

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Сыктывкарский лесной институт  
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
профессионального образования «Санкт-Петербургский  
государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ)

УДК 001: 665

№ госрегистрации \_\_\_\_\_

Инв. № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Сыктывкарского  
лесного института  
д-р экон. наук, профессор

\_\_\_\_\_ В. В. Жиделева

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ г.

**О Т Ч Е Т**  
**по государственному контракту от 16.07.2014 г. № 1-НИР ЛХ**  
**на выполнение научно-исследовательской работы**  
**по теме:**

**ВОЗМОЖНОСТИ ПО СОЗДАНИЮ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ**  
**ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

Научный руководитель  
д-р хим. наук, профессор

В. А. Демин

Сыктывкар 2014

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

д-р хим. наук

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В. А. Демин

консультант

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В. М. Бровкин

доцент

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Л. Э. Еремеева

к. э. н.

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Н. В. Белозерова

## РЕФЕРАТ

Отчет 174 с., 12 рис., 25 табл., 130 источников, 5 прил. (18 с.)

**ЛЕСОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОДУКТЫ ЛЕСОХИМИИ, ДРЕВЕСНАЯ ЗЕЛЕНЬ, ЭКСТРАКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ДРЕВЕСНЫЙ УГОЛЬ, ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ЛЕСОХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА, ЛЕСОСЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Объектом исследования является лесохимическая отрасль производства.

Цель работы состоит в разработке организационно-экономического обоснования создания лесохимического производства в Республике Коми. Методология проведения работы представлена на междисциплинарной основе с позиций проблемного подхода. Исследование отдельных вопросов осуществлялось с использованием структурно-функционального анализа, различных видов моделирования и логических построений, типологий и классификаций.

В отчете проанализированы основные виды лесохимических производств и продуктов, приведен краткий обзор современных научных разработок в этой области, имеющих инновационный потенциал, дан анализ рынка древесного угля и продуктов экстракции древесной зелени. Рассмотрены перспективы развития лесохимии и даны рекомендации по развитию существующих и созданию новых лесохимических производств на базе действующих в Республике Коми предприятий лесного комплекса.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. Состояние использования лесов и степень их переработки в Республике Коми	8
1.1. Использование лесов Республики Коми	8
1.2. Итоги работы лесопромышленного комплекса Республике Коми в 2013–2014 гг.	10
1.3. Оценка объема отходов лесопереработки Республики Коми	16
2. Лесохимические производства и продукты	18
2.1. Основные направления химической переработки древесины	18
2.2. Новые современные направления в химии и технологии химической переработки древесины и ее компонентов	22
2.2.1. Получение древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК и ДПКТ)	22
2.2.2. Получение жидких углеводов и аэрогелей из лигнина в сверхкритических флюидах	23
2.2.3. Делигнификация древесины и этерификация целлюлозы в сверхкритических флюидах	25
2.2.4. Перспективные технологии получения экстрактивных веществ из древесной зелени пихты	26
2.2.5. Получение и изучение полисахаридов древесной зелени пихты	30
2.2.6. Новые сорбционные материалы из целлюлозы и лигнина	33
2.2.7. Получение биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла	34
2.2.8. Получение биологически активных веществ из древесной коры березы и осины	38
2.2.9. Товарные продукты на основе инновационных разработок биологически активных и сопутствующих продуктов из древесной зелени	42
2.2.10. Глубокая трансформация лесохимических продуктов методами органической химии	44
2.3. Промышленные продукты химической переработки древесины	45
2.3.1. Целлюлоза	45
2.3.2. Биоэтанол	49
2.3.3. Продукты канифольно-скипидарного производства	51
2.3.4. Древесный уголь и сопутствующие продукты	52
2.3.5. Горючий газ	53
3. Перспективные лесохимические производства в Республике Коми	55
3.1. Производство древесного угля в Российской Федерации	55
3.1.1. Производство древесного и активированного угля в субъектах Российской Федерации	57
3.1.2. Анализ мирового рынка активированного и древесного угля	59
3.1.3. Анализ российского рынка активированного и древесного угля	63
3.1.4. Прогноз развития рынка активированного угля в России	82

3.2. Производство эфирных масел	84
3.2.1. Характеристика эфирных масел	84
3.2.2. Описание технологии производства эфирных масел	89
3.2.3. Сырье для производства эфирных масел	94
3.3. Производство древесной муки	97
3.3.1. Сферы применения древесной муки	97
3.3.2. Технология производства древесной муки	104
3.4. Производство древесно-полимерных композитов	107
3.4.1. Состав древесно-полимерного композита	107
3.4.2. Области применения древесно-полимерных композитов	109
3.4.3. Физические свойства древесно-полимерных композитов	111
3.4.4. Технология производства древесно-полимерных композитов	114
3.5. Торрефикация	115
3.6. Возможность производства сульфатного мыла и таллового масла на ОАО «Монди СЛПК»	119
3.7. Направление переработки древесины путем газификации	122
4. Обоснование предложений по созданию лесохимических производств в Республике Коми	124
4.1. Обоснование производства древесного угля	126
4.2. Обоснование производства эфирного масла	130
4.3. Обоснование производства древесной муки	132
4.4. Обоснование производства талловых продуктов	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	136
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	139
ПРИЛОЖЕНИЕ	157

## **ВВЕДЕНИЕ**

Лес играет чрезвычайно большую роль в народном хозяйстве Республики Коми и России в целом. Обширные территории в Северном крае почти целиком покрыты лесом. Основной продукцией леса является древесина. Все большее значение приобретает химическая переработка древесины, в результате которой получают целлюлозу, бумагу, картон, древесный уголь, смолу, канифоль, фенол, скипидар, деготь, уксусную кислоту, этиловый и метиловый спирт, глюкозу, ацетон, дубильные вещества, искусственные волокна, витамины, камфару, клей, порох и множество других веществ. Продукцию лесохимии используют в производстве синтетического каучука, резинотехнических изделий, фото- и киноплёнки, лаков и красок, пластмасс. Получают также препараты для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур, с сорняками. Значительное количество лесохимической продукции потребляют химико-фармацевтическая, текстильная, легкая и пищевая отрасли промышленности.

