

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»  
Институт лесопромышленного бизнеса и дорожного строительства  
Кафедра инновационных технологий и оборудования деревообработки

С.С. Тютиков

## Утилизация древесных отходов

### Изготовление плитных материалов из древесных частиц без добавления связующих

Методические указания для выполнения студентами магистратуры научно-исследовательской лабораторной работы направления 35.04.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств».  
Профиль подготовки: технология деревообработки.

Екатеринбург

2015

# Электронный архив УГЛТУ

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБиДС.

Протокол №      от                      2015 г.

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры ИТОД И.Т. Глебов

Редактор

Оператор

---

Подписано в печать

Плоская печать

Заказ №

Формат 60x84

Печ. л.

Поз.

Тираж экз.

Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ

Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## Введение

### **Плиты из древесных частиц без добавления связующих**

Природа удачно и щедро наделила древесину богатым комплексом высокомолекулярных органических веществ, способных при определенных условиях давать продукты, обладающие высокой реакционной способностью. Задача исследователей при изыскании методов переработки древесных отходов в пластические материалы заключается в первую очередь в нахождении путей и средств для рационального использования природной реакционной способности компонентов клеточных стенок и растворимых органических включений древесины.

К настоящему времени предложено два основных направления переработки древесных отходов в пластические материалы:

- изготовление «пьезотермопластиков».
- изготовление плит из древесных частиц без добавления связующих по методу УГЛТУ.

**Пьезотермопластики.** Пьезотермопластики могут быть изготовлены одностадийным или двухстадийным способами [1,2] .

При одностадийном способе, разработанном в белорусском технологическом институте, прессуются естественные, не подвергнутые предварительной обработке, древесные частицы. Рекомендуемые режимы прессования имеют довольно высокие параметры температуры (185-200 С) и давления (25-30 МПа).

Двухстадийный метод предусматривает предварительную обработку древесного сырья перед прессованием с целью его частичного разложения и придания большей реакционной способности. Предварительная обработка может быть осуществлена при помощи частичного водного гидролиза сырья в автоклаве или путем его обработки различными химикатами.

Предварительный водный гидролиз позволяет снизить прессования до 15 МПа и температуру горячего прессования до 160 С.

**Плиты из древесных частиц без добавления связующих по методу УГЛТУ.** Принцип получения плит из древесных частиц без добавления связующих по методу УГЛТУ предложен и разработан под руководством профессора В.Н. Петри в Уральском лесотехническом институте [1]. Важнейшей особенностью приготовления этих материалов является «мягкое» воздействие на составные части клеточных стенок древесины во время прессования (температура -160 +180 С, давление- 2,5 9,0 МПа), в результате которого образуются крупные «осколки»

молекул, в значительной степени сохраняющие природную реакционную способность компонентов древесины.

## **1. Технологический процесс**

Древесные пластики, изготавливаемые без добавления связующих по методу УГЛТУ, представляют собой плитные материалы, получаемые путем горячего прессования древесных частиц при сравнительно мягких режимах давления температуры без добавления связующих. Давление прессования 2,5 +10,0 МПа, температура плит пресса- 155-180 С.

Сырьем для изготовления этих пластиков могут служить любые отходы лесозаготовок и переработки древесины с неограниченным содержанием гнильи и коры (мягкие и кусковые отходы деревообработки, дровяная древесина, отходы окорки, старые древесные отвалы, валежник, отходы от рубок ухода за лесом и т.д.)

Технические свойства получаемых пластиков зависят от многих факторов: виды сырья, его состояния и т.д. Причем с увеличением содержания в сырье гнилей и коры технические свойства пластика улучшаются.

Технологический процесс производства плит по методу УГЛТУ без добавления связующих состоит из следующих операций:

- измельчение,
- сушка измельченных отходов,
- формирование ковра,
- холодная подпрессовка ковра,
- горячее прессование и охлаждение под давлением,
- обрезка кромок плит,
- кондиционирование плит (в случае необходимости) и контрольные испытания готовой продукции.

