

Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования

А.П. Мохирев, Ю.А. Безруких, С.О. Медведев

Лесосибирский филиал Сибирского государственного технологического университета, , Лесосибирск

Аннотация: Важным направлением устойчивого развития отечественного производства является комплексное использование древесных ресурсов. В России сосредоточено большое количество древесных ресурсов. Отходы образуются практически на всех стадиях лесозаготовительного и деревоперерабатывающего процессов. По оценкам исследователей в Российской Федерации ежегодно образуется порядка 35,5 млн. м³ древесных отходов. Получаемые отходы различны по своим физико-химическим, размерно-качественным и другим характеристикам. Спектр направлений развития переработки отходов от деятельности лесной промышленности также велик. В зависимости от вида древесных отходов их можно использовать в разных направлениях отечественной промышленности. Увеличение использования вторичных древесных ресурсов является важнейшим звеном в развитии политики ресурсосбережения, рационального природопользования, экологической безопасности производства.

Ключевые слова: использование древесных отходов, устойчивое развитие, охрана окружающей среды, технология лесосечных работ, переработка древесины, порубочные остатки, комплексное использование древесины, рациональное природопользование, лесосечные отходы.

Развитие мирового и отечественного промышленного производства, его современное состояние и перспективы указывают на необходимость нового ресурсосберегающего, экологически и экономически обоснованного подхода и организации промышленности – безотходного (малоотходного) производства [1, 2].

Последние годы все активнее в России обсуждаются вопросы обеспечения устойчивости развития на основе бережного расходования имеющихся ресурсов, рационального природопользования, экологической безопасности производства и т.д. Наиболее активно исследуются вопросы обеспечения рационального расходования природных ресурсов [3, 4], энергосбережения и поиска новых источников энергии, экологической безопасности производства.

Решение этих вопросов ведет за собой инновационное развитие общества в нашей стране. Основными целями и задачами для развития российской промышленности являются создание, внедрение и применение безотходных и малоотходных, ресурсосберегающих технологий, создания экологически безопасных производств, поиска альтернативных источников тепловой и электрической энергии. При этом нужно отметить, что рациональное природопользование, энерго- и ресурсосбережение выступают стратегической целью и ключевыми задачами экономического развития во всех развитых странах мира уже несколько десятилетий. Современные зарубежные программы государственного регулирования, опираясь на технологии прогнозирования и управления природными и социально-экономическими системами, ориентированы, в первую очередь, на максимальную экономию энергетических, природных и материальных ресурсов, на обеспечение экологической безопасности производства и природопользования [5].

Для нашей страны одной из перспективных в рассматриваемом вопросе является лесная и деревоперерабатывающая промышленность. В России сосредоточены одни из крупнейших запасов лесных ресурсов. По запасам древесины Российская Федерация (81,5 млрд куб. м) занимает второе место в мире после Бразилии (126, 2 млрд куб. м). Затем следуют США – 47, Канада – 33 и Китай – 15 млрд куб. м [6]. По объемам заготовки Российская Федерация занимает пятое место в мире. В результате интенсивной заготовки древесины в предыдущем веке мировые запасы лесов значительно снизились. Все более остро становится вопрос об эффективном и комплексном использовании древесных лесных ресурсов. Комплексное использование древесных ресурсов, прежде всего, означает использование безотходных (малоотходных) технологий обработки и переработки древесины.

Отходы образуются практически на всех стадиях лесозаготовительного и деревоперерабатывающего процессов. По месту образования отходы можно разделить на лесосечные и отходы переработки древесины. Лесосечные отходы образуются в процессе заготовки древесины и в большинстве случаев оставляются в лесу. К таким отходам относятся порубочные остатки (сучья, ветки, вершинки, откомлевки), опилки, пни, корни, низкокачественная, неликвидная древесина. Отходы от переработки древесины образуются на предприятиях, которые находятся в населенных пунктах или вблизи них. Тип таких отходов зависит от вида переработки древесины. При лесопилении и механической обработке это кора, опилки, рейки, горбыль, трещиноватая древесина, стружка щепы, кусковые отходы. При плитном производстве в отходы уходят кора, отсев стружки, опилки, шлифовальная пыль, отходы форматной обрезки. В лесохимическом производстве отходами является лигнин. Все получаемые отходы могут использоваться в других производствах. В таблице 1 приведены источники объемы накопления отходов, в зависимости от вида производства.