В 45 субъектах РФ продукция лесопромышленного комплекса составляет от 10 до 50 % от общего объема продукции региона. Современной мировой тенденцией развития промышленности является рациональное и комплексное использование лесных ресурсов и ограничение антропогенного воздействия на окружающую среду. Для России, где доля ресурсного блока в валовом внутреннем продукте составляет около 30 %, особенно актуально комплексное использование биомассы дерева, а также использование низкосортной древесины и отходов лесозаготовок. Накопление неиспользуемой биомассы создает угрозу экологической безопасности функционирования лесопромышленного комплекса из-за захламления лесосек, развития фитовредителей, ограничения лесовосстановления, усиления пожароопасности и т. п. Это обуславливает истощение лесосырьевой базы, снижение качества древостоев, нарушение экологического баланса территории и ухудшение социально-экономических условий жизни лесных районов.

Кардинальным решением ряда проблем лесной отрасли является повышение комплексности использования древесного сырья, включая всю биомассу де-

рева, все компоненты и отходы.

Между тем глубокая химическая переработка древесины в России развита недостаточно. Наиболее успешно перерабатывают лишь главные биополимеры с получением технической целлюлозы и других волокнистых полуфабрикатов для бумажного производства. Основная масса нецеллюлозных компонентов в лучшем случае сжигается. Некогда довольно развитые (в СССР) отрасли лесохимии, связанные с пиролизом, экстракцией древесины и коры, подсочкой деревьев, переработкой живицы и пр., в значительной мере утрачены вместе с отраслевым научным потенциалом.

Возрождение отечественного производства лесохимических продуктов с решением задач комплексной переработки древесной биомассы и отходов лесозаготовки и лесопиления является важным направлением повышения потенциала развития лесопромышленного комплекса республики, сосредоточенным на решении задач импортозамещения, промышленной экологии, социально-экономических и демографических проблем (закрепления молодых кадров в лесных районах и улучшения качества жизни населения Республики Коми).

Целью работы является определение возможностей создания лесохимического производства в Республике Коми.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

1. провести анализ лесохимических производств и инновационных исследований в России и развитых странах;
2. выявить потенциальные направления развития лесохимических производств в Республике Коми;
3. определить потребности ресурсов для реализации оптимальных вариантов;
4. выработать рекомендации по привязке лесохимических производств в лесопромышленном комплексе Республики Коми.

# 1. СОСТОЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОВ И СТЕПЕНЬ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

## 1.1. Использование лесов Республики Коми

Общая площадь земель лесного фонда Республики Коми составляет 36,3 млн. га, в том числе, покрытая лесом – 30,0 млн. га. Общий запас древесины равен 2,8 млрд. м<sup>3</sup>, из которых 80 % приходится на хвойные породы и 20 % на лиственные.

Расчетная лесосека составляет 33,8 млн. м<sup>3</sup>, при этом основная промышленная заготовка древесины сосредоточена в центральных и южных районах Республики Коми.

Распределений лесного фонда Республики Коми по целевому назначению по данным Государственного лесного реестра Комитета лесов Республики Коми приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Лесной фонд Республики Коми

Лесной фонд	Общая площадь, тыс. га	В % к итогу
Всего	36264,9	100
В том числе:		
- защитные леса, всего:	14444,7	39,8
Из них по категориям:		
- леса, расположенные в водоохранных зонах	231,3	0,6
- леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, всего	329,3	0,9
из них зеленые и лесопарковые зоны	116,1	0,3
Ценные леса, всего	13884,1	38,3
Из них:		
- леса, расположенные в лесотундровых зонах, горах	10514,0	29,0
- леса, имеющие научное или историческое значение	848,1	2,3
- нерестовые полосы лесов	2247,2	6,2
- эксплуатационные леса	21820,2	60,2

На этой территории образовано 32 государственных учреждения Респуб-

лики Коми – лесничества и 176 участков лесничеств.

Объем заготовленной древесины производится арендаторами лесных участков. Комитетом лесов Республики Коми заключено 2363 договора аренды лесных участков. Площадь лесов, переданная в аренду, составляет 10,4 млн га, в том числе для осуществления лесозаготовок на общей площади 5,1 млн га заключен 171 договор аренды с ежегодно допустимым объемом изъятия лесных ресурсов, равным 11 млн м<sup>3</sup>.

В аренду также предоставлены участки для осуществления переработки древесины, выращивания посадочного материала, проведения деятельности в сфере охотничьего хозяйства, рекреационной деятельности и ведения сельского хозяйства (северного оленеводства). В Республике Коми реализуются шесть приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов. Для обеспечения этих проектов сырьем Комитетом лесов Республики Коми заключено 13 договоров аренды с общим объемом ежегодно допустимым объемом изъятия древесины 3,8 млн м<sup>3</sup>.

Фактическая заготовка древесины в 2013 г. составила 7,6 млн м<sup>3</sup>, что при установленной расчетной лесосеке 33,8 млн м<sup>3</sup> составляет 22 %. Структура лесопользования в период 2010–2013 гг. представлена в табл. 2.

Таблица 2 – Виды лесозаготовок в Республике Коми

Наименование показателя	Год			
	2010	2011	2012	2013
Ежегодная расчетная лесосека, тыс. м <sup>3</sup>	33478,2	33478,2	33478,2	33478,2
Фактически заготовлено, всего, тыс. м <sup>3</sup>	7443,9	7166,9	7426,6	7638,1
В том числе:				
- по договорам аренды	6073,7	5785,8	5817,5	6349,8
- по договорам купли продажи	1154,42	1128,04	1126,5	1132,7
в том числе:				
- аукционы	360,9	354,2	487,1	491,7
- гос. контракт	382,3	412,2	284,8	269,5
- местное население	411,2	361,6	354,6	371,5
По прочим рубкам	215,8	253,1	482,6	155,6

Годовой объем лесозаготовок с 2010 по 2013 г. в табл. 3.

Таблица 3 – Объем лесозаготовок в Республике Коми по годам (тыс. пл. м<sup>3</sup>)

Показатель, вид продукции	Год			
	2010	2011	2012	2013
Индекс производства, в % к предыдущему году	98,4	101,7	96,2	99,1
Древесина необработанная, тыс. пл. м <sup>3</sup>	5772,0	5546,3	5417,7	5615,5
Бревна хвойных пород	3279,0	2964,7	3038,2	3003,7
Бревна лиственных пород	1809,9	1817,3	1800,5	2076,8
Древесины топливная	561,1	446,2	337,8	243,9
Древесины необработанная	122,0	318,1	241,2	291,1

Причинами такой низкой доли освоения расчетной лесосеки являются:

- отсутствие в действующем законодательстве понятия и методики определения экономически доступной расчетной лесосеки;
- сезонность лесозаготовок, преимущественно в зимний период;
- большие расстояния вывозки.

