



УДК 630.86 (571.1/5)

**С.О. Медведев, Р.А. Степень, С.В. Соболев**

Сибирский государственный технологический университет

Медведев Сергей Олегович родился в 1986 г., окончил в 2008 г. Сибирский государственный технологический университет, аспирант, ассистент Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 40 печатных работ в области экономики, эколого-экономических и технических аспектов переработки древесных ресурсов.  
E-mail: medvedev\_serega@mail.ru



Степень Роберт Александрович родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Сибирский технологический институт, доктор биологических наук, профессор кафедры промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств Сибирского государственного технологического университета. Имеет около 200 печатных работ в области экологии, химии древесины и химической переработки древесных ресурсов.  
Тел.: 8-913-839-22-06



Соболев Сергей Владимирович родился в 1965 г., окончил в 1989 г. Красноярский институт цветных металлов, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по учебной работе Лесосибирского филиала Сибирского государственного технологического университета. Имеет более 40 печатных работ в области экономики, эколого-экономических и технических аспектов переработки древесных ресурсов.  
E-mail: sergey\_sobolev\_2@mail.ru



## РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

На основе исследования возможностей и потенциала развития лесной отрасли в Красноярском крае предложена комплексная схема создания лесопромышленного кластера в Лесосибирском промышленном узле. Проведены исследования по созданию ряда продуктов из древесных отходов.

*Ключевые слова:* кластер, опилки, лесохимическое производство, гидролиз, пихтоварение, CO<sub>2</sub>-экстракт.

Одной из наиболее острых проблем на пути перехода лесной промышленности России к современному высокодоходному, экологически устойчивому развитию является повышение эффективности использования ресурсов. В нашей стране в производство вовлечено в среднем 50 % древесной биомассы при малоэффективном потреблении отходов. Лишь на отдельных предприятиях организована переработка вторичного древесного сырья в продукцию со сравнительно высокой добавленной стоимостью, в частности в плитные материалы, пеллеты. При этом очевидны преимущества получения комплекса дополнительных продуктов сразу в нескольких направлениях: улучшение производственных и финансовых показателей деятельности предприятий, снижение воздействия на окружающую среду за счет изъятия ранее вывозившихся в отвалы отходов при повышении занятости населения.

Принятый Правительством России курс на модернизацию лесопромышленного комплекса (ЛПК) призван способствовать развитию глубокой переработки древесной биомассы, созданию мало- и безотходных производств [1]. Первыми шагами в данном направлении стали принятые регионами страны Лесные планы, в которых одними из важнейших элементов стали инвестиционные проекты по созданию на их территории предприятий, производящих продукцию с высокой добавленной стоимостью. В лесной отрасли к таким продуктам относятся бумага, древесные плиты, пеллеты, продукция лесохимических предприятий и др. Одним из наиболее обеспеченных лесными ресурсами регионов, принявших программу развития своего ЛПК до 2020 г., является Красноярский край. В нем важнейшее значение в развитии отрасли придается Лесосибирскому комплексу, являющемуся крупнейшим центром переработки древесины в крае. Основные объемы древесного сырья осваиваются здесь тремя комбинатами: ЗАО «Новоенисейский ЛХК», ОАО «Лесосибирский ЛДК № 1» и ОАО «Маклаковский ЛДК (ЗАО НЛХК, ОАО ЛЛДК и ОАО МЛДК), на двух из которых на базе кусковых отходов налажен выпуск ДВП, также они используются для производства клееных материалов, мебели, столярных изделий. По оценкам экспертов, дальнейшее развитие лесопиления в Лесосибирском узле связано с внедрением тонких пил, ведущим к увеличению образования опилок, которые до недавнего времени практически полностью использовались как топливо или оставались отходом производства [4].

В августе 2010 г. на ЗАО НЛХК запущена первая линия по производству древесных гранул, что является важным шагом к развитию глубокой переработки в Лесосибирском лесопромышленном комплексе. Мощность производства на первом этапе составит 40 тыс. т в год, после строительства второй линии возрастет в 2 раза. Сырьем выступают опилки и некондиционный лес, т.е. отходы производства, не находящиеся пока должного потребления. Вместе с тем, экспертами отмечается неразвитость внутреннего рынка пеллет и высокие расходы на транспортировку продукции зарубежным потребителям.

