

Bioenergy4Business: Первый национальный
Информационный День, 25.03.2016, Киев, Украина

Производство и использование гранул и брикетов из биомассы

Крамар В.Г., к.т.н.
«Агентство по возобновляемой энергетике»



1. ВИДЫ ГРАНУЛИРОВАННЫХ И БРИКЕТИРОВАННЫХ ТОПЛИВ

Гранулы – это спрессованные частицы растительного происхождения, имеющие форму цилиндров диаметром до 25 мм. (то же самое, но диаметром более 25 мм – "брикеты").

Гранулы: цилиндры диаметром 6-25 мм, длиной 10-80 мм

Брикеты: цилиндрической, призматической, прямоугольной формы.

Гранулы:



сосна, ель, 6 мм



бук, 6 мм



Гранулы из рисовой шелухи, диаметр - 10 мм.



Гранулы из торфа, диаметр - 8 мм.

Брикеты:



Брикеты из древесины (типа Pini Kay, т.н. «евродрова»), экструдерное прессование



Брикеты из древесины, прессование в цилиндрической камере

Брикеты:



Брикеты из соломы, экструдерное
прессование



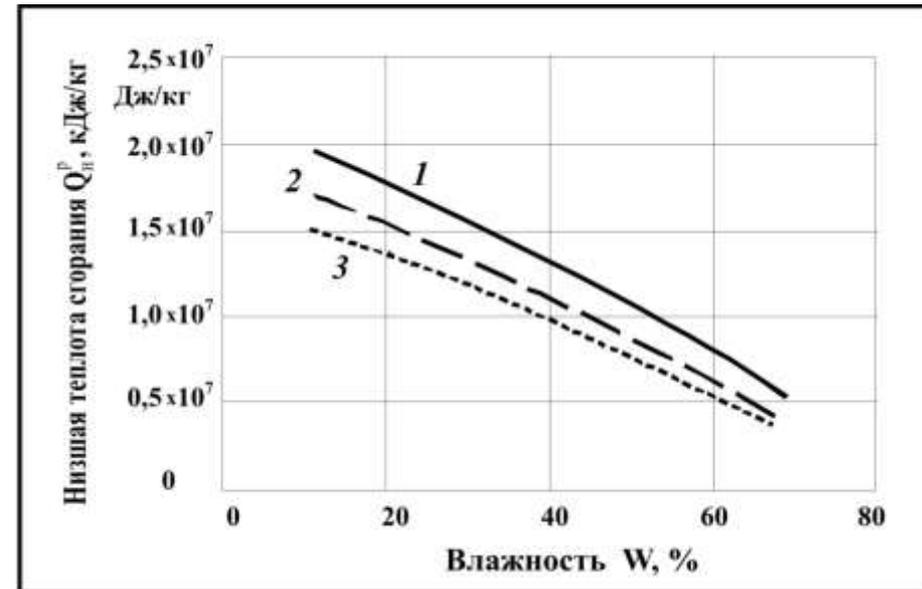
Брикеты из древесины, прессование в двух
направлениях

2. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАНУЛ, БРИКЕТОВ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА.

Для наиболее эффективного использования большинство видов биотоплива нуждается в предварительной подготовке. Основными проблемами являются **высокая влажность** и **низкий насыпной вес** большинства отходов растительного происхождения, что приводит к необходимости их сушки и уплотнения для удобства транспортировки.

Сравнение насыпного веса гранул и исходного материала

Материал:	Средний насыпной вес, кг/м ³ :		Степень уплотнения, по сравнению с исходным сырьем, раз	
	от	до	от	до
Гранулы:	500	700	-	-
Древесная стружка:	70	200	3	10
Древесные опилки:	220	250	3	
Тюкованная солома:	120	140	5	6
Солома, в зависимости от степени измельчения:	45	125	5	15
Подсолнечная лузга, костра льна	90		8	



Влияние влажности древесины на энергетическую эффективность ее сжигания: 1-древесина хвойных пород; 2-древесина лиственных пород; 3 – солома зерновых

Энергосодержание единицы объема топлива в гранулированном виде увеличивается до 30 раз по сравнению с исходным сырьем – существенное преимущество при дальнейшей транспортировке

Преимущества перед другими видами топлива:

1. Минимальная площадь хранения, минимальный объем при перевозке.
2. Возможность полной автоматизации подачи топлива в зону горения. Возможность переоборудования действующих котлов*.
3. Возможность использования в котлах любой мощности - от отопления дома, до крупной ТЭЦ.
4. Малое содержание золы (минимальный несгораемый остаток).
5. Благодаря сыпучести и однородности могут транспортироваться автоцистернами и "вдуваться" на склад (в бункер топлива)*.
6. Максимальная безопасность при хранении и перевозке (не взрывоопасны, не подвержены самовозгоранию).
7. Не разлагаются при длительном хранении благодаря достаточно низкой рабочей влажности.
8. Не вызывают аллергических реакций, не переносят семена сорняков и насекомых – вредителей.
9. Однородность состава.
10. Низкие показатели содержания серы и других элементов, способных формировать вредные выбросы.

* - топливные брикеты данным преимуществом не обладают.