По договорам аренды заготавливается 6,3 млн м<sup>3</sup>, или 84 % от общего объема заготовок. Остальная древесина заготавливается на основании договоров купли-продажи лесных насаждений, в том числе 0,5 млн м<sup>3</sup> – по результатам аукционов, 0,3 млн м<sup>3</sup> – для собственных нужд граждан.

## **1.2. Итоги работы лесопромышленного комплекса Республике Коми в 2013–2014 гг.**

В первом полугодии 2014 года индекс производства по виду деятельности «лесозаготовки» (без субъектов малого предпринимательства) составил 97 %. Основными лесозаготовительными предприятиями являются ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (на его долю приходится около 62 % общих заготовок), ООО «Лузалес», ООО «СевЛесПил», ООО «Гудвилл».

В январе – июне 2014 года к уровню января – июня 2013 г. производство необработанной древесины снизилось на 1,1 % и составило 2814,4 тыс. пл. м<sup>3</sup>, в

том числе бревен хвойных пород – на 13,5 % (1421,6 тыс. пл. м<sup>3</sup>). В то же время в текущем году, по сравнению с январем – июнем 2013 г., увеличилось производство прочей необработанной древесины на 25,8 % (152,3 тыс. пл. м<sup>3</sup>), бревен лиственных пород – на 16,7 % (1110,8 тыс. пл. м<sup>3</sup>), древесины топливной – на 0,6 % (129,7 тыс. пл. м<sup>3</sup>) (табл. 4).

Технологические запасы древесины у крупных и средних лесозаготовительных предприятий на 1 июня 2014 года составили 1,4 млн. пл. м<sup>3</sup> или на 36,5 % выше уровня на 1 июня 2013 года.

Таблица 4 – Объем лесозаготовок в Республике Коми в первой половине 2014 г. (без субъектов малого предпринимательства)

Показатель	Январь – июнь 2014 г.	Январь – июнь 2014 г. в % к тому же периоду 2013 г.	Январь – июнь 2013 г. в % к тому же периоду 2012 г.
Древесины необработанная, тыс. пл. м <sup>3</sup>	2814,4	98,9	98,6
Бревна хвойных пород	1421,6	86,5	94,9
Бревна лиственных пород	1110,8	116,7	110,6

Среднесписочная численность работников организаций в сфере лесозаготовок (без субъектов малого предпринимательства) в январе – мае 2014 г. составила 2,9 тыс. человек (100,1 % к уровню января – мая 2013 г.).

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций в сфере лесозаготовок (без субъектов малого предпринимательства) в январе – мае 2014 г. составила 24731 руб., или 103,8 % к уровню января – мая 2013 года.

Сальдированный финансовый результат деятельности по виду экономической деятельности «Лесозаготовки» в январе – мае 2014 г. сложился положительный в сумме 59 млн руб. (в январе – мае 2013 г. зафиксирован убыток в размере 11 млн руб.).

Положительным фактором работы большинства предприятий лесозаготовительного производства Республики Коми является организация работы по скользящему непрерывному графику, переход на более прогрессивную сортиментную технологию лесозаготовки древесины. Вместе с тем на работе лесозаготовительных предприятий сказываются отрицательные факторы:

- неустойчивое положение ведущих предприятий, занятых в сфере лесного бизнеса – острый недостаток оборотных средств и инвестиционных ресурсов;
- замкнутость на обеспечении древесным сырьем республиканских обрабатывающих производств;
- наличие больших запасов уже заготовленной древесины;
- проблема реализации низкосортной древесины, удельный вес которой составляет более 80 %;
- увеличение тарифов по лесохозяйственным работам, минимальных ставок при получении лесного фонда в аренду, что привело к невыполнению части лесовосстановительных работ, сокращению сроков аренды и ее объемов, особенно для малого бизнеса.

Объем производства продукции из древесины в Республике Коми и производства изделий из дерева, кроме производства мебели, в январе – июне 2014 г. к уровню января – июня 2013 г. увеличился на 9,6 %.

В январе – июне 2014 г., по сравнению с уровнем января – июня 2013 г., увеличилось производство (табл. 5):

- лесоматериалов на 8,1 % (в связи с увеличением объемов производства пиломатериалов ООО «Лузалес» на 14,7 %, ООО «Норвуд СМ» в 2,2 раза);
- древесностружечных плит на 3,9 % (в связи с наращиванием объемов производства ДСП ООО «Сыктывкарский фанерный завод», в том числе ламинированной ДСП);
- фанеры клееной на 4,9 % (в связи с наращиванием объемов производства фанеры ООО «Сыктывкарский фанерный завод» на 4,2 % и Жешартским фанерным комбинатом на 7,5 %);
- древесноволокнистых плит средней плотности на 45,4 %.

Запасы древесного сырья у перерабатывающих предприятий по состоянию на 1 июля 2014 г. составляют 611,0 тыс. куб. м, что на 10,7 % ниже уровня на 1 июля 2013 г. Среднесписочная численность работников организаций в сфере деревообработки в январе – мае 2014 г. составила 7,1 тыс. человек (96,8 % к уровню января – мая 2013 г.). Среднемесячная начисленная заработная плата работников организаций в сфере обработки древесины и производства изделий из дерева, кроме производства мебели, в январе – мае 2014 г. составила 28460 руб., или 115,9 % к уровню января – мая 2013 г.

Таблица 5 – Обработка древесины и производство изделий из дерева, кроме мебели

Продукция	Январь – июнь 2014 г.	Январь – июнь 2014 г. в % к январю – июню 2013 г.	Справочно: январь – июнь 2013 г. в % к январю – июню 2012 г.
Лесоматериалы, продольно распиленные или расколотые, разделанные на слои или лущеные, толщиной более 6 мм	427,6	108,1	118,1
Фанера клееная, состоящая только из листов древесины, тыс. куб. м	...*)	104,9	101,1
Плиты древесностружечные и аналогичные плиты из древесины и других одревесневших материалов, тыс. усл. куб. м	...*)	103,9	104,2
Плиты древесноволокнистые из древесины или других одревесневших материалов, млн. усл. кв. м	...*)	145,4	74,1

\*) Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций.

