины (Дробилки) измельчают древесное сырьё до фракции с размерами не более 25x25x2 мм для дальнейшей сушки. Лучше всего для снижения энергозатрат на сушку измельчать до более мелкой фракции (5).

**• Сушка.**

Древесное сырьё перед прессованием должно иметь влажность  $10\% \pm 2\%$ . Сырьё с большей или меньшей влажностью требует дополнительного увлажнения или дополнительной сушки. Сушилki делятся на два типа: барабанного и ленточного. Ленточного типа: дороже, но безопасней. По типу применяемого сушильного агента они подразделяются на сушилki на топочных газах, горячем воздухе и водяном паре.



По типу применяемого вида топлива для производства ДТГ: газовые и на древесных отходах.

Доизмельчение сухого сырья. Для устойчивой работы пресса входная фракция должна быть не более 4 мм. Такую фракцию может обеспечить молотковая мельница, стружечный станок или дезинтегратор.

- **Водоподготовка.** Сырье с влажностью менее 8% плохо поддается прессованию, поэтому требуется, устройство дополнительного увлажнения сырья. Лучший вариант - это 11 шнековые смесители, имеющие возможность подачи воды или пара. Пар применяют для снижения прочности и увеличения пластичности древесного сырья твердых пород. Прессы некоторых производителей из-за конструктивных особенностей не требуют добавления пара. Некоторые применяют пар для старого, слежавшегося сырья, но таким сырьем сложно получить гранулы хорошего качества (5).

В основе всего процесса гранулирования или в сердце его находится пресс. Сегодня существует несколько десятков производителей прессов из разных стран мира (CPM, Andritz, Salmatec, Amandus Kahl, Buhler, Munch, Maier, Dieffenbacher и многие другие). Многие прессы конструктивно различаются по видам матриц: - пресс с круглой матрицей; - пресс с плоской матрицей. Пресс с круглой матрицей разрабатывался для комбикормовой, пищевой и химической промышленности. А пресс с плоской матрицей изначально для утилизации промышленных и бытовых твердых отходов. На сегодняшний день прессы обеих модификаций, используемые в гранулировании, работают по одинаковому принципу. Бегущие катки создают контактное напряжение смятия сырья на матрице, и через отверстия в матрице продавливают сырье, которое обрезается ножами. Прессы выполнены из особо прочных материалов с жесткими мощными корпусами. Матрица и катки изготовлены из специальных закаленных износостойких сплавов. Гранулирование древесины, как материала имеющего высокую плотность, требует повышенного усилия для прессования. При прессовании происходит уплотнение древесного сырья до 3 раз. Удельное потребление электроэнергии составляет от 30 до 50 кВт в час на тонну. Из-за сил трения и адиабатических процессов происходящих при резком сжатии сырья, температура в рабочей зоне пресса достигает 100°C (5).



- **Охлаждение.**

Чем выше усилия прессования и выше температура сырья, тем лучше гранулы по качеству. При увеличении температуры прессования свыше 120°C происходят необратимые процессы в гранулируемом сырье, которые приводят к ухудшению качества гранул. Охлаждение необходимо для кондиционирования гранул после



прессования. У хороших производителей оборудования в технологическом процессе, после охладителя существуют системы для очистки готовых гранул от пыли, что существенно улучшает качество выпускаемой продукции (5).

#### • Фасовка и упаковка.

Фасовка и упаковка топливных гранул зависит от того, какая система хранения существует у потребителя. - в свободном виде - насыпью. - в мешках биг-бэг, от 500 до 1200 кг. - в мелкой расфасовке по 10...20 кг.

#### Способы расфасовки топливных гранул:

##### • В свободном виде - насыпью

Подразделяется на две группы: - Первая идет на крупные ТЭЦ, требования по качеству невысокие, цена также небольшая: промышленные пеллеты. - Вторая - высокого качества для котлов небольшой мощности и дальнейшей фасовки в мелкую упаковку, требования высокие, цена также достаточно высокая.