Применение гранул:

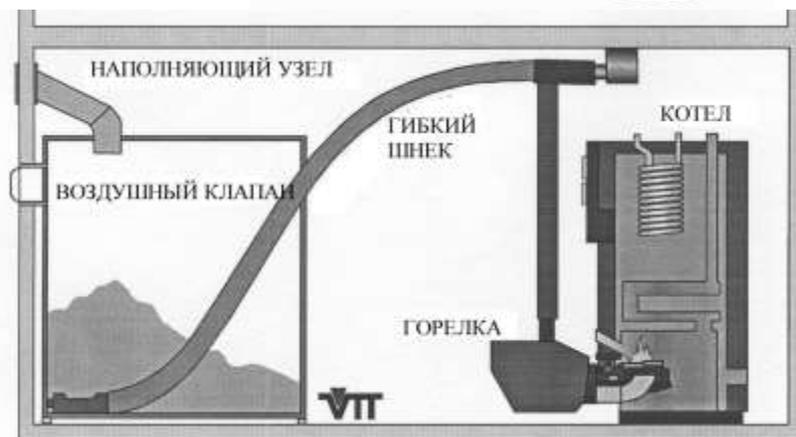
Загрузка во внешний бункер



Котел на гранулах



МЕШОК
ДЛЯ
ПЫЛИ



Подача гранул в котел



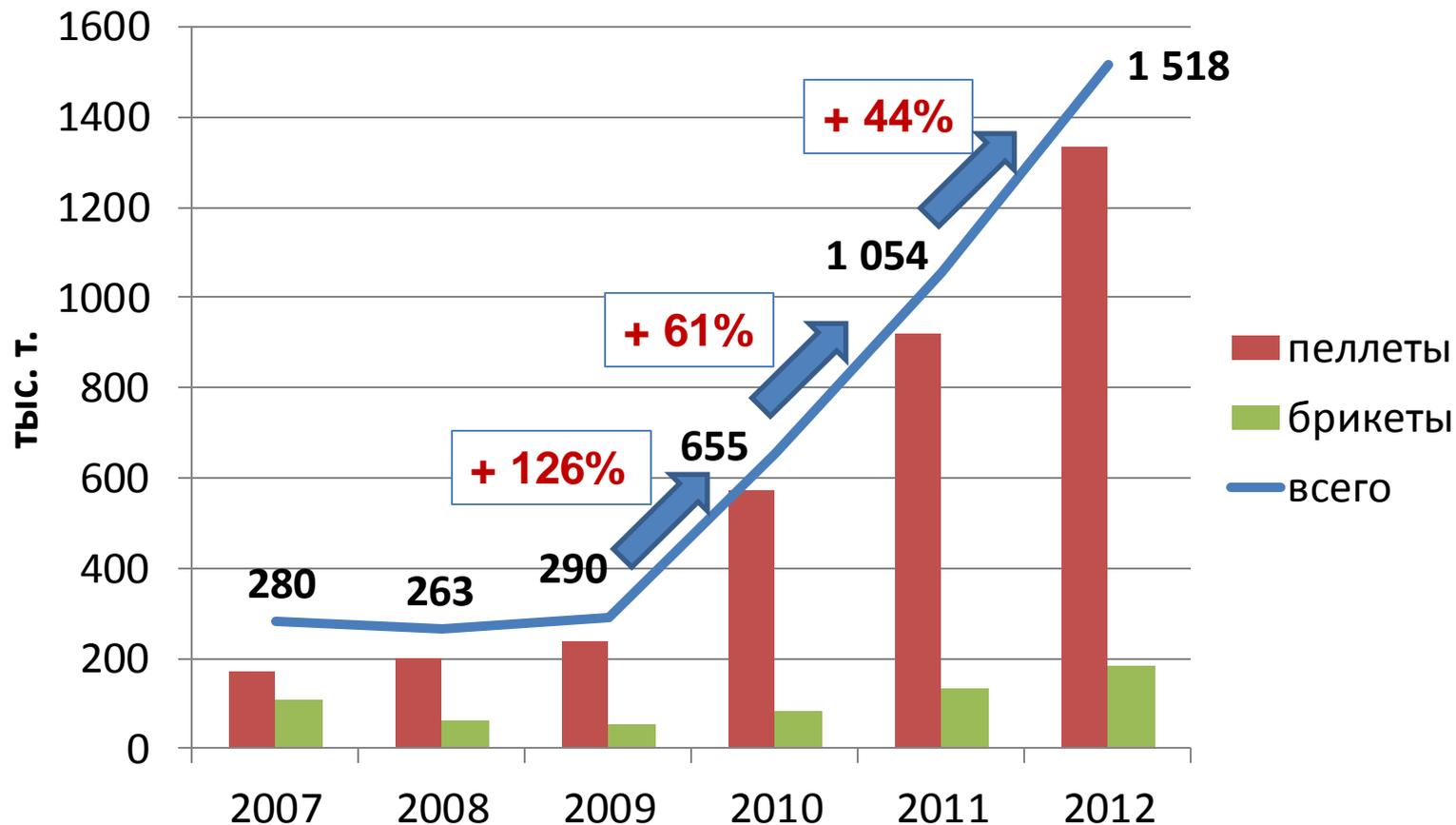
Загрузка во
внутренний бункер

Применение брикетов:



5. ПРОИЗВОДСТВО ГРАНУЛ И БРИКЕТОВ В УКРАИНЕ

Производство твердого биотоплива в Украине



Источник: *Fuel Alternative, 2007-2009; IBCentre, 2010-2012*

Основные тенденции рынка:

