

## К вопросу измельчения лесосечных отходов

В. И. Марков<sup>1</sup>  
А. Ю. Ломов

*Петрозаводский государственный университет*

В процессе заготовки и переработки древесины значительная часть ее не используется и обращается в отходы. Большая часть отходов после соответствующей переработки может быть использована в качестве сырья для организации производства плитного материала.

**Ключевые слова:** отходы лесозаготовок, измельчение, прокатка, разрушение, волокна.

### СОДЕРЖАНИЕ

Постоянно растущий спрос на древесное сырье заставляет искать более эффективные пути рационального использования всей биомассы заготавливаемой древесины, включая отходы, образующиеся на лесосеках.

В настоящее время наметились следующие способы использования отходов:

- непосредственное использование без предварительной переработки;
- использование путем механической переработки;
- использование с помощью химической переработки;
- комбинированный способ использования.

В лесозаготовительной отрасли сложились два основных направления использования "отходов":

1. Производство технологической щепы для целлюлознобумажной промышленности (из низкосортовой и тонкомерной древесины).
2. Производство товаров народного потребления (древесные плиты ДВП, древесно-стружечные плиты со связующим ДСП, черенки для лопат и т. д.).

Одним из важнейших вопросов в эффективности использования древесных отходов является транспортировка их в пункты потребления, а также такие показатели, как транспортабельность и дальность перевозки. В каждом конкретном случае выбор того или иного вида транспорта может быть правильно решен только после соответствующих расчетов.

Мелкие отходы наиболее удобно измельчать и транспортировать, из них на предприятиях можно создавать плитный материал. Крупную вторичную древесину предпочтительно транспортировать не измельчая.

Прочность плит зависит от прочности древесных волокон, соотношения их длины и ширины. Прочность частиц в значительной степени определяется ориентацией волокон вдоль их длины. В тех же случаях, когда структура древесного сырья (кусковые отходы, сучья и т. д.) не позволяет ориентировать в нужном направлении по отношению к ножам рубильной машины, рекомендуется использовать безножевые способы измельчения.

В результате проведенного анализа выявлены основные способы измельчения древесины при получении древесных плит. Древесину можно измельчать резанием, размолом, сдиранием, ударом, прокаткой, а также этими способами в их комбинации.

Ножевые способы измельчения древесины целесообразно применять при резании круглых лесоматериалов, но в этом случае волокна перерезаются в самых разных направлениях. Безножевые способы (удар, разمول) позволяют разрушать древесину в основном вдоль волокон, причем разрушение происходит по межволоконным и по другим ослабленным связям.

Перспективными способами измельчения лесосечных отходов могут стать способы, основанные на деформации всего объема древесины между двумя поверхностями, например, прокатными валками (прокатка) или рабочими органами ударных механизмов (дробилки).

При ударном разрушении или прокате древесины процесс измельчения можно разбить на две фазы: сначала древесина объемно деформируется, а затем в сечении, где превзойден предел прочности, разрушается на волокна.

Сухим механическим измельчением невозможно разделить древесину по межволоконным связям, так как связи между клетками прочнее самих клеток. При гидротермической обработке силы измельчения структурных элементов убывают, целлюлоза пластифицируется, а лигнин размельчается. Это способствует целостности волокон и разделению древесины вдоль волокон.

Изучение деформируемости древесины в этом направлении дало возможность получить уравнение деформации:

$$\varepsilon \varphi h (P - \sigma_d)$$

$$\lambda_d = \frac{\varepsilon \varphi h (P - \sigma_d)}{(1 - \varepsilon) (P - \sigma_d + c)} \text{ где}$$

$\lambda_d$  - деформация за счет сжатия газообразной части;  
 $\varepsilon$  - коэффициент пористости;

<sup>1</sup> Авторы - соответственно доцент и аспирант кафедры промышленного транспорта и геодезии © В. И. Марков, А. Ю. Ломов, 1999

$\varphi$  - коэффициент, выражающий содержание воздуха в единице объема гидро-аэростатической среды, заполняющей клетки;

$h$  - толщина сжимаемого слоя древесины;

$P$  - напряжение в древесине;

$\sigma_d$  - напряжение, передаваемое на древесный скелет;

$c$  - постоянная для данного радиуса кривизны мениска.

Анализ уравнения позволяет сделать вывод, что если клетки и сосуды древесины заполнены водой полностью (возможно, после гидротермической обработки древесины), то  $\varphi=0$  и деформация древесины за счет сжатия клеток и сосудов становится невозможной. В этом случае сближение сжимающих поверхностей возможно только за счет сдвигов структурных элементов относительно друг друга, что является основным фактором измельчения древесины вдоль волокон. Максимальное содержание влаги даже при отрицательных температурах улучшает разрушение древесины по межклеточному веществу и при динамических нагрузках.

Тонкие и длинные частицы с ориентацией волокон древесины вдоль их длины являются гарантом получения прочных древесных плит. Поэтому основная задача состоит в том, чтобы установить при каком состоянии влажности, температуре происходит ее наиболее полное разделение по межволоконным связям при минимальных затратах энергии.

Энергетический баланс процесса разрушения древесины  $A$  можно записать

$$A = A_d + A_f,$$

где  $A_d$  и  $A_f$  - это работа, затраченная соответственно на деформацию и образование новой поверхности.

Учитывая, что лесосечные отходы предпочтительно разрушать безножевыми способами (прокат, удар), разрушение в основном будет происходить по межволоконным и другим ослабленным структурным связям.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Разрушение лесосечных отходов должно вестись безножевыми способами (прокат, удар).
2. Разрушение древесины должно вестись по наиболее слабым структурным элементам, преимущественно вдоль волокон.
3. Термовлагообработка способствует пластификации древесины.
4. Прочные волокнистые частицы с максимальной длиной по отношению к ширине и толщине способствуют созданию прочного плитного материала.
5. Деформация древесины без разрушения должна быть минимальной, чтобы энергия, затрачиваемая на разрушение, в большей степени использовалась на образование новых поверхностей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коробов В. В., Рушнов Н. П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии). М.: Экология, 1991. 288 с.
2. Пучков Б. В. Измельчение сырья для древесных плит. М.: Лесная промышленность, 1980. 120 с.