Проведенное нами исследование [2] показывает, что для существенного улучшения экономической, экологической и социальной ситуации в рассматриваемом комплексе (аналогичные выводы могут быть получены и по другим отечественным производственным комплексам) необходимо создание лесопромышленного кластера на базе существующих предприятий и инфраструктуры (рис. 1). Его важнейшими элементами, помимо уже существующих деревообрабатывающих комбинатов, должны стать планируемые к строительству целлюлозно-бумажный комбинат, гидролизный завод и сеть малых лесохимических предприятий. Создание первого из них отвечает потребностям в картоне и бумажной продукции всего Сибирского региона и является одним из приоритетов развития Нижнего Приангарья. Строительство и запуск второго планировались еще в 1980–1990-е гг., однако вследствие сложного экономического положения проект не был реализован. В то же время его запуск остается экономически и технологически обоснованным вследствие комплекса причин, в том числе ежегодного образования предприятиями города более 200 тыс. м<sup>3</sup> опилок, весь объем которых не может быть направлен на получение пеллет. Однако для его наиболее успешной реализации требуется создать современный лесохимический комплекс, включающий несколько отдельных направлений потребления различного сырья, что должно позволить производить широкий ассортимент товаров и свести к минимуму воздействие на окружающую среду.

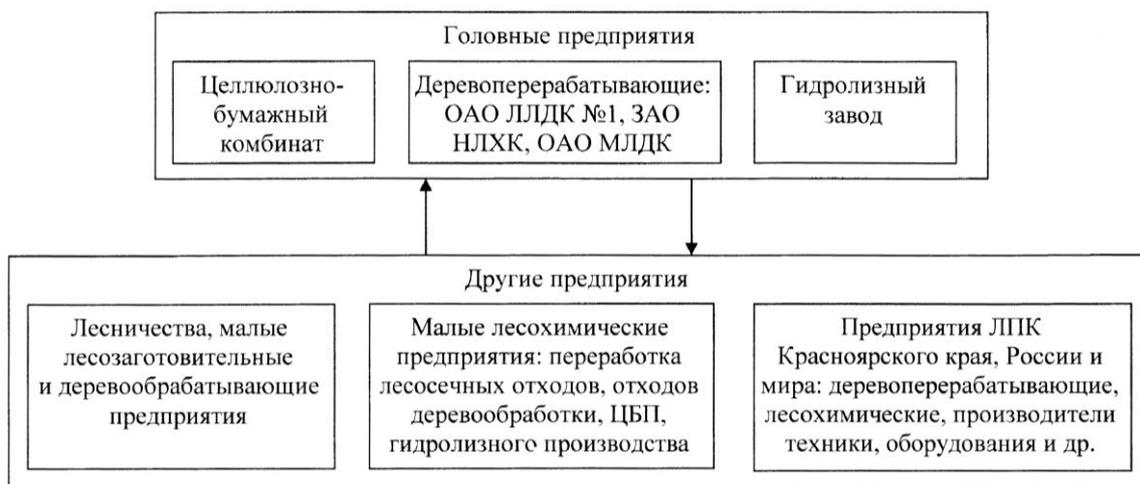


Рис. 1. Ведущие предприятия рекомендуемого кластера

Эффективное использование опилок в Лесосибирском кластере достигается за счет сочетания действующими предприятиями выпуска топливных гранул и гидролизного производства (рис. 2) [3]:

1) выпуск топливных гранул по применяемой в настоящее время технологии на ЗАО НЛХК и создание предлагаемого гидролизного комплекса за счет сырья двух других комбинатов;

