

УДК 630.86 (571.1/5)

## ДВИЖЕНИЕ ДРЕВЕСНОЙ БИОМАССЫ В ПЕРСПЕКТИВНОМ РАЗВИТИИ ЛЕСОСИБИРСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

С.О. Медведев<sup>1</sup>, Р.А. Степень<sup>2</sup>, С.В. Соболев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического университета  
662543 Лесосибирск, Победы, 29; e-mail: [info@lfsibgtu.ru](mailto:info@lfsibgtu.ru)

<sup>2</sup>Сибирский государственный технологический университет  
660049 Красноярск, пр. Мира, 82

Рассматривается движение древесной биомассы в перспективном развитии Лесосибирского промышленного комплекса. Максимально возможное вовлечение биомассы дерева в производство служит важнейшим показателем лесопромышленных комплексов. Её использование должно характеризоваться глубокой степенью переработки, а транспортировка минимальными расстояниями. Потребление древесных опилок в гидролизном направлении является перспективным направлением в повышении эффективности деятельности комплекса.

**Ключевые слова:** древесная биомасса, схема движения, мягкие древесные отходы, гидролизное производство

The movement of wood biomass in the perspective development of Lesosibirsk industrial complex has been considered in the article. The greatest possible involving of a wood biomass in manufacture serves as the major indicator of timber industry complexes. Its use should be characterized by deep degree of processing, and transportation in the minimum distances. Consumption of wood sawdust in hydrolytic manufacture is a perspective direction in increase of efficiency of activity of a complex.

**Key words:** wood biomass, movement scheme, soft waste wood, hydrolytic manufacture

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее острых проблем на пути перехода лесной промышленности России к современному высокодоходному, экологически устойчивому развитию является повышение эффективности использования ресурсов. Максимально возможное вовлечение биомассы дерева в производство служит важнейшим показателем лесопромышленных комплексов (ЛПК). В российских условиях его величина в среднем составляет 50 %, с малоэффективным потреблением отходов и зачастую заключается в сжигании и вывозе в отвалы (Храмова, 2007). Лишь на некоторых предприятиях России организована переработка вторичных древесных отходов в продукцию со сравнительно высокой добавленной стоимостью, в частности в плитные материалы.

Примером этого служит Лесосибирский комплекс, являющийся крупнейшим центром переработки древесины в Красноярском крае. Ее основные объемы перерабатываются тремя комбинатами, на двух из которых на базе кусковых отходов налажен выпуск ДВП. Помимо плитного направления они используются для производства клееных материалов, мебели, столярных изделий.

Следует отметить, что дальнейшее развитие лесопиления в Лесосибирском узле связано с внедрением тонкомерных пил, ведущим к увеличению образования опилок, которые в настоящее время практически полностью используются как топливо и даже вывозятся на полигон (Чистова, 2005).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В работе рассматриваются потенциальные возможности комплексного использования древесной биомассы предприятиями Лесосибирского лесопро-

мышленного узла. Все возрастающие объемы образования мягких древесных отходов настоятельно требуют организации предприятий по их комплексной переработке. Изучение вопроса свидетельствует, что оптимальным вариантом их рационального использования в данных условиях является реализация гидролизного производства, в частности спиртодрожжевого направления. При этом организация как данного, так и любого другого направления переработки отходов нуждается в решении ряда задач, в том числе освещения вопросов движения ресурсов древесной массы, т.е. объемов и способов ее образования, трансформации, транспортировки и потребления на различных стадиях и узлах производственной цепочки. Красноярский край является одним из наиболее обеспеченных лесными ресурсами регионов страны, что обусловило в нем развитие деревоперерабатывающей отрасли.

Обширной лесосырьевой базой в крае обладают и лесосибирские предприятия, объемы заготовки древесины которыми представлен в таблице 1 (Лесной..., 2009). Кроме того, подразделения третьего лесосибирского гиганта – ОАО «Маклаковский ЛДК» (ОАО «МЛДК») – непосредственной лесозаготовки на территории Красноярского края не осуществляют. С учетом сырья, полученного из других источников (собственные запасы, аукционы и др.) его объемы существенно возрастают. Процесс переработки заготовленной древесины предприятиями г. Лесосибирска в 2007 г характеризовался показателями, представленными в таблице 2.