Сальдированный финансовый результат деятельности организаций, занятых обработкой древесины и производством изделий из дерева, кроме производства мебели, в январе-мае 2014 года сложился в виде прибыли в сумме 1,0 млрд руб. (в 2,2 раза выше уровня января – мая 2013 г.).

В 2014 г., по оценке, индекс производства в обработке древесины и произ-

водства изделий из дерева составит 104,6 % к уровню 2013 г. Планируется увеличение объемов производства: лесоматериалов – на 1,9 %, фанеры клееной – на 3,3 %, древесностружечных плит – на 6,9 %, древесноволокнистых плит – на 35,3 %.

Таким образом, в первом полугодии 2014 года увеличилось производство конкурентоспособной продукции (фанеры клееной ламинированной, ДСП ламинированной), что характеризует достаточно устойчивую работу фанерного производства и производства плит ДСП. Увеличению объемов производства древесноволокнистых плит способствовала стабильная работа ООО «Плитный мир», которому была передана аренда Княжпогостского завода ДВП.

В целлюлозно-бумажном производстве, издательской и полиграфической деятельности индекс производства в январе – июне 2014 г. составил 103,2 %, в том числе в производстве целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона и изделий из них – 102,0 %, издательской и полиграфической деятельности – 136,3 % (табл. 6). Производство картона увеличилось на 6,1 %, бумаги – на 0,5 %.

Таблица 6 – Производство целлюлозы в РК

Продукция	Январь-июнь 2014 г.	Январь – июнь 2014 г. в % к январю – июню 2013 г.	Справочно: Январь – июнь 2013 г. в % к январю – июню 2012 г.
Бумага, тыс. т	... <sup>*)</sup>	100,5	103,2
Картон, тыс. т	... <sup>*)</sup>	106,1	118,1

<sup>\*)</sup> Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных, полученных от организаций.

В сфере целлюлозно-бумажного производства стабильно работала компания ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК». Среднесписочная численность работников организаций целлюлозно-бумажного производства, издательской и поли-

графической деятельности в январе – мае 2014 г. составила 4,6 тыс. человек (92,6 % к уровню января – мая 2013 г.).

Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций в сфере целлюлозно-бумажного производства, издательской и полиграфической деятельности в январе – мае 2014 г. составила 40593 руб., или 111,2 % к уровню января-мая 2013 года.

Сальдированный финансовый результат деятельности организаций целлюлозно-бумажного производства, издательской и полиграфической деятельности в январе – мае составил 99,7 % к уровню января – мая 2013 г.

Продолжилась реализация проекта по модернизации и расширению производства в ООО «Сыктывкар Тиссю Групп». Ввод в действие новой бумагоделательной машины позволил увеличить производство туалетной бумаги, расширить ассортимент и повысить качество выпускаемой продукции (производство одно- и двухслойной тисненой туалетной бумаги, салфеток и полотенец).

В 2014 г., по оценке, индекс целлюлозно-бумажного производства, издательской и полиграфической деятельности составит 102,4 %.

Производство бумаги составит 100,5 % к уровню 2013 г., картона – 107,8 %. Увеличение объемов производства бумаги и картона будет обусловлено наличием стабильного спроса на них. В настоящее время потребление лесобумажной продукции в России в значительной мере зависит от степени деловой активности в смежных отраслях промышленности, а также на потребительском рынке.

Рост объема производства картона и бумаги в январе – июне 2014 г., по сравнению с уровнем января – июня 2013 г., дают основание считать, что целлюлозно-бумажное производство работает устойчиво.

Продолжение модернизации целлюлозного производства, доведение качества бумажной продукции до европейского уровня положительно повлияет на развитие лесопромышленной отрасли.

### 1.3. Оценка объема отходов лесопереработки Республики Коми

В развитых лесопромышленных странах – Финляндии, Швеции, Германии, Канаде, США – древесная биомасса рассматривается как сопутствующее сырье, которое может быть использовано для получения полезной продукции и получения дополнительного дохода лесозаготовителя. Основным потребителем древесной биомассы, остающейся после лесозаготовок, становится биоэнергетика. Сегодня доля выработки энергии с использованием биотоплива в Финляндии и Швеции превышает 25 % от всей выработки. Для Финляндии щепа из леса в ближайшее время станет единственным реальным резервом для роста объемов топливной древесины.

В Республике Коми лесозаготовительные предприятия почти не используют вторичную биомассу и рассматривают ее как отходы. При этом затраты на очистку вырубленных лесосек, обязательную по действующим правилам, включаются в себестоимость заготавливаемой древесины. Высокий уровень этих затрат объясняется отсутствием спецтехники для очистки мест рубок, которая производится в основном рабочими комплексных бригад. Например, на укладку древесной биомассы в кучи вручную без сжигания затрачивается 5-7 чел. дн./га, на измельчение и равномерное разбрасывание их по площади до 10 чел. дн./га. Недопустимость отношения к вторичной биомассе как к отходам, требующим дополнительных затрат по утилизации, обусловлена их существенным объемом. По основным лесозаготовительным районам (Усть-Куломский, Прилузский, Корткеросский, Удорский, Койгородский, Сысольский) потенциал использования образующихся древесных отходов значительно превышает объемы привозного угля и мазута: около 560 тыс. т условного топлива (т у. т.) можно получать из отходов в указанных районах, в то время как завозится угля 31 тыс. т у. т., мазута – 82 тыс. т у. т.

Отходы лесозаготовок при объеме заготовки 7,2 млн м<sup>3</sup> древесины приблизительно составляют 1,24 млн м<sup>3</sup> (17 % от объема заготовленной древесины). Из них 0,41 млн м<sup>3</sup> в виде сучьев, вершинок, веток и прочих отходов остается на ле-

сосеках, а 0,56 и 0,27 млн м<sup>3</sup> соответственно на верхнем и нижнем складе в виде откомлевок, козырьков, сучьев, вершинок, вырезок и опилок. Кроме того, в составе заготавливаемой древесины 1,45 млн м<sup>3</sup> приходится на дровяную древесину.