##### • Фасовка в биг-бэги

Фасовка в биг-бэги применяется для индустриальной транспортировки сыпучих продуктов. Биг-бэги изготавливаются из прочного полимера, имеют петли для механизации погрузо-разгрузочных работ, а также позволяют сохранять постоянную<sup>13</sup> требуемую влажность ДТГ при открытом складировании. Цена ДТГ в биг-бэгах выше, чем при доставке насыпью.



##### • Мелкая расфасовка

Самая дорогая группа. Цены на гранулы в мелкой расфасовке наиболее высокие, и превышают 200 Евро за тонну. К данной группе ДТГ предъявляются повышенные требования по качеству. Очень удобна для тех заказчиков, кто не может иметь склада для хранения в насыпном виде. Перевозится на паллетах (поддонах). Массой до одной тонны. На снимках показаны варианты транспортного пакета и мешка 20 кг.



## 1.2 Технология производства топливных брикетов

В основе технологии производства топливных брикетов лежит процесс прессования шнеком агро-отходов (шелухи подсолнечника, гречихи и др.) и мелко измельченных отходов древесины (опилок) под высоким давлением, а в ряде случаев и при нагревании от 250 до 350С°. Получаемые топливные брикеты не включают в себя никаких связующих веществ, кроме одного натурального — лигнина, содержащегося в клетках растительных отходов. При использовании агросырья возможно добавление связующих элементов. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится более прочной, что

немаловажно для транспортировки брикет. Сырьем для производства брикетов является тот же материал, что и для изготовления гранул — опилки различных пород древесины, щепа, лузга подсолнечника, гречихи, солома и многие другие растительные отходы. Техно-

логия производства брикетов схожа с технологией

гранулирования, но

более простая. Брикеты бывают разных форм — в виде кирпича, цилиндра или шестигранника с отверстием внутри. Стандартных размеров у данной продукции нет. Основным фактором, определяющим механическую прочность, водостойкость и калорийность брикета, являются его плотность. Чем



плотнее брикет, тем выше показатели его качества. Чем ниже плотность брикетов, тем меньше их калорийность. Например, при плотности брикета 650-750 кг/м<sup>3</sup> калорийность брикетов равна 12-14 МДж/кг; при плотности 1200-1300 кг/м<sup>3</sup> — 25-31 МДж/кг. Качество брикетов в значительной мере зависит от влажности исходной смеси. Различают оптимальную и критическую влажности. Оптимальная влажность составляет 4-10%, при ней достигаются наилучшие механические характеристики брикетов (следует учитывать, что для некоторых видов сырья верхним пределом влажности является 6-8%). Критической называется влажность, при которой возможно образование брикетов, но в нем появляются трещины - таким образом, брикет товарного вида не имеет. Критическая влажность находится в пределах 10-15%. При более высокой влажности полученный брикет будет «разорван» внутренним давлением влаги, возникающем при сжатии измельченной массы. Существует 3 основных типа топливных брикетов. Они отличаются по форме, которая зависит от метода производства. «В народе» прижилось три названия, которые произошли из имен компаний, выпускающих оборудование для производства того или иного брикета. Таким образом, выделяют брикеты RUF, брикеты NESTRO и брикеты Pini-Kay.



Однако, кроме упомянутых производителей брикетующего оборудования, существуют и другие фирмы – например C.F.Nielsen (Дания), UPM (Литва), Vogma (Швеция), Pawert-SPM AG (Швейцария), DI-PIU (Италия) (5).



Рисунок 6

### **Брикетты подразделяются по двум принципам:**

1. По сырью, из которого они изготовлены. Здесь выделяют: брикетты из древесных отходов (стружка и опил без коры, отходы с корой, кора, отходы производства МДФ, шлифпыль, отходы фанерных производств, лигнин, брикетты из сельскохозяйственных отходов); брикетты из агробиомассы (солома, шелуха подсолнечника, шелуха злаковых, отходы хлопка, сено, камыш); брикетты из прочих материалов (бумага, картон, целлюлоза, полимеры, торф).