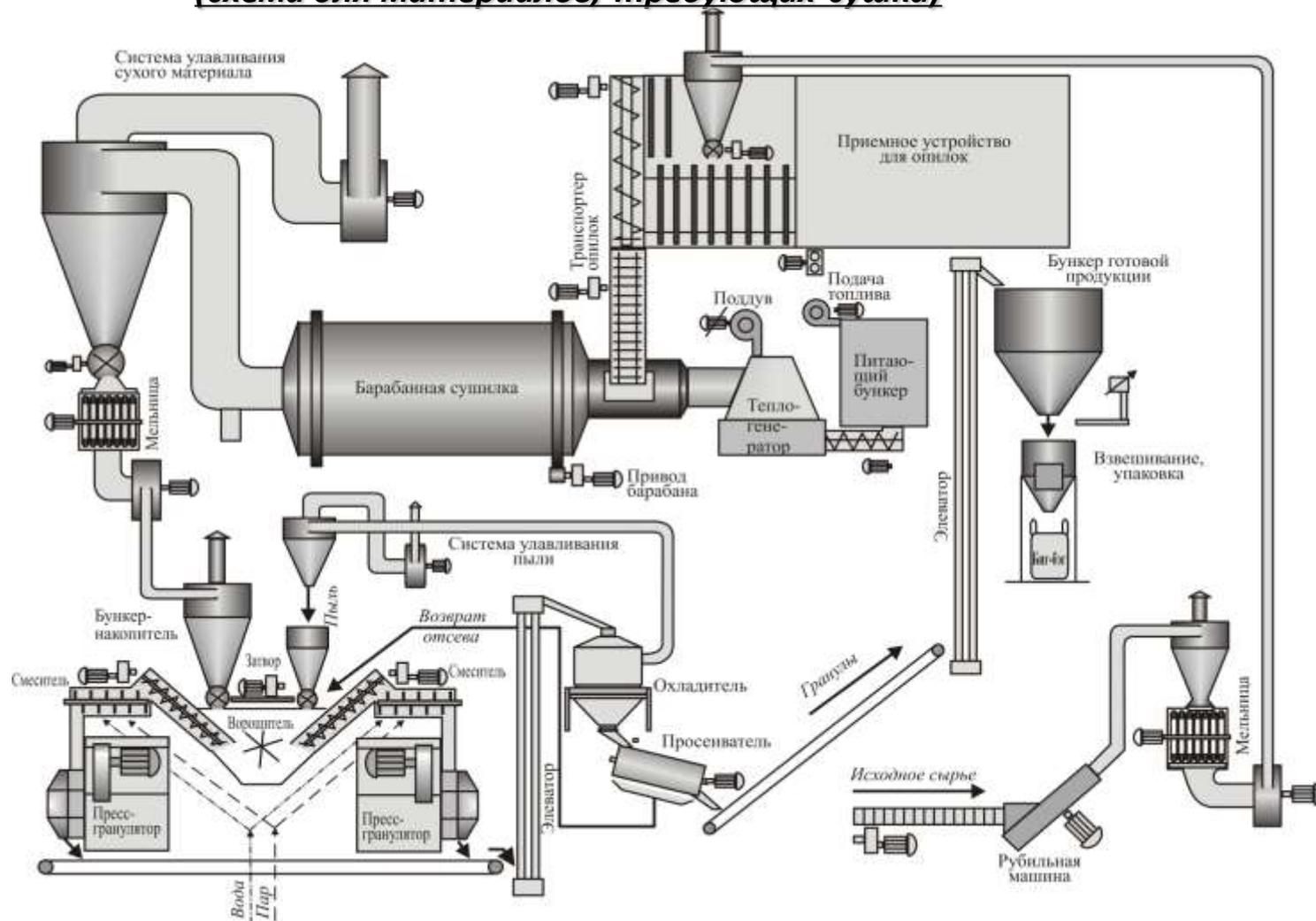
- 70-80 % составляют гранулы и брикеты из лузги подсолнечника;
- Польша- до последнего времени основной покупатель гранул и брикетов, произведенных в Украине;
- Доля экспорта по-прежнему велика и составляет до 90%→**зависимость от европейского рынка** (пример-Польша, основной покупатель промышленной гранулы, особенно из лузги, закрыла свой рынок);
- Увеличение количества продаваемых пеллетных производств;
- Строительство ряда крупных производств гранул из соломы (Вин-Пеллет, KSG Agro и др.);
- Некоторое увеличение спроса на внутреннем рынке за счет строительства котельных, которые работают на твердом биотопливе;

Основные производители твердого биотоплива в Украине:

- **Древесные гранулы:** ООО Барлинек Инвест; ООО Пеллет-Энерго Емильчино; ООО Экогран.
- **Гранулы из лузги:** ООО Кернел Трейд; ООО АТ Каргилл; ПАО Мироновский Хлебопродукт; ЧАО Креатив; ПАО Запорожский масложировой комбинат.
- **Гранулы из соломы:** ЧП Креатив; ООО ЭкоСтандарт 10; Гриневская пеллетная фабрика
- **Древесные брикеты:** ООО Барлинек-Инвест; ООО Лайен; ООО Самвер.
- **Брикеты из лузги:** ООО СП-БУД; ООО Корпорация Экотопливо; ООО Полинбуд .

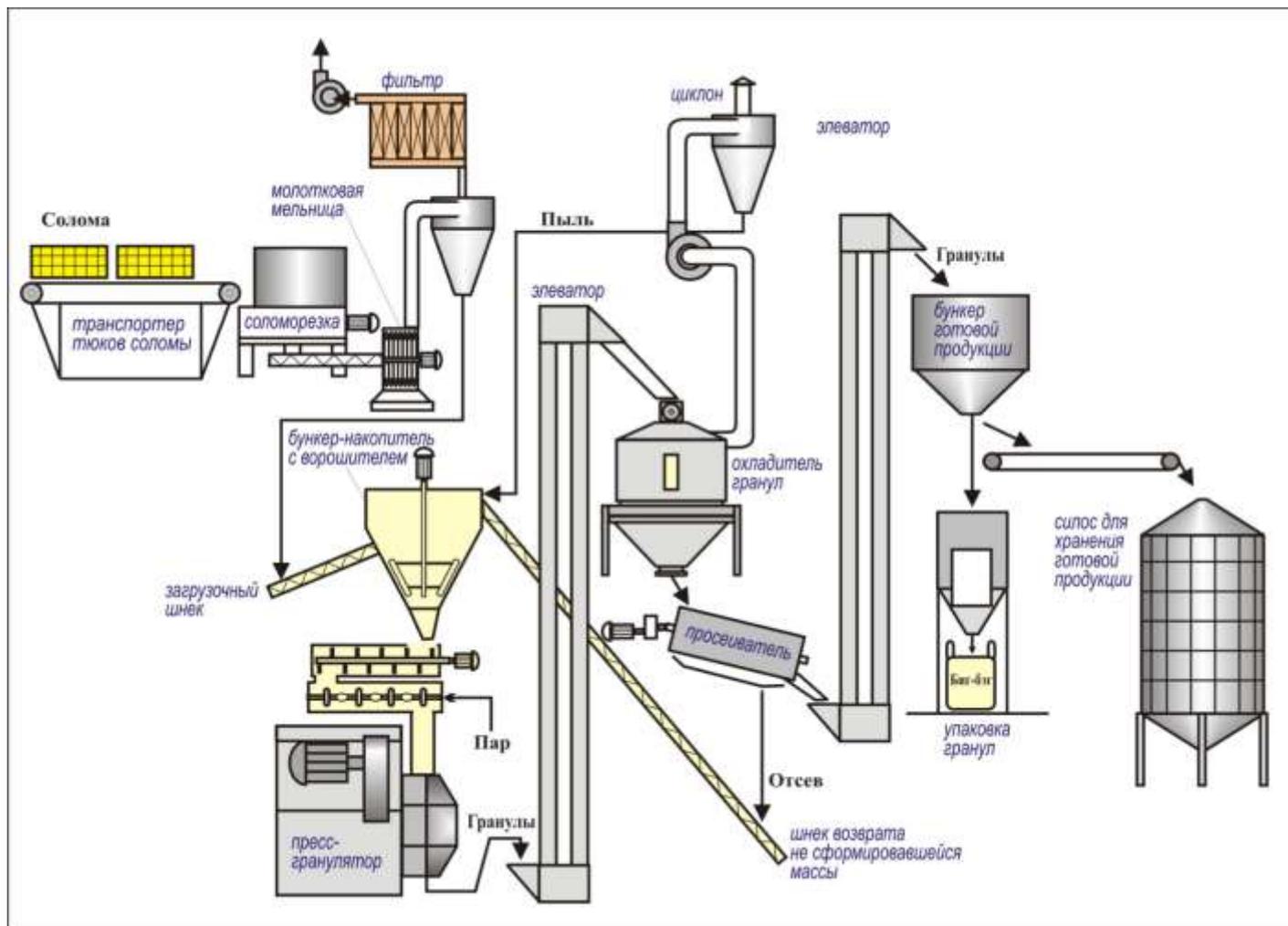
7. ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА, ОБОРУДОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАНИЕ

(схема для материалов, требующих сушки)



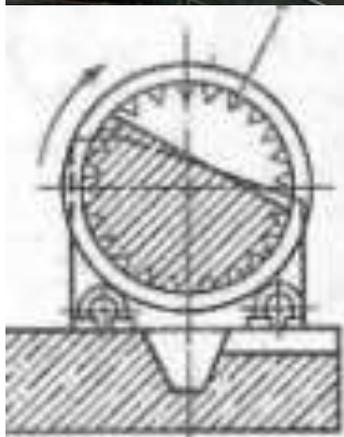
Для сухих материалов

(сухая солома, подсолнечная шелуха, костра льна) технология производства гранул упрощается, поскольку не требуется сушки



Таким образом, в общем виде процесс гранулирования состоит из следующих стадий:

□ **Окоривание.** При использовании ствольной древесины для снижения зольности конечной продукции и улучшения прессования необходимо снятие коры



Окорочные барабаны

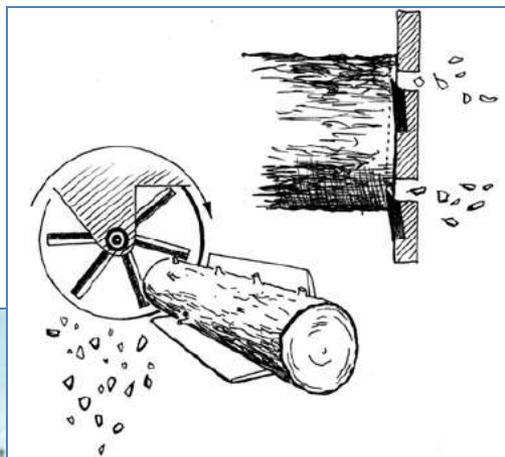


Окорочный станок Cambio 680

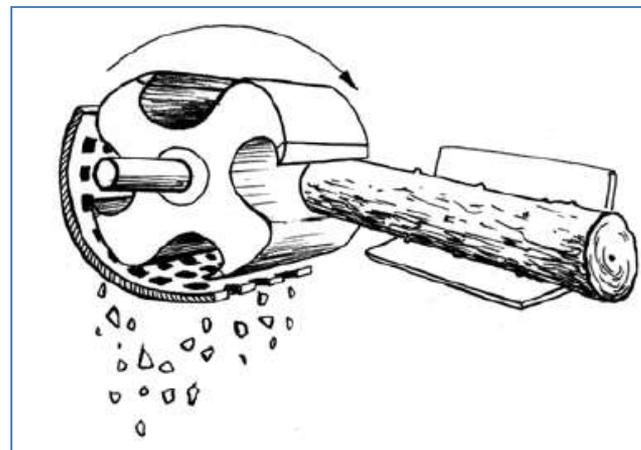


Линия окорки бревен

□ **Крупное дробление.** Перед просушкой сырье измельчается на крупных дробилках. Измельчение должно обеспечить размер частиц не более 25x25x2 мм. Крупное дробление способствует быстрому и качественному высушиванию сырья и подготавливает его к дальнейшему дроблению в мелкой дробилке. Типы дробилок: **дисковые, барабанные, шнековые**