Учетные отходы лесопиления составляют: всего – 387 тыс. м<sup>3</sup>, из них твердые кусковые отходы – 185 тыс. м<sup>3</sup>, опилки – 101 тыс. м<sup>3</sup>, кора – 84 тыс. м<sup>3</sup>. Эти отходы предприятиями практически не используются или используются незначительно. В основном они утилизируются на свалках, хотя могут быть употреблены как в энергетических, так и в технологических целях.

Наибольшее количество отходов образуется в центрах глубокой переработки древесины (Сыктывкар, Усть-Вымский и Княжпогостский районы), где они используются в целлюлозно-бумажном производстве, производстве ДСП и ДВП, а также в качестве топлива в котлах-утилизаторах для выработки тепловой энергии на собственные нужды. Значительные объемы отходов также образуются в многолесных зонах с первичной обработкой древесины (МР «Удорский», «Прилузский», «Троицко-Печорский», «Усть-Куломский»). В большинстве своем они не востребованы и накапливаются на прилегающих территориях предприятий, частично используются в качестве топлива на котельных и сушильном оборудовании.

## **2. ЛЕСОХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПРОДУКТЫ**

### **2.1. Основные направления химической переработки древесины**

Лесохимия в широком понимании этого термина – область знаний о химических производствах, исходным сырьем для которых является древесина, т. е. о технологии химической переработки древесины (ТХПД) [1]. Следует отметить, что древесина представляет собой природный материал, включающий в себя взаимопроникающую биополимерную композицию из полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлоз), лигнина, низкомолекулярных органических веществ, экстрагируемых органическими растворителями (терпенов), минеральных веществ (зольных компонентов) [2, 3]. Несмотря на то, что с давних времен различные химические компоненты древесины, коры и древесной зелени находили то или иное широкое применение, современные научные представления о строении и структуре отдельных компонентов древесины, в частности лигнина, сложились сравнительно недавно [4, 5].

К лесохимическим принято относить следующие отрасли переработки биомассы дерева: экстрактивные, направленные на извлечение из древесины, коры, хвои и других частей дерева растворимых органических веществ; канифольно-скипидарные, связанные с заготовкой и переработкой живицы (млечного сока растущего дерева, обычно сосны); термические, в том числе пиролиз, углежжение, смолокурение, дегтекурение, газификацию; энергохимическую переработку. При этом целлюлозно-бумажное производство (ЦБП) как отрасль рассматривается отдельно, хотя многие предприятия ЦБП производят или потенциально могут производить вторичные лесохимические продукты в качестве товарных (лигносульфонаты, фурфурол, этиловый спирт и др.). Кроме того, к лесохимии относятся также ряд вторичных производств – камфарное, смолопереработка, производство ацетатных растворителей и др. [6, 7].

Сырьем для лесохимической промышленности являются древесина и древесные отходы хвойных и лиственных пород: древесные пни, опилки, древесная зелень, хвоя, щепа, сучья, кора, живица и сульфатное мыло – побочный продукт

сульфатцеллюлозного производства [8–11]. Предприятия лесохимической промышленности выпускают разнообразный ассортимент продуктов, насчитывающий свыше 150 наименований. В результате химической переработки древесины получают целлюлозу, бумагу, картон, древесный уголь, смолу, канифоль, фенол, скипидар, деготь, уксусную кислоту, этиловый и метиловый спирт, глюкозу, ацетон, дубильные вещества, искусственные волокна, витамины, камфару, клей, порох и множество других веществ [10].

Важнейшей отраслью химической обработки древесины является целлюлозно-бумажная промышленность. Из сульфитной и сульфатной целлюлозы с добавлением древесной массы можно вырабатывать различные сорта бумаги. В России производят более 200 основных видов бумаги и более 40 видов картона. Древесная целлюлоза служит основным сырьем для производства искусственного ацетатного и вискозного волокон, часть ее используется при изготовлении пластичных масс, бездымного пороха, киноплёнки, лаков и др. Особое внимание исследователей уделяется значительному повышению комплексности переработки древесного сырья, включая кору и зелень, увеличению выхода целлюлозы и других полуфабрикатов из древесины, бессернистым методам варки, существенному расширению использования в качестве технологического сырья для выработки волокнистых полуфабрикатов из древесины лиственных пород, получению технологической щепы из древесных отходов, низкокачественной хвойной древесины, а также максимальной утилизации макулатуры, использованию лигнина в производстве фанеры и т. п. [12–16].

Самостоятельную отрасль химической переработки древесины представляет гидролизное производство [17].

Гидролизное производство, являющееся одновременно одной из отраслей микробиологической промышленности, получило в XX веке особенно широкое развитие. Оно позволяет перерабатывать низкокачественную древесину и разнообразные древесные и сельскохозяйственные отходы в важнейшие продукты – кормовые белковые дрожжи, этиловый спирт, фурфурол, ксилит, триоксиглутаровую кислоту и др. [18]. Однако в условиях рыночных отношений в последние

десятилетия российская гидролизная промышленность в значительной степени пришла в упадок.

Проводятся исследования новых методов гидролитической переработки древесины, коры, растительных сельскохозяйственных отходов [19, 20] и глубокой химической переработки полисахаридов.

Лесохимическая промышленность объединяет несколько производств, которые отличаются большим разнообразием выпускаемой продукции. Термическая переработка (пиролиз) древесины дает древесный уголь, метиловый спирт, уксусную кислоту, фенольные смолы, различные органические растворители. Уголь используется в химической промышленности для получения активного угля и сероуглерода, в производстве карбюратора (применяемого для поверхностного науглероживания изделий из малоуглеродистой стали), в цветной металлургии (при выработке кристаллического кремния). Из подсмольной воды (жизки) извлекают (обычно при помощи растворителя) уксусную кислоту и другие вещества. Уксусную кислоту очищают путем ректификации и перерабатывают в основном на ацетатные растворители (этилацетат, бутилацетат и др.) и частично (с дополнительной химической очисткой) на пищевую уксусную кислоту. Из древесной смолы получают ингибитор для стабилизации крекинговых бензинов, понизители вязкости глинистых растворов, используемых при бурении нефтяных и газовых скважин, литейные крепители и др.