**Измельчение древесных отходов.** Физико-механические свойства пластиков без добавления связующих в значительной мере определяются удельной поверхностью древесных частиц. Достигается это путем измельчения древесных материалов, особенно эффективно дробление в молотковых дробилках, т.к. в этом случае древесные частицы имеют волокнистую форму и характеризуются большой удельной поверхностью.

В случае переработки кусковых отходов рекомендуется включать в технологическую линию, последовательно, дисковые рубильные машины и центробежные стружечные станки.

**Сушка измельченных отходов.** Высокие технические свойства пластиков зависят от определенной влажности прессматериала, т.е. исходная влажность вида сырья и её отклонение не может превышать ±

1%. Оборудование для сушки древесных частиц должно соответствовать этим требованиям. Для производства пластиков по методу УГЛТУ рекомендуется сушилка с «кипящим слоем», в которой процесс сушки проводится с высокой точностью.

**Формирование ковра.** Ковер формируется на перемещающихся поддонах, на которые предварительно наносится очень тонкий и равномерный слой талька. Равномерный настил ковра и хорошее функционирование создает формирующая машина с пневматическим функционированием. При формировании ковра при производстве пластиков учитываются все общие требования формирования ковра при изготовлении древесностружечных плит. Дополнительно предъявляются требования к коврам: отклонение по толщине не более 5 мм, ковер должен формироваться с утолщенным краем (выступ ковра на периферии шириной до 100 мм должен быть выше на 20 мм его остальной части), фракционирование частиц ковра должно достигаться при однослойной укладке ковра. Наиболее удовлетворяет всем требованиям машина конструкции УГЛТУ.

**Холодная подпрессовка ковра.** Предварительная подпрессовка необходима для уплотнения пакета, чтобы при транспортировке его к горячему прессу не деформировались кромки, и мелкие частицы не просыпались в нижнюю часть пакета.

**Горячее прессование и охлаждение под давлением.** Режим горячего прессования устанавливается по определенной методике экспериментальным путем в зависимости от назначения плитных материалов, их конструкции, вида, породного состава и других особенностей используемых отходов, потребной влажности, степени и характера измельчения частиц. Пластик охлаждается под давлением в прессе до достижения температуры 25-30 С.

**Обрезка кромок плит.** Пластики, изготавливаемые по методу УГЛТУ, при выходе из пресса имеют светлую периферическую часть (кромку), которую следует обрезать, т.к. в этой краевой зоне резко снижены все физико-механические свойства (плотность, прочность и особенно водостойкость). Обрезку плит рекомендуется производить на форматно-обрезном станке.

**Кондиционирование плит (в случае необходимости) и контрольные испытания.** Влажность пластиков при кондиционировании доводится до уровня равновесной (при эксплуатации в отапливаемом помещении -9 +11 %) . Режим кондиционирования зависит от сырья, из которого изготовлен пластик. Процесс проходит в камерах кондиционирования периодического и непрерывного действия.

Кондиционирование - продолжительная и дорогостоящая операция, избежать которую можно подбирая режимы прессматериала при исходной

влажности близкой к равновесной. Однако не все виды сырья прессуются при равновесной влажности. В этом случае кондиционирование плит становится неотъемлемой частью технологического процесса, т.к. использование некондиционированных плит ведет в их короблению.

Пластики подлежат контрольным испытаниям, в основном, в соответствии с требованиями ГОСТ 10633-63, ГОСТ10637-63 «Плиты древесностружечные».

## 2. Оценка качества измельченного древесного сырья

**Определение фракционного состава.** Сортирование стружки (дробленки) проводят в ситовом анализаторе, имеющем набор из 8 круглых сит, пять из которых имеют круглые отверстия диаметром 10,7,5,3 и 2 мм, остальные три сита имеют сетчатые ячейки размером 1x1; 0,5x0,5; 0,25x 0,25 мм. В основании сит установлена чаша, собирающая пыль. Набор сит накрыт крышкой и закреплен на установочной площадке стяжными гайками.