2. По способу прессования и форме. Брикетты бывают трех видов: цилиндрические, экструдерные и в виде кирпичика.

### **Цилиндрические брикетты**

Этот вид брикеттов получается путём прессования на оборудовании ударно-механического типа. Они имеют бесконечную длину, и могут быть разделены как на шайбы, так и на поленья. Имеют очень высокую плотность, пользуются большой популярностью в Европе. Такие брикетты могут иметь не только круглую, но и квадратную или восьмиугольную форму, иметь или не иметь отверстие. Вид брикетта заказывает покупатель, он зависит от того, какие формы больше популярны в каждой отдельно взятой стране. Данные брикетты охотно покупают такие страны, как Германия, Дания, Великобритания, Норвегия, Швеция, Италия. На внутреннем рынке, чаще всего используют кусковые брикетты, изготовленные по данной технологии, в качестве топлива для твёрдотопливных котлов (5).



### **Экструдерные брикетты**

Эти брикетты обязательно имеют отверстие внутри и обожженную верхнюю поверхность. В основе экструзивной технологии производства брикеттов лежит процесс



прессования шнеком под высоким давлением при нагревании от 250 до 350°C. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится прочной, что немаловажно для транспортировки брикета. Такие брикеты закладываются вручную в топку котла или в печку, они пользуются спросом в Прибалтике и на внутреннем рынке России.

### **Брикеты в виде кирпичика**

Эта продукция имеет вид прямоугольного параллелепипеда со скошенными углами. Такой брикет получается путём гидравлического прессования, и его размеры зависят от рыхлости сырья, из которого он произведён и давления, которое на него оказано. Они хорошо используются на внутреннем рынке, и также отлично покупаются во все европейские страны (5).



### **Технология производства топливных брикетов**

Процесс брикетирования – это процесс сжатия материала под высоким давлением, с выделением температуры от силы трения. За счет данного воздействия в древесине происходит выделение лигнина, который является связующим веществом для формирования брикета. Для брикетов не из древесного сырья, могут применяться экологически чистые добавки (не более 2%). При производстве данной продукции следует обратить особое внимание на влагу – очень важный параметр, влияющий на плотность брикета. В случае превышения 14% влажности сырья брикет разваливается на произвольные куски из-за избытка влаги. Объем брикета составляет 1/10 от объёма затраченного на его производство сырья, что дает значительную экономию при транспортировке и хранении биотоплива. Для производства древесных брикетов применяют поршневые и шнековые прессы, сырье – опилки и стружки. Перед прессованием материал дополнительно измельчают и подсушивают (влажность не должна превышать 12-14%).

#### **Поршневой пресс**

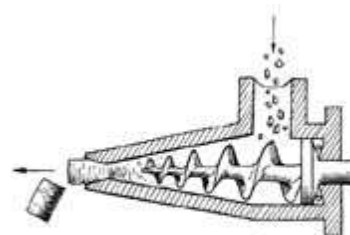
работает циклически – при каждом ходе поршня продавливают определенное количество материала через коническое сопло, на брикетах четко различимы соответствующие циклам слои. В приводе всегда применяется маховик, позволяющий выровнять нагрузку двигателя. Износ поршня невелик, поскольку относительное перемещение между прессуемым материалом и поршнем мало, быстро изнашивается сопло. Поршневые прессы относительно дешевы и поэтому широко распространены.

#### **Шнековый пресс**

легче поршневого, поскольку отсутствуют массивные поршни и маховики. Продукция выходит непрерывно, поэтому ее можно разрезать на нужные куски.



Поршневой пресс



Шнековый пресс



Плотность выше, чем у поршневых прессов. Шнековые прессы менее шумные, благодаря отсутствию ударных нагрузок. К недостаткам можно отнести большой расход энергии и быстрый износ шнека (5).