Дисковый мобильный измельчитель древесных отходов

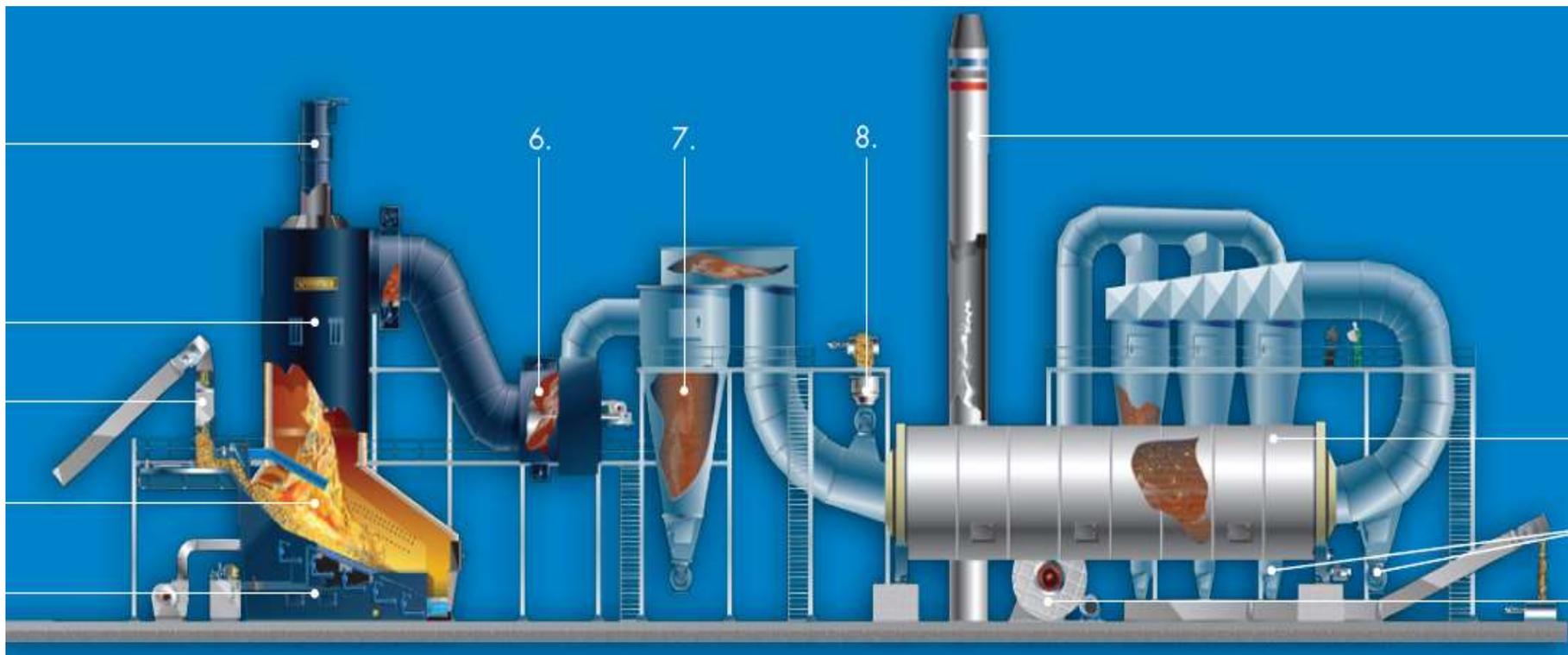


Барабанная рубильная машина для крупных древесных отходов

□ **Сушка.** Древесные отходы с влажностью более 15% очень плохо прессуются, особенно прессами с круглыми матрицами. Кроме того, изготовленные гранулы с повышенной влажностью не отвечают требованиям по качеству. Поэтому сырье перед прессованием должно иметь влажность 8 – 12%. На практике в основном применяются сушилки барабанного и ленточного типов. Ленточные сушилки используются в Западной Европе при производстве гранул первого класса.

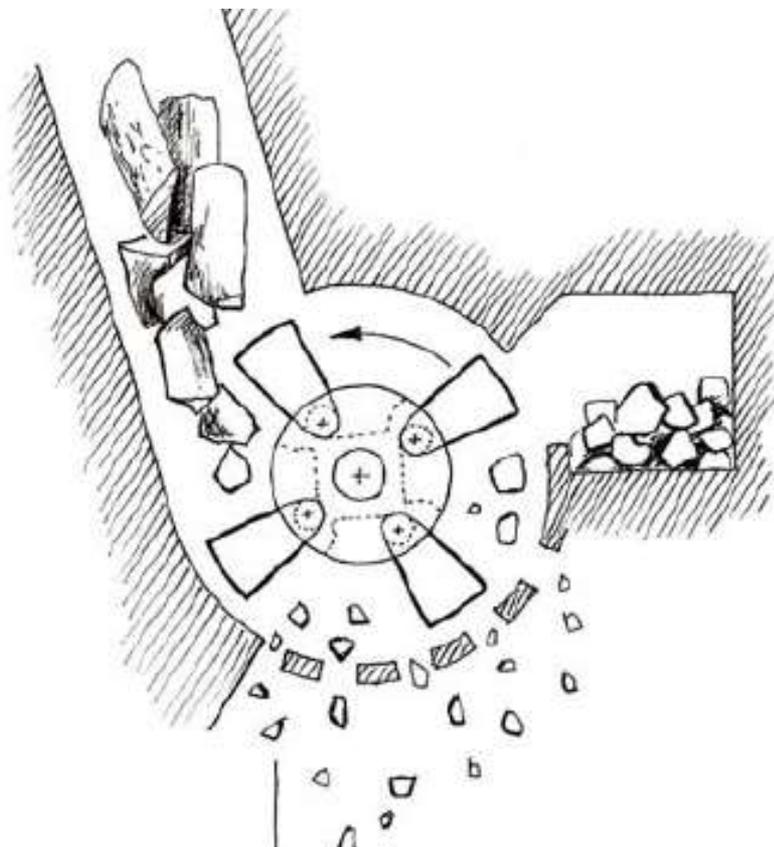
Большинство производителей гранул отдадут предпочтение барабанным сушилкам.

Барабанная сушилка с теплогенератором на стружке, щепе EBNER VYNCKE:

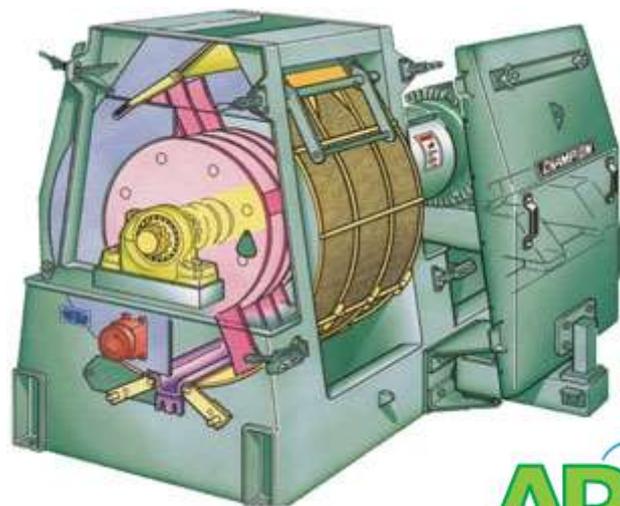


❑ **Мелкое дробление.** В пресс сырье должно поступать с размерами частиц менее 3 мм. Поэтому мелкая дробилка измельчает сырье до необходимых размеров.