В канифольно-скипидарном производстве получают канифоль и скипидар, которые используются в лакокрасочной, парфюмерной и фармацевтической промышленности. Канифоль вырабатывают из живицы, осмола и сульфатного мыла. Живицу добывают путем прижизненной подсочки деревьев хвойных пород (главным образом сосны); ее очищают, отгоняют из нее с водяным паром летучую часть – скипидар и получают в остатке твердую канифоль. Осмол – просмолившиеся после рубки леса сосновые пни – измельчают в щепу и извлекают смолистые вещества бензином; экстракт перерабатывают на канифоль и скипидар. Так называемую талловую канифоль получают, разлагая серной кислотой сульфатное мыло – побочный продукт сульфатцеллюлозного производства,

представляющий собой смесь натриевых солей смоляных и жирных кислот с примесью нейтральных веществ. Образующееся при разложении талловое масло ректифицируют под вакуумом и получают канифоль и талловые жирные кислоты, используемые в лакокрасочной промышленности; в качестве остатка при ректификации получают талловый пек. Основными потребителями канифоли является бумажная, лакокрасочная, электротехническая, нефтехимическая (например, производство синтетического каучука) промышленность. Скипидар используется как растворитель и сырьё для получения пинена и камфена, синтеза камфары, терпинеола, глубокой химической переработки в новые органические продукты [21, 22].

Важное направление в лесохимии – использование живых элементов дерева – возникло на базе переработки древесной зелени. Получаемая из хвои хлорофилло-каротиновая паста, эфирные масла и выделенные химические компоненты древесной зелени используются для синтеза новых препаратов для парфюмерии, медицины и др. [23, 24, 25].

С производством витаминной муки из древесной зелени - кормового средства для животноводства - связывают перспективу рациональной утилизации огромного количества веток, хвои и листьев [3].

В настоящее время интенсивно исследуются различные направления рационального использования древесных ресурсов с утилизацией побочных продуктов и отходов производств химической переработки древесины, что позволит перейти к освоению малоотходной и безотходной технологии и, следовательно, значительно повысить комплексность переработки древесины, сократить выброс вредных веществ в окружающую среду [26]. В связи с постоянным ростом цен на нефтехимические продукты, прогнозируемыми трудностями с сырьем, древесину все чаще начинают рассматривать как основной источник углеродсодержащего сырья для органического синтеза. Большие затраты на доставку древесины и отсутствие достаточно рентабельных способов ее комплексной химической переработки являются пока еще сдерживающими факторами. Решение этих задач – создание производств первичных лесохимических продуктов – в перспективе от-

кроет новое для республики направление в технологии химической переработки – органический синтез на основе органических веществ древесины.

## **2.2. Новые современные направления в химии и технологии химической переработки древесины и ее компонентов**

В последние годы появились новые направления использования древесной биомассы, новые технологии и материалы, получаемые из отходов деревообработки, отходов производства целлюлозы, из древесной зелени, коры, почек, а также из структурно модифицированных, в том числе на наноуровне, целлюлозных материалов. Основные направления и разработки, имеющие определенный инновационный потенциал, кратко рассмотрены в данном разделе.

### **2.2.1. Получение древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК и ДПКТ)**

Кроме традиционных способов химической переработки растительной (включая древесную) биомассы, в последние годы появились новые, например, способы химической модификации древесины, разрабатываемые в Уральском государственном лесотехническом университете, с получением водостойких древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК) для строительства, автомобилестроения, производства мебели, упаковочных материалов и т. д. Особый интерес представляет разновидность, называемая ДПКТ – это древесно-полимерные композиты с термопластичными полимерами и древесными наполнителями, которые можно перерабатывать повторно, благодаря чему эти композиты называют «жидкое дерево». Водопоглощение ДПКТ с полиолефиновыми матрицами за 24 ч составляет 0,7–3,0 %, однако при длительной выдержке в воде оно существенно возрастает – до 20–30 % (у древесины соответственно от 24 до 100 %), что может привести к разрушению изделий [27]. Причиной ухудшения свойств ДПКТ в воде считают слабую совместимость древесных наполнителей с

полимерной матрицей. Для улучшения совместимости гидрофобных полиолефинов с гидрофильными наполнителями растительного происхождения применяют специальные добавки – компатибилизаторы (агенты совмещения).

Изделия из ДПКТ с полиолефиновыми матрицами и известными компатибилизаторами имеют и такой недостаток, как невысокая степень биодegradации изделий в грунте при их захоронении на полигонах.

Дороговизна и нестабильность действия известных компатибилизаторов приводит к необходимости поиска новых агентов совместимости. Другим перспективным методом является поиск термопластичных полимеров, которые обладают лучшей совместимостью с древесным наполнителем и повышенной биодegradацией в грунте.

В работах [27–34] в качестве полимерной матрицы и компатибилизаторов использовались сополимеры этилена с функциональными полярными сложноэфирными группами винилацетата, спиртовыми группами винилового спирта и карданола. Эти полимеры способны к образованию физико-химических связей с функциональными группами холоцеллюлозы и лигнина и более высокой биодеструкции по сравнению с полиэтиленом благодаря наличию в составе атомов кислорода. Они более водостойки, эластичны и имеют бóльшую ударную стойкость, чем известные композиты с полиэтиленовой матрицей. Для практического применения рекомендовано использование ДПКТ с полимерной матрицей на основе смеси полиэтилена низкого давления и сополимера этилена и винилового спирта СЭВС-14 [34].

Большой цикл работ по композиционным материалам на основе эпоксидных связующих, наполненных древесными волокнами, структурно модифицированными растительными полимерами, выполнен в Институте химии Коми НЦ УрО РАН (совместно с Институтом технической химии УрО РАН) по Программе интеграционных фундаментальных исследований УрО РАН № 12-И-3-2005.

## 2.2.2. Получение жидких углеводородов и аэрогелей из лигнина в сверхкритических флюидах

Получение жидких углеводородов и аэрогелей из древесного лигнина исследуется в Институте химии и химической технологии (ИХХТ) Сибирского отделения РАН (г. Красноярск) совместно с Институтом Жан Ламур (г. Эпиналь, Франция) [35–39].