### Вариант линии производства топливных брикетов при шнековом прессовании

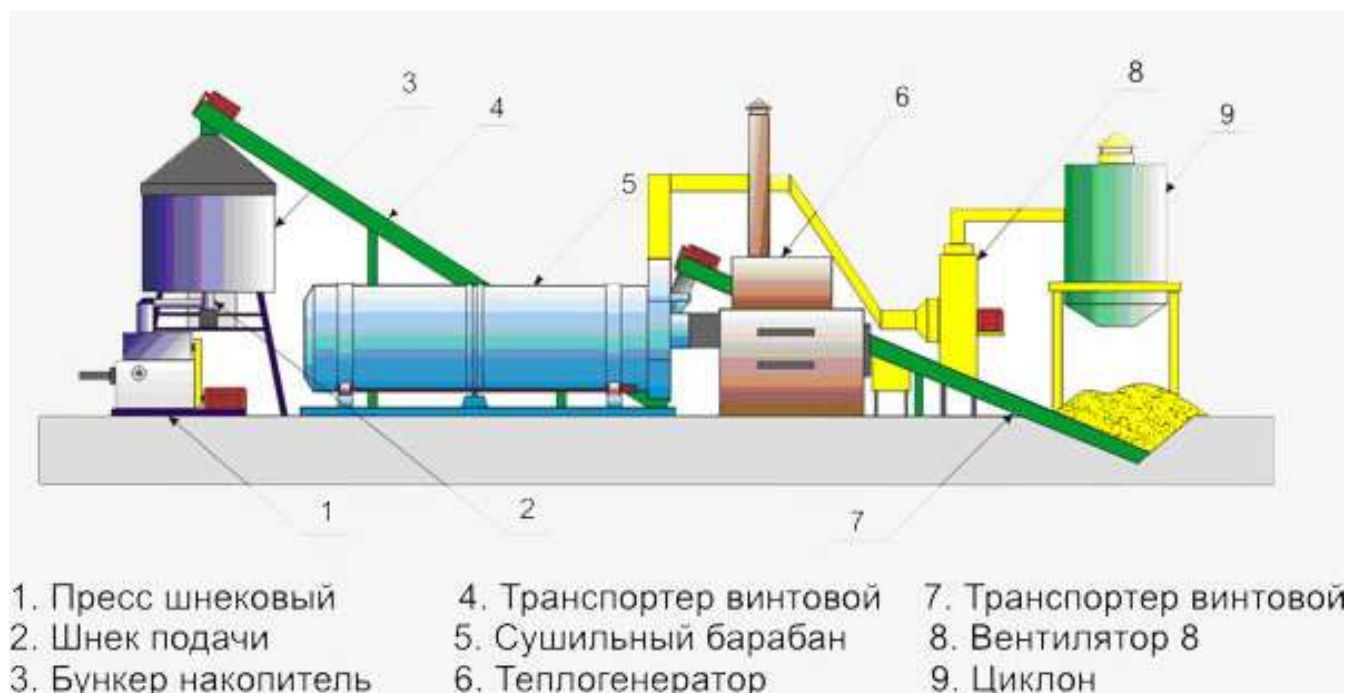


Рис.6

### References:

1. Nazarenko LV. *Biofuels: history and classification of biofuels: Journal MSPU. A series of "Science."*; 2012. № 2 (10).
2. Khramenkov S, Kozlov M. and others. *Special-purpose resource. Using the potential of purified water cities for biofuels: Water Magazine.* 2011. № 1 (41).
3. Varfolomeev SD, Efremenko EN, Krylova LP. *Biofuels: Chemistry Successes.* 2010. Т. 79. № 6.
4. Moiseev II, Tarasov V, Trusov L. *Evolution Towards bioenergy. Vremyavodorosley: The Chemical Journal.* 2009. December.
5. <http://www.infobio.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva>
6. Grabow LN, Mersch VI, Grabowa TL. *Environmental aspects of the production and use of biodiesel from rapeseed: Third International Conference "Alternative Energy in the XXI century", Sudak, 2002.*
7. *Patent of Ukraine № 74986. A method for producing liquid biofuels: Dolinsky AA. And oth. Bull et al. Number 2, IPC S10L 1/02 (2006.01).*