Принцип работы молотковых дробилок



Дробилка молотковая типа ДМ



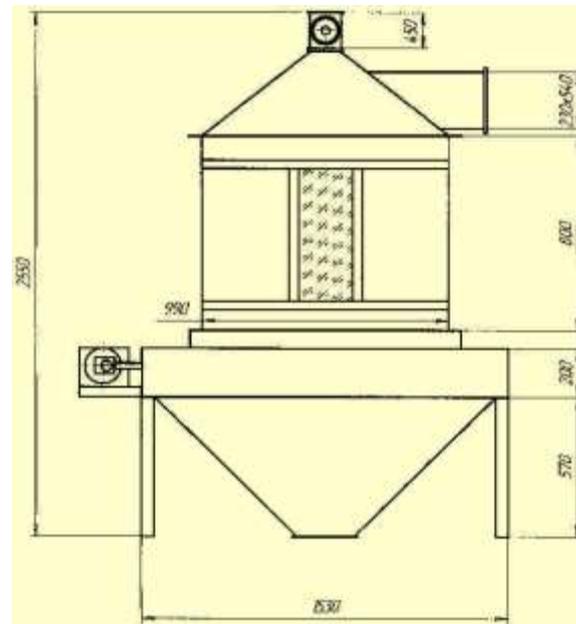
Дробилка молотковая типа Champion (CPM)

❑ **Смешение, кондиционирование (выдержка сырья при добавлении пара).** Сырье с влажностью менее 8% плохо поддается склеиванию во время прессования. Поэтому есть необходимость добавления воды или пара перед прессованием. Лучший вариант- шнековые смесители, где встроены входы для подачи воды или пара.

❑ **Получение гранул на прессах-грануляторах.** Прессование (пеллетирование). Производится на прессах различных конструкций. Два основных вида прессов применяются для пеллетирования, это прессы с цилиндрической матрицей и прессы с плоской матрицей. При этом диаметр матрицы может быть более метра, а мощность пресса до 500 кВт, в зависимости от заданной производительности. Так же на производительность пресса в пределах 20% влияет размер получаемых гранул, обычно 6 мм для частного потребления и 8-10 мм для промышленного.

Конструктивно эти две стадии реализуются в одном виде оборудования – прессе-грануляторе.

❑ **Охлаждение, сушка гранул.** В процессе прессования сырье достигает температуры 70-90 °С. Чем выше усилие прессования, тем больше температура гранул, тем лучше они по качеству. Охлаждение и осушение необходимы для окончательного затвердевания готовых гранул, что делает их пригодными для хранения и транспортировки.



Противоточный охладитель (ICK Group, Украина)

Для охлаждения гранул и других продуктов применяют противоточные охладители .
 Продукт поступает в охладитель и равномерно распределяется с помощью специального распределителя. Воздух проходит через слой продукта в противотоке, охлаждая его.

□ Просеивание. Необходимо для отделения мелкой фракции, возникающей при частичном измельчении отдельных гранул, и доведения конечного продукта до требуемых качественных показателей.



Просеиватель фирмы SALMATEC



Просеиватель ICK Group, Украина

Принцип работы просеивателя заключается в разделении исходной смеси на фракции путем последовательного просеивания ее через три яруса решет, совершающих возвратно-поступательные колебательные движения, и выделение легких примесей и пыли из крупной фракции путем прохождения ее через восходящий поток воздуха в вытяжном канале. Этот принцип работы позволяет добиться высокой пропускной способности и обеспечивает хороший коэффициент полезного действия при сортировке

□ Расфасовка. Для учета возможных требований потребителей необходимо предусмотреть как отгрузку продукции насыпью, так и упаковку в биг-бэги по 1 тонне.



Склад готовой продукции

Что необходимо для работы производственной линии гранулирования?

Потребность в помещениях для организации производства:

Наименование	Площадь, м ² при производительности линии:	
	до 2 т/ч	до 4,5 т/ч
Производственное помещение (минимальная высота до потолка 6,5-7 м, но желательно не менее 10 м)	400	800-1200
Складские помещения	200	400-450

Потребность в сырье в зависимости от его влажности, при отоплении сушилки исходным сырьем, тонн на 1 т продукции:

Исходная влажность сырья, %	расход на производство гранул, т	расход на отопление сушилки, т	всего, т
10	1,00	0,00	1,00
20	1,13	0,08	1,20
30	1,29	0,17	1,45
40	1,50	0,32	1,82
50	1,80	0,62	2,42
60	2,25	1,29	3,54

Средняя потребность в сырье, на 1 т готовой продукции:

Наименование ресурса	Ед.изм.	Расход
– опилки	м ³	7
– горбыль	м ³	2,5
– массив	м ³	2,5

Потребление на 1 т готовой продукции:

тепловая мощность сушилки:

при исходной влажности

40 % - около 1,3 МВт;

электрическая мощность:

-130-140 кВт-ч (солома);

-110-120 кВт-ч (древ. опилки);

-140-150 (древ. щепа)

-180-200 (массив, крупнокусковые отходы)