Таблица 1

Объемы накопления отходов в зависимости от вида производства

Вид производства	Доля выхода, %		
	конечная продукция	отходы	потери (распыл)
1. Лесозаготовки и лесное хозяйство	63-80	20-37	-
2. Лесопиление и деревообработка			
2.1. Лесопиление и механическая обработка древесины	45-55	38-48	7
2.2. Плитное производство (в т.ч. древесные пластики)	85-90	5-10	5

2.3. Фанерное производство	40-50	42-52	8
2.4. Комбинированное производство	65-70	22-27	8
3. Лесохимическое производство (целлюлозно-бумажное и гидролизное производство, в т.ч. производство этилового спирта)	62-68	35-38	-

По оценкам некоторых исследователей [7,8,9] в Российской Федерации ежегодно образуется порядка 35,5 млн. м³ древесных отходов (32,2 % от объемов используемого пиловочника). За последние годы, когда древесные отходы в большинстве случаев не используют, а иногда и не утилизируют, в лесопромышленных районах их накопилось огромное количество. Наибольших результатов в использовании отходов добились страны с высокоразвитой лесопильно-деревообрабатывающей промышленностью, являющейся основным поставщиком отходов, такие как США, Канада, Япония и страны Северной и Центральной Европы. Этому способствовали высокий уровень концентрации и интеграции деревообрабатывающей промышленности.

Получаемые древесные отходы можно классифицировать по следующим признакам: физико-механическим и химическим свойствам, возможности использования, месту образования в технологическом процессе переработки, технической и экономической доступности.

Направление дальнейшего использования отходов зависит в основном от их размерно-качественных характеристик и экономические факторы.

Древесные отходы можно использовать после механической обработки или химической переработки, а также непосредственно без каких-либо обработок. По возможности использования, отходы лесопиления и деревообработки не равноценны. Наиболее ценные из них те, что можно

использовать для производства различной продукции. К этой группе можно отнести кусковые отходы - горбыль, рейки и т.д. Спектр их использования очень широкий: от производства мелкой пилопродукции и клееных заготовок до лесохимической продукции (изготовления целлюлозы, спирта, кормовых дрожжей и т.д.). Менее ценные те отходы, которые ограничены в использовании, так как из них можно вырабатывать только отдельные виды продукции. Это мягкие отходы - опилки, стружка, кора. Опилки и стружка применяются непосредственно для хозяйственных и промышленных целей, а также как технологическое сырьё для плитного и лесохимического производства. Менее трудоёмким является использование опилок, стружки и коры в качестве топлива и удобрений.

В советское время на заводах использование отходов лесопильного и деревообрабатывающего производств было также не развито. Крупные отходы, такие как горбыль, использовался в больших объемах в качестве топлива, а также в шахтах, для изготовления мелкотоварных изделий. Однако интенсивно развивались различные направления комплексного применения древесных отходов, имелся опыт их использования: - из крупных отходов производство щитов, паркета, ящичной тары, бочек; - в мебельном производстве для изготовления комплектующих деталей; - в строительстве (изготовление кровельных и теплоизоляционных материалов); - в производстве ДСП и ДВП, прессованных столярно-строительных изделий; - для получения тепловой и электрической энергии (простое сжигание, пиролиз, получение газогенераторного газа); - при доочистке сточных вод от нефти фильтрацией через древесную стружку; - для изготовления игрушек, изделий пиротехники, корма для скота, в животноводстве как подстилку, в растениеводстве в качестве удобрения; - для получения технологических продуктов: в химической и целлюлозно-бумажной промышленности (щавелевая кислота, этиловый спирт, дрожжи, лигносульфонаты).

К концу 90-х гг. в нашей стране существовало уже немало лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, использовавших кусковые отходы лесопиления для производства технологической и топливной щепы [10].