Для испытания берут пробу массой около 50 г. так как большее количество массы стружек затрудняет процесс отсева. Влажность взятой стружки не должна превышать 6%, что обеспечивает лучшее отделение мелочи и пыли. Навеска высыпается на верхнее сито анализатора.

Рекомендуемое время фракционирования одной навески обычной стружки составляет 5 мин. Увеличение времени фракционирования может вызвать чрезмерное измельчение стружек в приборе и искажение полученных результатов испытания.

По окончании отсева стружки (дробленки) сита разбираются, каждая фракция взвешивается на аналитических весах с точностью до 0,01 г.

Количественное содержание фракций в навеске выражается в процентах к общей массе. Номер фракции обозначается размерами сит, между которыми она была отобрана, например -/10, 7/5,5/3...Количество анализов для взятой пробы должно быть не менее трех. Окончательный результат вычисляется как среднеарифметический. Полученные данные сравниваются с показателями, установленными технологической инструкцией по тому или иному виду производства. Средний фракционный состав сырья вычисляют по формуле

---

где  $m_i$ , ... -количество частиц отдельных фракций, г или %;  
 $d_i$ , ... -диаметр отверстий сита отдельных фракций, мм.

Поскольку размер мелкой фракции (пыли) приравнивается к нулю, множитель с  $d_i$  в числителе формулы не указывается.

Результаты определения фракционного состава оформляют в виде табл.1.

Таблица 1- Фракционный состав сырья

№ фракции	Количество частиц, оставшихся на сите	
	в г.	в %
10/7		
7/5		
5/3		
3/2		
2/1		
01/0,5		
0,5/0		
0/0		

### Определение геометрической формы и размеров стружек.

Отбирается проба, количество стружек в которой должно составлять 100 штук. В зависимости от геометрической формы стружку относят к той или иной группе: стружка, ширина которой в несколько раз больше толщины (плоская); стружка с шириной, близкой к толщине (игольчатая); стружка-отход при сгорании или фрезеровании (скрученная); частицы стружки, имеющие примерно одинаковые размеры по длине, ширине, толщине (кубикообразные); мелочь и пыль.

Определение геометрических размеров стружек производится измерительными приборами с точностью: по длине – до 1,0 мм; по ширине – до 0,1 мм; по толщине -0, 01 мм. Длина стружек измеряется вдоль направления волокон древесины.

Полученные данные подвергаются статистической обработке. Результаты среднего арифметического значения  $\bar{y}$ , среднего квадратического отклонения  $S$ , дисперсия, коэффициента вариации  $V$  и показателя точности  $P$  заносятся в табл. 2.

Таблица 2- Результаты статистической обработки

№ фракции	$\bar{y}$	$S$		$V$	$P$
7/5					
5/3					
и т.д.					

### 3. Определение влажности измельченной древесины

В чистый, предварительно взвешенный бюкс, помещают 3-4 г древесных частиц, закрывают его крышкой и взвешивают с точностью до 0,001 г. Затем крышку снимают, а бюкс ставят в сушильный шкаф, нагретый до  $105 \pm 2$  С и выдерживают в нем в течении 30 минут (до

постоянной массы). По истечении указанного времени бокс вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе над хлористым кальцием и взвешивают. Влажность древесных частиц вычисляют по формуле

---

где  $q$  - масса бюкса;

$q_1$  - масса бюкса с материалом соответственно до и после сушки

Подготовка прессматериала с заданной влажностью

В случае если древесные частицы оказываются пересушенными, т.е. имеют влажность ниже запланированной, то количество воды, необходимой для доведения влажности до заданной, определяют по формуле

---

где  $W$  количество воды, которое необходимо добавить, г;

$W_1$  количество прессматериала при исходной влажности, г;

$W_2$  влажность сырья, которую необходимо получить для опыта, % ;

$W_3$  исходная влажность взятой партии опилок.