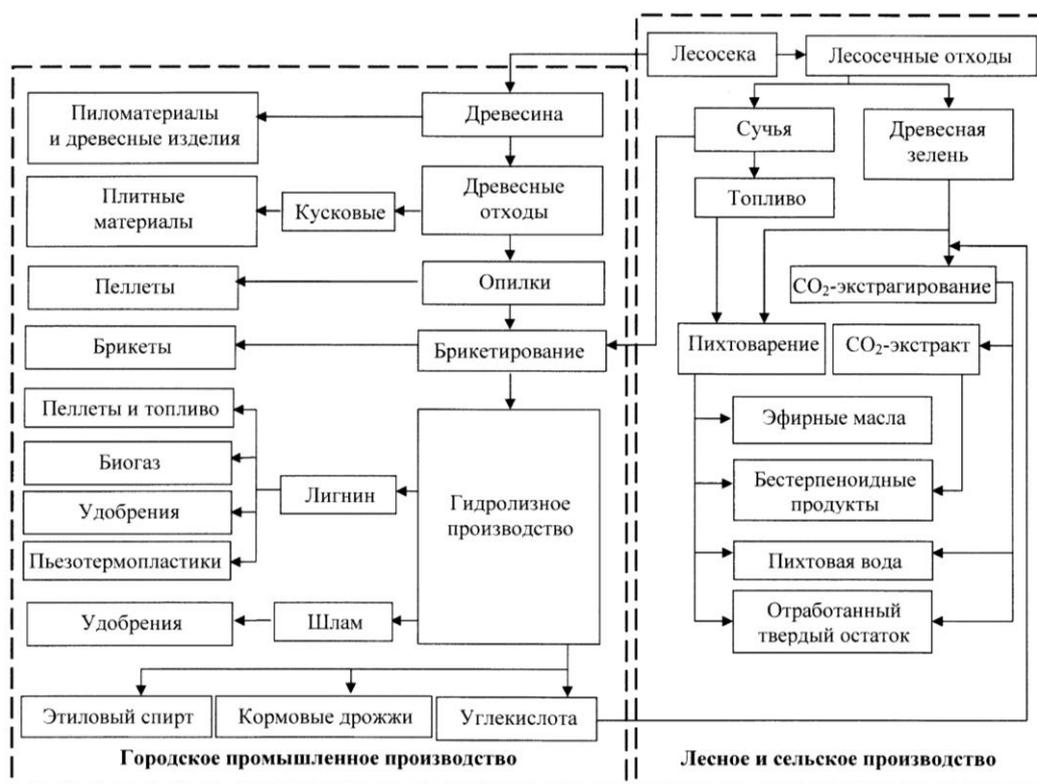


Рис. 2. Принципиальная схема современного производства в Лесосибирском лесопромышленном кластере

2) выпуск топливных гранул из гидролизного лигнина, в то время как основной объем опилок должен перерабатываться в продукцию гидролизного производства, а их оставшаяся часть, подвергаясь брикетированию в процессе загрузки гидролизаторов и отсеиваясь из технологического процесса, образует древесные топливные брикеты.

В табл. 1 представлены основные физико-химические показатели топливных гранул и брикетов из гидролизного лигнина, полученных в ходе проведенных исследований, и их сравнение с традиционным древесным топливом. Эксперименты по непосредственному получению образцов проводились в промышленных условиях (на предприятиях), а определение их физико-химических показателей стандартными методами на лабораторном оборудовании.

Таблица 1

## Физико-химические показатели древесного топлива

Древесное топливо	Сернистость	Зольность	Влажность	Удельная теплота сгорания топлива, МДж/кг
	%			
Щепа, опилки	0,2...0,3	2...4	12...25	10,2...11,2
Дрова	0,2...0,3	2...4	20...25	9,4...12,5
Гидролизные:				
гранулы	0,6...0,7	4...5	4...5	20,1...21,8
брикеты	0,2...0,3	5...6	8...9	18,2...20,1

Полученные результаты свидетельствуют о несколько повышенной сернистости и зольности гидролизных брикетов и гранул, но также о существенном увеличении теплоты сгорания топлива.

Преобладание и использование в Лесосибирском промышленном узле хвойного сырья, а также потребность в развитии сельскохозяйственной отрасли в крае, для которой достаточно востребованным и ценным продуктом являются кормовые дрожжи, диктуют ориентацию гидролизного предприятия на спиртодрожжевое направление. Другим важным шагом к созданию эффективного лесопромышленного кластера является использование ресурсов лесосек, в частности древесной зелени, практически не применяемой в настоящее время. Единственным полупромышленным направлением ее использования является выработка эфирных масел, в частности пихтового. Однако в силу ряда причин данное производство обладает низкой эффективностью. Повышению экономических, производственно-технических, экологических и социальных показателей способствует комплекс предлагаемых решений, в частности дополнительная экстракция древесной зелени, получаемой в гидролизном производстве, углекислотой с образованием хвойных CO<sub>2</sub>-экстрактов, использование флорентинной и хвойной вод, переработка отработанной древесной зелени в компост и хвойную муку. Получаемые в лесосибирском промышленном узле пихтовые экстракты отличаются повышенным содержанием эфирных масел и липидов в сравнении с аналогами, прежде всего в среднем и верхнем ярусе кроны (табл. 2).