В современной отечественной и зарубежной деревообрабатывающей промышленности накоплен большой опыт, разработаны и внедрены многочисленные технологические проекты по переработке различных видов древесных отходов. В основном производства направлены на изготовление строительных материалов, источника для химических продуктов и топлива.

Наиболее распространенным видом продукции вырабатываемой из древесных отходов на деревообрабатывающем производстве является щепа. Наиболее качественную технологическую щепу используют в целлюлозно-бумажном и плитном производствах. Топливную - для получения тепловой энергии [11, 12].

Многие инновационные разработки направлены на создание из древесных отходов новой продукции или замены деловой древесины. При этом продукция не производится экологически безопасная и с низкой себестоимостью.

Интенсивно стали использовать в производстве строительных материалов (конструкционно-теплоизоляционные, отделочные материалы, стандартное домостроение, двери, окна и другие изделия) кусковые отходы от лесопиления и деревообработки, стружку, опилки, кору, а также некоторые виды отходов лесохимической промышленности. Одним из приоритетных направлений использования кусковых отходов лесопиления является изготовление однородной древесноволокнистой фракции, область дальнейшей переработки которой практически очень велика.

Мелкие сыпучие отходы лесозаготовки и лесопиления, такие как хвоя, листья, опилки, стружка, древесная пыль, кора пока не нашли еще широкого



и полного применения, но имеют перспективные направления использования.

Отходы лесозаготовки, такие как хвоя и листья практически не используются по причине их технической и экономической недоступности. Затраты на сбор, обработку и транспортировку данного сырья часто превышают стоимость готовой продукции [13]. Однако химический состав хвои разных пород древесины позволяет ее использовать в производстве медицинских препаратов, всевозможных экстрактов, парфюмерии, удобрений и подкормки животных.

Опилки используются не более 30 % от общего объема. Наибольшая их часть вывозится на свалки для перегнивания, либо сжигается в отвалах. В последнее время активно реализуется производство брикетов и пеллетов из древесных отходов (преимущественно опилок), включая кору хвойных деревьев. Брикетты и пеллеты, представляющие собой прессованное низкокачественное древесное сырье, характеризуются высокой калорийностью, компактностью, экологичностью и транспортабельностью. Они эффективно применяются как в бытовых, так и промышленных целях, в том числе для тепловых станций, успешно конкурируя с каменным углем. Общеизвестно, что использование получившего дополнительную переработку древесного сырья в качестве топлива значительно повышает общую эффективность процессов энергообеспечения на предприятиях и снижает загрязнение атмосферы выбросами вредных веществ. Производственный процесс позволяет непосредственное использование измельченного сырья, состоящего из смеси различных пород, неоднородного по составу и размеру частиц. Однако наиболее качественные брикетты и гранулы получаются при прессовании опилок. Стружки, кусковой материал и дробленку необходимо подвергать измельчению до опилочной фракции.

Плитное производство также является одним из основных потребителей стружки и опилок. Потребление 1 млн. м² плит, изготовленных из древесных отходов, условно сберегает 54 тыс. м³ деловых пиломатериалов. Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из древесины или древесных отходов с добавлением специальных составов. Древесностружечные плиты (ДСтП) производят из специальной стружки путем горячего прессования с добавлением связующих веществ. В последние годы все больше обращают внимание на производство из измельченной древесины цементно-стружечных плит, арболита, песчано-опилочного бетона, стеклодробленочного строительного материала, ксилолита и др.

Основным сырьем для спиртодрожжевого производства являются опилки и щепы. Другие отходы (горбыль, рейки, шпон, сучья и др.) требуют сортировки, измельчения, промывки и т.д. [14]. Выход основных продуктов и отходов при использовании 1 т хвойного сырья в производстве приведен в таблице 2 [14, 15].