Доведение влажности прессматериала до требуемой можно осуществить смешиванием пересушенных и влажных древесных частиц в пропорции, рассчитываемой по формуле:

---

где  $W_4$  количество сырья влажности  $W_4$ , г;

$W_5$  количество сырья заданной влажности, г;

$W_6$  -влажность сырья заданная, % ;

$W_7$  - влажности разных партий сырья, %.

После внесения в сырье найденного по формуле количества воды или смешивания партий сырья с различными влажностями, сырье тщательно перемешивают и выдерживают не менее 2-х суток в металлических ящиках с крышками или полиэтиленовых мешках. Делается это для того, чтобы влага распределилась между всеми частицами равномерно.

Перед использованием сырья для запрессовки плит необходимо проводить контрольное определение влажности сырья.

#### **4. Определение количества прессматериала**

Расчет потребно количества древесных частиц для изготовления плиты определяют по формуле

---

где  $m$  – масса плиты, кг ;  
 $F$  – площадь плиты, см<sup>2</sup> (до обрезки);  
 $S$  – толщина плиты, мм;  
 $\rho$  – расчетная плотность, кг/м<sup>3</sup>.

Для плит без добавления связующих  $\rho = 1200-1300$  кг/м<sup>3</sup>, для твердых ДВП  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, для полутвердых ДВП  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>.

### **5. Формирование ковра и прессование**

На металлический поддон, покрытый антиадгезионным веществом (часто наносят слой талька), устанавливают рамку(короб). Внутри рамки (в короб) укладывают расчетное количество древесных частиц и тщательно выравнивают. После подпрессовки вручную или с помощью пресса рамку снимают, а на подпрессованный ковер накладывают верхний поддон, покрытый антиадгезионным веществом. Пакет загружают в пресс, плиты которого нагреты до заданной температуры. Связь манометрического и удельного давления выражается следующим отношением

---

где  $P$  – манометрическое давление, МПа;  
 $p$  – удельное давление прессования, МПа;  
 $F$  – площадь изделия, м<sup>2</sup>;  
 $S$  – площадь плунжера, м<sup>2</sup>.

---

где  $d$  – диаметр плунжера, м.

Плиты без добавления связующих по методу УГЛТУ запрессовывают при следующих параметрах:

- удельное давление прессования- 2,5-9,0 МПа;
- температура плит пресса – 160-180 С;
- влажность прессмассы – 7-20% (зависит от химического состава прессмассы и условий прессования);
- продолжительность горячего прессования 1 мин на 1 мм толщины готовой плиты с последующим охлаждением до 40-60 С.

#### ***Библиографический список***

1. Плитные материалы и изделия из древесины и одревесневших растительных остатков без добавления связующих. Под редакцией профессора В.Н. Петри. –М.: Лесная промышленность, 1976.-201 с.
2. Минин А.Н. Технология пьезотермопластиков. –М., :Лесная промышленность, 1965.-250 с .

## Оглавление

1. Технологический процесс.....	4
2. Оценка качества измельченного древесного сырья.....	6
3. Определение влажности измельченной древесины.....	7
4. Определение количества прессматериала.....	8
5. Формирование ковра и прессования.....	9
6. Библиографический список.....	9

## Контрольные вопросы и задания

1. Какие направления переработки древесных отходов в плиты без связующих известны к настоящему времени ?

2. Какие особенности у направления получения плит без связующих по методу УГЛТУ ?

3. Из каких технологических операций состоит процесс производства плит без связующих по методу УГЛТУ ?

4. В каких случаях необходима операция сушки плит после запрессовки?

5. Как оценивают качество измельченного древесного сырья ?

6. По какой формуле определяют влажность измельченного древесного сырья?

7. Какие существуют способы подготовки прессматериала с заданной влажностью?

8. Напишите формулу связи монометрического и удельного давления прессования.