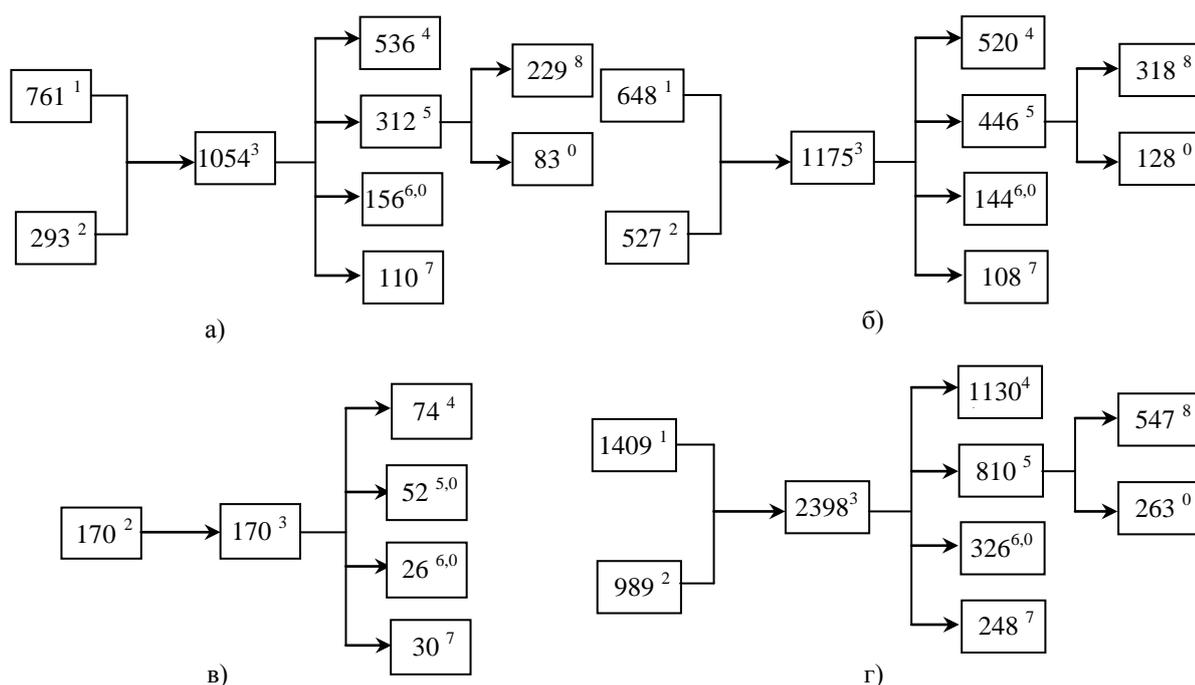
В графическом виде существующая схема движения древесины от лесозаготовки до потребления древесных отходов на крупнейших предприятиях г. Лесосибирска и в целом его деревоперерабатывающем комплексе приведена на рисунке 1 (Пелих, 2005).

**Таблица 1 – Объем заготовки древесины подразделениями лесосибирских предприятий на территории Красноярского края в 2007 г**

Предприятие	Район края	Объем фактической заготовки, тыс. м <sup>3</sup>
ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1» (ОАО «ЛЛДК №1»)	Богучанский	307
	Держинский	126
	Енисейский	73
	Кежемский	149
	Мотыгинский	106
Итого		761
ЗАО «Новоенисейский ЛХК» (ЗАО «НЛХК»)	Богучанский	233
	Енисейский	159
	Мотыгинский	256
Итого		648
Всего		1409

**Таблица 2 – Показатели переработки древесного сырья на лесосибирских комбинатах**

Предприятие	ОАО «ЛЛДК № 1»	ЗАО «НЛХК»	ОАО «МЛДК»	Итого
Объем ресурсов из прочих источников, тыс. м <sup>3</sup>	293	527	170	989
Распил сырья, тыс. м <sup>3</sup>	1054	1175	170	2398
Производство пиломатериалов, тыс. м <sup>3</sup>	536	520	74	1130
Кусковые отходы и технологическая щепа, тыс. м <sup>3</sup>	312	446	52	810
Мягкие отходы, тыс. м <sup>3</sup>	156	144	26	326
Потребность в сырье для производства ДВП, тыс. м <sup>3</sup>	229	318	0	547
Производство ДВП, тыс. м <sup>2</sup>	26	34	0	60



**Рисунок 1 – Принципиальные схемы движения древесной биомассы на комбинатах г. Лесосибирска, тыс. м<sup>3</sup>: а – ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1», б – ЗАО «Новоенисейский ЛХК», в – ОАО «Маклаковский ЛДК», г – суммарные показатели по комплексу; 1 – объем заготовки древесины подразделениями предприятий в Красноярском крае, 2 – объем сырья из прочих источников, 3 – распил сырья, 4 – выпуск пиломатериалов, 5 – кусковые отходы и технологическая щепа, 6 – мягкие древесные отходы, 7 – безвозвратные потери, усушка и распыл, 8 – сырье для производства ДВП, 0 – отходы, используемые с низкой степенью переработки или реализуемые в чистом виде (без переработки)**