Высокими физико-химическими показателями характеризуются также CO<sub>2</sub>-экстракты древесной зелени пихты сибирской среднеенисейской тайги (табл. 3).

Таблица 2

**Содержание липидов (числитель) и эфирного масла (знаменатель)  
в древесной зелени пихты среднеенейской тайги, %**

Возраст пихты, лет	Ярус кроны		
	нижний	средний	верхний
15...20	11,0/4,0	12,5/4,9	13,8/5,7
30...35	12,0/4,2	14,0/5,2	14,9/5,9
50...60	10,5/3,5	11,8/4,3	12,7/4,9
100...120	9,3/2,7	10,4/3,4	11,4/3,8
130...150	7,7/1,7	8,6/2,0	9,2/2,3

Таблица 3

**Физико-химические показатели CO<sub>2</sub>-экстрактов древесной зелени**

Показатель	Характеристика
Внешний вид и цвет	Маслянистая жидкость зелено-коричневого цвета
Запах	Характерный хвойный
Плотность при (20 ± 2) °С, г/см <sup>3</sup>	0,940...0,990
Показатель преломления	1,4922...1,5034
Массовая доля воды, %	0,3
Кислотное число, мг КОН/г	28,8...31,1
Эфирное число, мг КОН/г	53,9...64,8
Содержание эфирных масел, %	53,4...53,6

Исследования древесной зелени пихты сибирской и получаемых из нее продуктов проводились в лабораторных условиях с использованием стандартных методик и специализированного оборудования. Полученные образцы соответствуют своим аналогам, получаемым как в лабораторных, так и полупромышленных условиях, а по ряду параметров несколько превосходят их, что объясняется особенностями произрастания деревьев в среднеенейской тайге.

Таким образом, первоначальные шаги на пути создания глубокой переработки древесины, в частности использование опилок и древесной зелени в Лесосибирском промышленном узле, должны стать отправной точкой к созданию мощного лесопромышленного кластера. Представляется, что наиболее рациональным направлением развития выступает гидролизное производство с получением в качестве товарной продукции этилового спирта и кормовых белковых дрожжей. Побочные продукты и отходы гидролиза должны применяться при получении компостов, удобрений, углекислотных экстрактов и для энергетических целей, в том числе в виде топливных гранул и брикетов. В настоящее время производство топливных гранул уже запущено на ЗАО НЛХК, что свидетельствует о начале нового этапа развития Лесосибирского промышленного кластера. CO<sub>2</sub>-экстракты должны стать вторым важным направлением в развитии лесохимии, в частности комплексной переработки древесной зелени пихты сибирской. Проведенные исследования указывают на возможности получения в промышленных условиях ценных продуктов из отходов действующих и планируемых производств: топливных брикетов и гранул из гидролизного лигнина, эфирных масел и CO<sub>2</sub>-экстрактов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов И.С.* Развитие инновационных экотехнологий, базирующихся на использовании древесных отходов // Экономика и управление. 2009. № 12. С. 64–69.
2. *Медведев С.О., Соболев С.В., Степень Р.А.* Возможности рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе: моногр. Красноярск: СибГТУ, 2010. 85 с.
3. *Медведев С.О., Степень Р.А., Соболев С.В.* Пути расширения переработки древесных отходов в Лесосибирском промышленном комплексе//Вестн. КрасГАУ. Красноярск: КрасГАУ, 2010. № 3 (42). С. 173–176.
4. *Чистова, Н.Г., Петрушева Н.А., Алашкевич Ю.Д.* Возможные резервы комплексного использования древесного сырья//Современные наукоемкие технологии. 2005. № 5. С. 64–65.

*S.O. Medvedev, R.A. Stepen, S.V. Sobolev*  
Siberian State Technological University

**Development of Modern Forest-industrial Cluster in Krasnoyarsk Territory**

The complex scheme of forest-industrial cluster establishment in Lesosibirsk industrial centre is proposed based on study of possibilities and potential of the forest industry development in the Krasnoyarsk Territory.

Keywords: cluster, sawdust, forest-chemical production, hydrolysis, fir-cooking, CO<sub>2</sub>-extract.

---