Перспективные методы получения жидких биотоплив из лигнина основаны на его термической деполимеризации в низкомолекулярные углеводороды в среде сверхкритических флюидов, например, низших алифатических спиртов [35, 36]. Процессы протекают в присутствии твердых катализаторов кислотного типа, которые не вызывают коррозии, не обладают токсичностью и легко регенерируются. Этим требованиям отвечают сульфатированный диоксид циркония и высококремнистые цеолиты в H-форме [37, 38]. Наибольший выход жидких продуктов при термоконверсии щелочного лигнина достигается при 400 °С (давление 13,2 МПа) на катализаторе  $ZrO_2$  и 350 °С на цеолитах. Цеолитные катализаторы позволяют получить выход жидких продуктов около 44 % при общей конверсии лигнина на 71 % [39]. Процесс терморазложения лигнина на циркониевых катализаторах дает больший выход газообразных продуктов. Без катализаторов образуются преимущественно фенольные продукты, катализаторы снижают их выход в 3 – 16 раз и до 20 раз увеличивают выход 1,1-диэтоксиэтана и алифатических спиртов, главным образом, бутанолов. В работе [39] показано, что глубина терморастворения лигнина в сверхкритическом этаноле зависит от способа выделения лигнина из древесины осины. В ряду лигнинов – щелочной, серно-кислотный, уксуснокислотный – максимальная конверсия происходит с уксуснокислотным, а максимальный выход жидких продуктов (58 %) наблюдается из щелочного лигнина.

Аэрогели – пористые органические и углеродные материалы – обладают уникальными свойствами: высокой пористостью, низкой плотностью, высокой

удельной поверхностью, низкой теплопроводностью. Они перспективны для использования в различных областях: в качестве сорбционных материалов, теплоизоляторов, газовых фильтров, носителей катализаторов и др. Масштабы использования органических и углеродных аэрогелей ограничены вследствие высокой стоимости, а иногда из-за токсичности исходных реагентов, используемых для их синтеза. Поэтому исследования в этой области направлены на подбор доступных возобновляемых экологически безопасных источников природного органического сырья, в качестве которого может быть использован лигнин. Углеродные аэрогели на основе лигнин-таннин-(фенол)-формальдегидных матриц обладают пористой структурой с площадью поверхности до  $1100 \text{ м}^2/\text{г}$  и объемом пор  $3,0 \text{ см}^3/\text{г}$  при пористости до 90 %. Лигнин способствует увеличению размера макропор (более 50 нм) [38, 39].

### **2.2.3. Делигнификация древесины и этерификация целлюлозы в сверхкритических флюидах**

Изучение окислительных превращений компонентов лигноуглеводной матрицы в среде сверхкритического диоксида углерода изучается в САФУ (г. Архангельск) [40–45]. Оптимальными условиями обработки еловых опилок пероксидом водорода в среде  $\text{CO}_2$  по степени удаления лигнина ( $\approx 87\%$ ) являются продолжительность 2 ч, давление 200 атм и температура  $100\text{ }^\circ\text{C}$ . Расход пероксида водорода довольно большой – 72 % от массы абсолютно сухой древесины. На второй ступени промытую древесную массу обрабатывали 2 %-ным раствором гидроксида натрия с расходом щелочи 140 % от массы абсолютно сухой древесины в течение 30 минут. Разделение древесного остатка на волокна происходит на щелочной ступени обработки. Выход волокнистого полуфабриката 54 %. Если давление на первой стадии обработки (пероксид в диоксиде углерода) поднять до 250 атм, то все продукты окисления становятся водорастворимыми и щелочная экстракция на состав продукта почти не влияет.

Среди низкомолекулярных продуктов окислительных превращений лигноуглеводной матрицы (методом ВЭЖХ) обнаружены ванилин, сиреневый альдегид, ванилиновая кислота, алифатические моно- и дикарбоновые кислоты. Выход ванилина достигает 10 % от массы окисленного лигнина, а ванилиновой кислоты – около 2 % [46]. В работах [45, 46] также экспериментально показана возможность получения вторичного ацетата целлюлозы прямым синтезом в среде сверхкритического диоксида углерода.

В области разработки экологически безопасных сверхкритических флюидных технологий наблюдается существенный прогресс, однако до разработки широкомасштабных экономически обоснованных технологий еще необходимы дополнительные исследования.

#### **2.2.4. Перспективные технологии получения экстрактивных веществ из древесной зелени пихты**

Новая эмульсионная технология получения экстрактивных веществ из древесной зелени активно разрабатывается в Институте химии Коми НЦ УрО РАН.

Классическим способом (В. И. Ягодин) выделения физиологически активных экстрактивных веществ, представляющих группу тритерпеновых кислот, является экстракция древесной зелени селективными жидкими растворителями с последующим разделением твердой и жидкой фаз. В реализованных технологических схемах выделения липидного комплекса используют водно-бензиновую экстракцию древесной зелени хвойных пород растений с получением эфирного масла, хвойного воска, хлорофиллина натрия, бальзамической пасты и провитаминального концентрата [47]. При этом выход целевых продуктов не предполагает извлечение стимуляторов роста растений. Замена растворителя на изопропиловый спирт интенсифицирует процесс, дополняет ряд извлекаемых веществ сескви- и дитерпеноидами, эпиманоолом и цис-абиенолом, концентратом стеринов и полипренолами (Рощин В. И. и др. [48]). Экстракция жидким диоксидом углерода способствует сохранению физиологически активных веществ, но не позволяет

извлечь тритерпеновые кислоты и полипренолы [49].

Тритерпеновые кислоты (ТТК) можно выделить экстракцией древесной зелени диэтиловым эфиром, этилацетатом, третбутиловым эфиром при температуре до 40 °С [50, 51]. Использование этилацетата не экологично и многостадийно. Смесь тритерпеновых кислот не растворима в воде, а ее применение возможно лишь в виде водной эмульсии. Эти недостатки известных способов привели к разработке в Институте химии Коми НЦ Уро РАН эмульсионного способа экстракции липидов и терпеноидов из хвои ели и тритерпеновых кислот из пихты (чл.-корр. РАН А. В. Кучин и др. [52, 53]).