Таблица 2

Выход основных продуктов из 1 т хвойной древесины

Продукция	Выход продукта	Продукция	Выход продукта
Этиловый спирт (абс. алкоголь), л	175-182	Сивушные масла, кг	0,3
Дрожжи кормовые (влажность 10 %), кг	32	Углекислота (жидкая), кг	70
Метанол, кг	2,0	Эстрихгипс, кг	225
Фурфурол-сырец (94%), кг	5,6	Лигнин (абс. сухой), кг	380

Наиболее простой и дешевый способ использования древесных отходов – это использование в сельском хозяйстве в качестве кормовых добавок,

подстилки животным и удобрений. В качестве кормовой добавки и подстилки опилки без дополнительной обработки можно применять для мясного скота. Из коры или хвои получают кормовую и витаминную муку, которую используют в качестве добавок при изготовлении комбикорма и кормосмеси. В ней содержится комплекс питательных веществ. Для этих целей наиболее пригодной считается осинная кора, где содержание сырого жира достигает 7,3 %, протеина 2,8 %, сахара 2,2 %.

Значимость древесных отходов преимущественно определяется вкладом азота, точнее отношением C:N, возрастающим с уменьшением его величины.

Кора содержит больше минеральных веществ (3 -5,5 % от общей массы) полезных для растений, чем в опилках. Содержание азота в коре увеличивается при его хранении (за 5 лет – почти в 2 раза), понижается кислотность, количество других полезных компонентов остается прежним.

Использовать опилки и кору в качестве удобрений можно после компостирования. Компостирование относится к наименее затратным и эффективным способам утилизации древесных отходов. Получаемая при этом продукция может потребоваться для повышения плодородия почвы, оптимизации состава содержащихся в ней гумуса и минеральных веществ и улучшения ее структуры. Не являясь способом утилизации, способствующим максимизации прибыли, компостирование, в связи с необходимостью удаления с промплощадок больших объемов древесных отходов, актуально и может использоваться в значительных масштабах. В настоящее время имеются технологии получения компостов практически из любых древесных отходов.

Существует ряд других направлений использования древесных отходов. В частности, на основе кусковых отходов получают клееные материалы, столярные изделия, мебель, другие товары хозяйственного и

культурно-бытового назначения. Мягкие древесные отходы используют в производстве пресс-масс и пресс-изделий, в частности пьезотермопластиков, тырсолита и паркелита. Применение коры возможно в производстве стружечных плит, топливных брикетов, фармакопейной смолы, дегтя и пр. Другим серьезным направлением использования древесных отходов может служить выработка древесного угля. Отходы лесозаготовки можно перерабатывать в лесохимическом и топливном направлениях. Откомлевки могут также перерабатываться на тарную досочку и подобные изделия, тонкомеры – на рудничную стойку.

Комплексное использование древесного сырья в нашей стране должно стать главным аспектом развития лесопромышленного производства в условиях устойчивого природопользования и охраны окружающей среды.

Увеличение использования вторичных древесных ресурсов является важнейшим звеном в развитии политики ресурсосбережения, рационального природопользования, экологической безопасности производства.

Исследование выполняется при поддержке РФФИ (грант № 15-46-04294) и КГАУ «ККФПНиНТД» (проект «Разработка экспертно-информационной системы по охране окружающей среды и переработке различных отходов производства и потребления»)

Литература

1. Безруких Ю.А. Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д., Мохирев А.П. Рациональное природопользование в условиях устойчивого развития экономики промышленных предприятий лесного комплекса // Экономика и предпринимательство, 2014. -№ 12-2.-С. 994-996.
 2. . Karjalainen, A. Asikainen, J. Plavsky, R. Zamboni, K-E. Hotari, D. Röser Estimation of Energy Wood Potential in Europe T //Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. – 43 p.
-