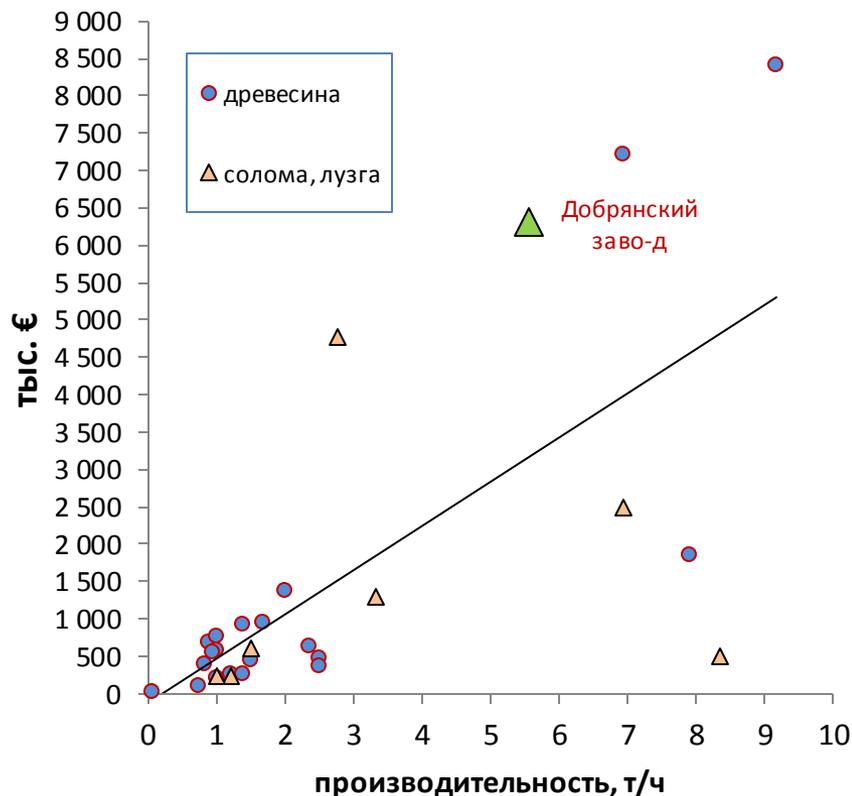
вода: до 80 кг

пар: 20-40 кг

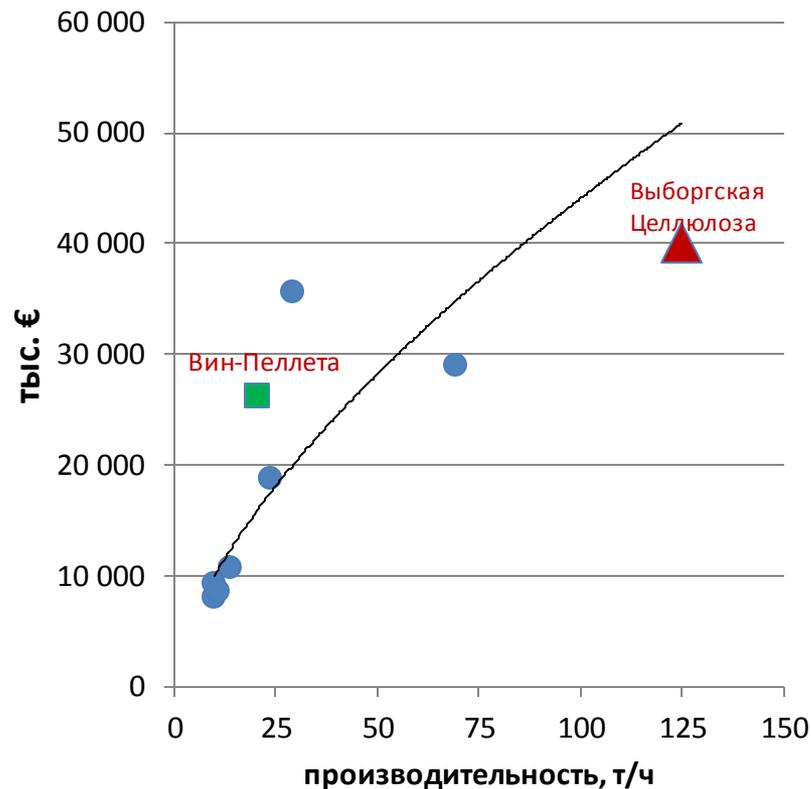
Обслуживающий персонал линии- 2-5 человека в смену, в зависимости от технологической схемы

Примерная стоимость внедрения проектов производства гранул:

Проекты производства гранул до 10 т/ч



Крупные проекты (более 10 т/ч)