В структуре вторичных материальных ресурсов (ВМР) выделяются кусковые и мягкие отходы. Первые из них в объеме 70-80 % потребляются для производства мебели и столярных изделий, а также реализуются жилищно-коммунальным хозяйствам города и населе-

нию. Гораздо хуже положение обстоит с имеющимися в значительном количестве мягкими древесными отходами, прежде всего, опилками. Сравнительная характеристика альтернативы их использования, достоинства и недостатки потребления представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Достоинства и недостатки направлений потребления мягких древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном узле**

Достоинства	Недостатки
Сжигание 1. Минимальные затраты и инвестиции на использование по данному направлению. 2. Частичное замещение каменного угля в качестве топлива. 3. Простота технологии использования.	1. Низкая экономическая эффективность. 2. Упущенная выгода от использования в иных направлениях. 3. Выбросы в атмосферу.
Компостирование 1. Минимальные затраты и инвестиции на использование по данному направлению. 2. Использование в сельском хозяйстве для повышения урожайности культур. 3. Простота технологии получения.	1. Низкая экономическая эффективность. 2. Недостаточная развитость сельского хозяйства для реализации всего объема получаемых компостов.
Брикетирование и гранулирование 1. Высокая добавленная стоимость. 2. Относительно простая технология. 3. Относительно невысокие стартовые инвестиции. 4. При организации гидролизного предприятия брикеты, изготовленные для гидролизаппаратов, могут частично использоваться как топливо.	1. Незрелость рынка и, как следствие, высокие риски убытков от нереализации продукции. 2. Географическая удаленность от развитых рынков, т.е. высокая транспортная составляющая в расходах.
Производство плитных и прессованных материалов 1. Высокая добавленная стоимость. 2. Выход предприятий на новые рынки, расширение линейки плитных материалов. 3. При организации гидролизного производства из его отходов возможна выработка специфических плит – пьезотермопластиков.	1. Использование токсичных смол и, как следствие, низкая экологичность. 2. Сложные технологии производства. 3. Наличие производств ДВП, которые превосходят данные материалы по ряду параметров.
Гидролизное производство 1. Высокая добавленная стоимость. 2. Получение нескольких альтернативных товаров (этилового спирта, кормовых дрожжей, углекислоты и др.). 3. Возможности использования промежуточных продуктов и отходов во всех вышерассмотренных направлениях, то есть выработка дополнительной продукции. 4. Существенный народнохозяйственный эффект (новые рабочие места, улучшение социального положения населения и пр.).	1. Высокие стартовые инвестиции. 2. Трудоемкость организации и поддержания технологии производства. 3. Вредные выбросы, наносящие существенный урон окружающей среде без их предварительной нейтрализации.

Анализ возможных путей переработки мягких древесных отходов свидетельствует в пользу организации в условиях Лесосибирского лесопромышленного комплекса гидролизного предприятия. Его функционирование при практически полной утилизации отходов позволяет организовать большое количество рабочих мест и улучшить социальное положение населения.

Одним из основополагающих показателей для организации производства выступает объем производимой продукции, который определяется потребностями рынка и требует дополнительного исследования. От этого показателя зависит, прежде всего, потребность в объеме сырья – производимых опилок на комбинатах Лесосибирска. В рамках данной статьи актуальным представляется расширенное рассмотрение проблемы, то есть альтернативы проектированию гидролизного производства при разных мощностях заводов и, исходя из этого, различной потребности в сырье. Специфика расположения предприятий, являющихся производителями и основными складами мягких древесных отходов, накладывает отпечаток на возможности расположения проектируемых заводов и перемещения необходимого для них сырья.

При этом возникает необходимость изучения

целесообразности расположения проектируемого гидролизного завода относительно сырьевых баз – деревоперерабатывающих комбинатов и, как следствие, транспортировки на него сырья. Упрощенно такая транспортная схема может выглядеть как последовательно расположенные с юга на север комбинаты: ОАО «ЛЛДК № 1», ОАО «МЛДК», ЗАО «НЛХК». При этом доставка сырья возможна автомобильным, железнодорожным и трубопроводным (пневматическим) видом транспорта. Вследствие высоких затрат и сложности организации отдельного производства на независимой от этих предприятий города площадке; включая создание всей инфраструктуры, очистных сооружений, подъездных путей и т.д., оптимальным принимается расположение гидролизного завода в границах одного из комбинатов.