3. Погребняк Р.Г., Потрубач Н.Н. Ресурсосбережение в стратегии устойчивого развития России // Микроэкономика. 2008. Т. 8. С. 5-14.
 4. Мохирев А.П., Аксенов Н.В., Шеверев О.В. О рациональном природопользовании и эксплуатации ресурсов в Красноярском крае // Инженерный вестник Дона. 2014, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2569
 5. Мингалева Ж.А. Устойчивое развитие экономики: инновации, рациональное природопользование и ресурсосбережение // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2012. № 4. С. 120-12.
 6. Yearbook of Forest products. FAOU N: Rome, 2012. 358 p.
 7. Дитрих В.И., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Корпачев В.П. Оценка объемов и возможные пути использования отходов лесозаготовок на примере Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. – 2010. – Т. XXVII, № 3-4. – С. 346-351.
 8. Андреев А.А. Ресурсосбережение и использование отходов заготовки и переработки древесного сырья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 10. С. 148-155.
 9. Колесникова А.В. Анализ образования и использования древесных отходов на предприятиях лесопромышленного комплекса России // Актуальные вопросы экономических наук. 2013. № 33. С. 116-120.
 10. Шегельман И.Р., Васильев А. С. Анализ путей повышения конкурентоспособности энергетической биомассы // Инженерный вестник Дона, 2013, № 3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769.
 11. Щукин П. О. Демчук А. В., Будник П. В. Повышение эффективности переработки вторичных ресурсов лесозаготовок на топливную щепу // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025.
-

12. Шегельман И.Р. Обоснование технологических и технических решений для перспективных технологических процессов подготовки биомассы дерева к переработке на щепу : автореф. дисс. ... докт. техн. наук, СПб.: ЛТА, 1997. – 36 с.

13. Медведев С.О., Безруких Ю.А., Мохирев А.П. Перспективы развития гидролизного производства в лесопромышленных центрах Сибири // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика № 2-1 (13-1), 2015 С. 400-403.

14. Медведев, С.О. Соболев С.В., Степень Р.А. Возможности рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 85 с.

15. Шегельман И.Р., Щукин П.О., Морозов М.А. Место биоэнергетики в топливно-энергетическом балансе лесопромышленного региона // Наука и бизнес: пути развития. 2011. № 6. С. 151-154.

References

1. Bezrukih Ju.A. Medvedev S.O., Alashkevich Ju.D., Mohirev A.P. Jekonomika i predprinimatel'stvo, 2014. № 12-2. pp. 994-996.

2. T. Karjalainen, A. Asikainen, J. Ilavsky, R. Zamboni, K-E. Hotari, D. Röser. Estimation of Energy Wood Potential in Europe. Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. 43 p.

3. Pogrebnyak R.G., Potrubach N.N. Mikroekonomika. 2008. Т. 8. pp. 5-14.

4. Mohirev A.P., Aksenov N.V., Sheverev O.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2014. № 4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2569

5. Mingaleva Zh.A. Vektor nauki Tol'jattinskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika i upravlenie. 2012. № 4. pp. 120-12.

6. Yearbook of Forest products. FAOU N: Rome, 2012. 358 p.



7. Ditrih V.I., Andrijas A.A., Perezhilin A.I., Korpachev V.P. Hvojnye boreal'noj zony. 2010. T. XXVII, № 3-4. pp. 346-351.
8. Andreev A.A. Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty. 2014. № 10. pp. 148-155.
9. Kolesnikova A.V. Aktual'nye voprosy jekonomicheskikh nauk. 2013. № 33. pp. 116-120.
10. Shegel'man I.R., Vasil'ev A. S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769.
11. Shhukin P. O. Demchuk A. V., Budnik P. V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012. № 3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025
12. Shegel'man I.R. Obosnovanie tehnologicheskikh i tehnicheskikh reshenij dlja perspektivnykh tehnologicheskikh processov podgotovki biomassy dereva k pererabotke na shhepu [Justification of technological and technical solutions for advanced technological processes of preparation for processing of wood biomass for chips]: avtoref. diss. ... dokt. tehn. nauk, SPb.: LTA, 1997. 36 p.
13. Medvedev S.O., Bezrukih Ju.A., Mohirev A.P. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teorija i praktika № 2-1 (13-1) , 2015 pp. 400-403.
14. Medvedev, S.O. Sobolev S.V., Stepen' R.A. Vozmozhnosti racional'nogo ispol'zovaniya drevesnykh othodov v Lesosibirskom lesopromyshlennom komplekse: monografija [The possibility of rational use of wood waste in Lesosibirsk the timber industry]. Krasnojarsk: SibGTU, 2010. 85 p.
15. Shegel'man I.R., Shhukin P.O., Morozov M.A. Nauka i biznes: puti razvitija. 2011. № 6. pp. 151-154.