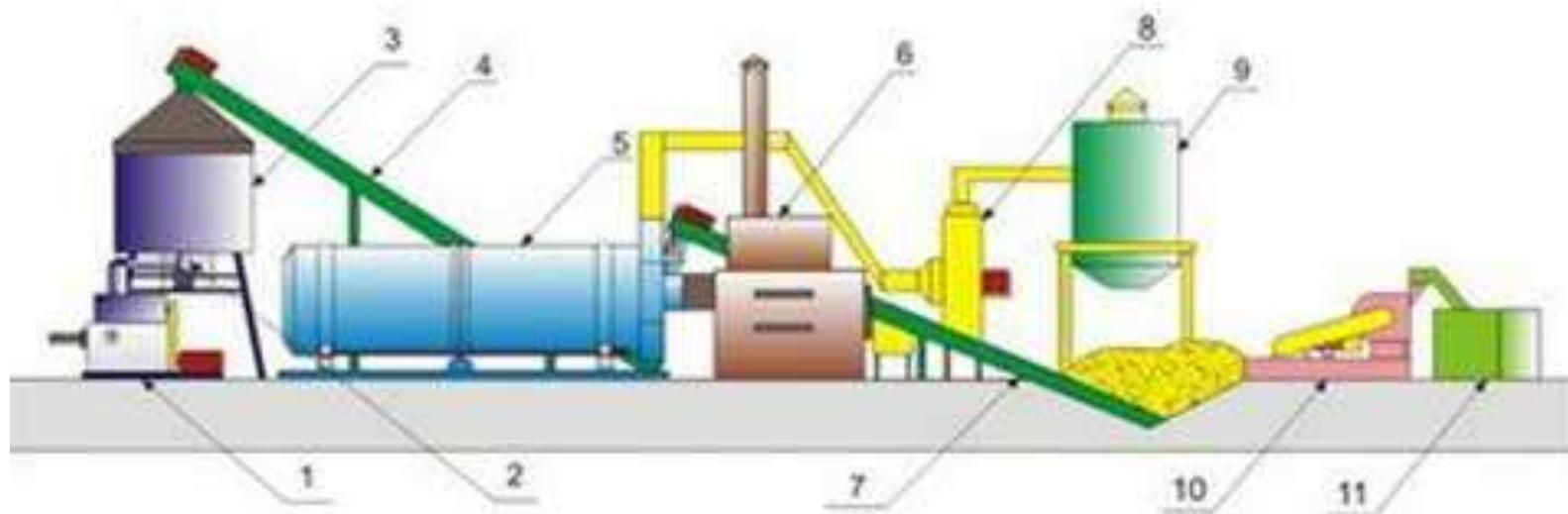


Распределение капитальных затрат (гранулирование древесины, 3-4 т/ч):



БРИКЕТИРОВАНИЕ

Технологическая схема процесса брикетирования во многом схожа со схемой гранулирования. Главное отличие состоит в реализации процесса формирования брикетов.



- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Экструдер; | 7. Транспортёр ленточный; |
| 2. Шнек подачи; | 8. Вытяжка (вентилятор); |
| 3. Бункер-накопитель; | 9. Циклон; |
| 4. Транспортёр ленточный; | 10. Дробилка молотковая; |
| 5. Сушильный барабан; | 11. Рубильная машина. |
| 6. Система сгорания (печь); | |

Особенности работы прессов-брикетировщиков

Поршневые прессы:

- ❑ Сжимаемый материал поршнем продвигается в сужающуюся фильеру, где от трения нагревается, при этом активизируется лигнин как естественное связующее. Образующийся брикет на выходе из фильеры застывает, образуя плотную структуру. Поршень совершает возвратно-поступательное движение, чередуя циклы загрузки и сжатия.
- ❑ Поршневые прессы с механическим приводом, как правило, более производительны (300-450 кг/ч), брикет получается более плотный (1,2-1,4 г/куб. см).
- ❑ Гидравлические поршневые прессы имеют производительность до 250 кг/ч, брикет получается более рыхлый, иногда плотностью менее 1 г/куб. см.
- ❑ Основные затраты на обслуживание заключаются в замене фильеры через несколько сотен часов работы.

Шнековые прессы:

- ❑ Шнек продавливает материал через цилиндрическую фильеру, часто имеющую дополнительный обогрев. Давление нарастает постепенно, температура материала достигает 250-300 °С, что позволяет получать плотный брикет практически из любых растительных материалов при условии, что их начальная влажность менее 15%.
- ❑ На шнековых прессах получают брикеты высшего качества, например, типа Pini&Kaу, или т.н. «евродрова». Плотность брикетов достигает 1,2-1,4 г/куб. см. Производительность прессов от 70 до 250 и более кг/ч.
- ❑ В отличие от поршневых, шнековые прессы имеют более высокое удельное энергопотребление, довольно часто возникает необходимость в ремонте, восстановлении

Особенности работы линий брикетирования

- ❑ Обычно производительность оборудования линии брикетирования (топка, сушильный барабан, 2-3 пресса-брикетировщика) рассчитан до 1 тонны в час готовой продукции. Средняя производительность прессов-брикетировщиков составляет 350-400 кг в час.
- ❑ С помощью гидравлического пресса-брикетировщика можно спрессовать любое сырье с влажностью менее 20%. Например: стружка, дробленое дерево, новое и старое, шелуха, подсолнечник, опилки, остатки фанеры, остатки табака.
- ❑ Для брикетировщиков экструдерного типа необходима влажность сырья около 10%.
- ❑ Параллельное подключение до 3 прессов-брикетировщиков позволяет увеличить надежность работы линии, так как в случае выхода из строя одного брикетировщика останавливается всё производство, а при параллельном подключении брикетировщиков производительностью 350-400 кг/час, выход одного брикетировщика из строя является менее критичным.
- ❑ Потребляемая электроэнергия сушильной установки 25-40 кВт-час, пресса-брикетировщика- 46 кВт-час, дробилки-60 кВт-час, печи-6 кВт-час, итого около 360 кВт-час на 1 т продукции. Для нагрева воздуха сушильного барабана, как топливо могут применяться отходы пиломатериалов, но более целесообразно применять опилки .
- ❑ Обслуживающий персонал в смену 3-9 человек.

Особенности производства брикетов по сравнению с гранулами

- Для производства **древесных гранул** необходимо измельчить отходы в однообразную мелкую пыль на специальном дополнительном оборудовании. В отличие от этого для производства **брикетов** помимо пыли подойдет и достаточно крупная фракция: опилки, стружка, некрупная щепа.
- Для производства **древесных или торфяных брикетов** достаточно установки брикетирующего пресса, в то время как для производства **гранул** необходима установка комплекса оборудования, по стоимости превышающего стоимость основного.
- Оборудование для производства топливных **брикетов** выпускается различной производительности, в том числе и самой минимальной (от 30 кг/час), что позволяет устанавливать его непосредственно в местах образования отходов: на любых деревообрабатывающих производствах. Установка брикетирующих прессов на деревообрабатывающих предприятиях особенно выгодна в связи с появляющейся возможностью существенно сократить объем, занимаемый отходами производства, поднять уровень пожаробезопасности и культуры производства.
- Таким образом, доступность источников сырья и стоимость оборудования для производства брикетов делает этот бизнес более привлекательным для предпринимателей с ограниченными возможностями капиталовложений или объемами сырья по сравнению с производством топливных гранул (пеллет).

Спасибо за внимание!

ОО «Агентство по возобновляемой энергетике»

Тел./факс: +3 044 332 91 40; +3 044 223 55 86

kramar@rea.org.ua

www.rea.org.ua