В таблице 4 представлены альтернативы расположения производства и транспортировки сырья. Обеспечение производства сырьем в небольших объемах рационально осуществлять с использованием авто- и железнодорожного транспорта, что обусловлено относительной дешевизной стартовых инвестиций на покупку автотехники (щеповозов) и/или подвижного состава (тепловоз и вагоны) и оборудования погрузочно-разгрузочных площадок.

**Таблица 4 – Транспортная схема гидролизного производства в Лесосибирске**

№ п/п	Объем перерабатываемого сырья, тыс. м <sup>3</sup> /год	Базовый завод	Транспорт
1	0-15	НЛХК, МЛДК, ЛЛДК	Отсутствует. Производство сосредоточено на одном заводе
2	15-90	НЛХК, ЛЛДК	Отсутствует. Производство сосредоточено на одном заводе
3	90-100	НЛХК	Отсутствует. Производство сосредоточено на одном заводе
4	100-115	ЛЛДК НЛХК	Осуществляется от МЛДК Осуществляется от МЛДК
5	115-200	ЛЛДК МЛДК	Осуществляется от МЛДК и ЛЛДК Осуществляется от МЛДК и НЛХК Осуществляется от ЛЛДК и НЛХК

При увеличении объемов переработки сырья до 150-200 тыс. м<sup>3</sup>/год трубопроводный транспорт перспективнее. Это объясняется высокими эксплуатационными расходами на поддержание парка автотранспорта, строительства дополнительных ж/д развязок, повышенной загрузкой транспортной схемы города и, как следствие, дополнительных расходов на содержание дорог и штрафных санкций со стороны ГИБДД, вплоть до запрета перевозок. После окончательной оценки экономической целесообразности вида транспортировки и согласования схем движения транспорта необходимо произвести расчет модели работы

склада сырья для обеспечения запасами проектируемого гидролизного завода. Далее проводится моделирование движения готовой продукции на склад и отходов гидролизного предприятия на площадки временного накопления и подачи в соответствующие производства и т.д.

Результаты исследования позволяют предложить экономически и экологически обоснованный вариант общей схемы движения древесной массы, включая лесосечные отходы и отходы лесопиления и деревообработки в Лесосибирском промышленном узле (рис. 2).



**Рисунок 2 – Принципиальная схема переработки мягких отходов в Лесосибирском промышленном комплексе**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Красноярский край и, в частности, Лесосибирский лесопромышленный узел обладает широкими возможностями для развития комплексных производств по переработке древесных отходов. В последнем в настоящее время основным направлением утилизации кусковых отходов является произ-

водство ДВП, клееных материалов и мебели. Потребление образующихся в значительных объемах мягких отходов находится на низком уровне и признается малоэффективным. Представляется, что наиболее рациональным направлением их потребления может оказаться гидролизное производство с получением в качестве товарной продукции этилового спирта и кормовых белковых дрожжей.

Его побочные продукты и отходы успешно применяются при получении компостов, удобрений, получении углекислотных экстрактов и для энергетических целей. Организация таких производств предполагается в Лесосибирском лесопромышленном регионе. Отдельного внимания заслуживает движение древесной биомассы. Рациональное размещение производств и транспортных потоков позволяет достичь существенных преимуществ в сравнении с альтернативами. Решение о внедрении ресурсосберегающих технологий, непосредственной реализации проектов должно основываться на системе показателей производственно-технологического, экономического, экологического и социального характера. При их тесном сочетании может быть достигнуто развитие мало- и безотходных технологических решений.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Лесной план Красноярского края [Электронный ресурс] / Красноярск, 2009. – 210 с. – Режим доступа: <http://www.krskstate.ru/nature/wood/lespaln>
- Пелих, А.С. Экономико-математические методы и модели в управлении производством [Текст] / А.С. Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 248 с.
- Храмова, Л.Н. Эколого-экономическая оценка направлений комплексной древесной переработки вторичного древесного сырья на деревоперерабатывающем предприятии [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.05.00 : защищена 01.05.07 / Л.Н. Храмова. – Красноярск, 2007. – 145 с.
- Чистова, Н.Г. Возможные резервы комплексного использования древесного сырья / Н.Г. Чистова, Н.А. Петрушева, Ю.Д. Алашкевич // Современные наукоемкие технологии. – 2005. - № 5. – С. 64-65.

Поступила в редакцию 5 сентября 2009 г.  
Принята к печати 13 октября 2010 г.