Суть метода заключается в том, что древесную зелень обрабатывают водным щелочным раствором. При этом в суспензионной смеси появляются поверхностно-активные вещества (ПАВ) – соли кислот древесной зелени пихты (ели). С участием ПАВ и липидных компонентов в водной среде образуется эмульсия. Извлечение кислых и нейтральных компонентов протекает в результате экстракции эмульсией [54–56]. В работе [57] обоснован новый подход к технологии получения стимулятора роста на основе ТТК ланостановой структуры. В силу кислот природы извлекаемых компонентов ТТК их можно выделить экстракцией водным раствором карбоната или бикарбоната натрия, что, в свою очередь, делает возможным получение готовых биопрепаратов в водных средах без выделения целевых компонентов из экстрактов, исключая применение органического растворителя и тем самым способствующее соблюдению экологических требований. Это новый подход к получению стимуляторов роста растений. Дальнейшее развитие технологии предполагает использование водного раствора щелочи, так как этот экстрагент дополняет извлечение ТТК в виде лактона и секо-кислот.

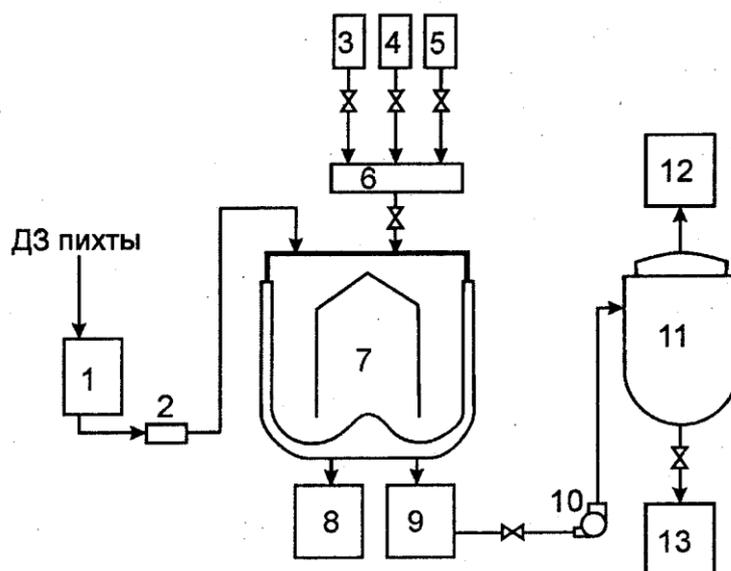
Для экстракции измельченной древесной зелени пихты *Abies* предложена технологическая схема, выбран тип экстрактора-фильтра пульсационного типа (ПЭФ) и определены параметры экстракции целевых компонентов. Экстрактор-фильтр состоит из цилиндрического корпуса с днищем и штуцером ввода экстрагента. На корпусе установлена крышка со встроенной фильтрующей перегородкой, штуцером для вывода экстрагента и пневматической системой поднятия и

опускания крышки. В состав аппарата входит установленная коаксиально корпусу пульсационная камера с подвижной царгой, шаровым вентилем, ручка которого выведена через боковую стенку корпуса, и штуцер для ввода и вывода воздуха. Внутри пульсационной камеры закреплена успокоительная решетка. Экстрактор снабжен теплообменной рубашкой со штуцером для ввода и вывода теплоносителя, пневматической системой поворота корпуса на 180° и пультом управления частотой и амплитудой пульсации.

Интервал концентрации щелочи для практически полного извлечения кислот составляет 2–5 %, температура 30–50 °С, продолжительность 60–120 мин, давление пульсации 0,6 кгс/см<sup>2</sup>, частота 0,3–0,5 Гц. Пульсация позволяет снизить рабочую концентрацию щелочного агента (карбоната натрия) с 7 до 3 % по сравнению с использованием экстракции только с механическим перемешиванием. Технологическая схема выделения экстрактивных веществ из древесной зелени хвойных пород включает измельчитель 1, дозатор зелени 2, дозатор воды 3, дозаторы гидроксида и карбоната натрия 4, дозатор ПАВ 5, смеситель реагентов 6, пульсационный пульсатор-фильтр 7, сборник шрота 8, сборник экстракта 9, насос 10, испаритель 11, сборник воды и пихтового масла 12 и сборник целевых продуктов 13 (рис. 1)

Выход целевых продуктов достигает 5 %. Их состав: 70 – 80 % кислоты и 20 – 30 % нейтральные вещества. Полученные экстрактивные вещества были использованы для предпосевной обработки семян и в вегетационных опытах. При правильно подобранных дозах внесения они увеличивают интенсивность роста зерновых культур на 20 – 25 % и повышают урожай овощных культур [57].

На основе эмульсионного метода переработки растительного сырья из древесной зелени пихты разработан биопрепарат ВЭРВА – регулятор роста растений с фунгицидным действием, который с 2005 г. применяется в сельском хозяйстве.



1 – измельчитель, 2 – дозатор зелени, 3 – дозатор воды, 4 – дозаторы гидроксида и карбоната натрия, 5 – дозатор ПАВ, 6 – смеситель реагентов, 7 – пульсационный пульсатор-фильтр, 8 – сборник шрота, 9 – сборник экстракта, 10 – насос, 11 – испаритель, 12 – сборник воды и пихтового масла, 13 – сборник целевых продуктов.

Рисунок 1 – Технологическая схема выделения экстрактивных веществ из древесной зелени хвойных пород (ИХ Коми НЦ УрО РАН)

Препарат показал выраженное вируцидное действие по отношению к вирусам ньюкаслской болезни и гриппа А птиц, а также иммуномодулирующие свойства на цыплятах (оказал протективное действие на фабрициеву сумку цыплят при их заражении вирусом инфекционной бурсальной болезни (ИББ) – болезни Гамборо, широко распространенной во всех странах с развитым промышленным птицеводством). Для определения эффективности применения препаратов пихты в комбикормах для птиц во Всероссийском НИИ птицеводства (г. Сергиев-Посад) проведены исследования экстракта пихты и хвойной муки из переработанной древесной зелени для определения эффективности их применения.

Скармливание опытным бройлерам добавок из пихты позволило получить повышение привесов птиц по сравнению с контролем в среднем на 4,4 %. Данные по содержанию витаминов в печени цыплят согласовались с зоотехническими результатами выращивания и свидетельствовали о положительном влиянии исследуемых препаратов. По содержанию в печени витамина А цыплята опыт-

ных групп превосходили контроль на 47 и 36 % при использовании экстракта пихты и хвойной муки соответственно.

Таким образом, проведенные в Институте химии Коми НЦ УрО РАН исследования позволяют рекомендовать экстрактивные вещества пихты в качестве кормовых добавок для птиц с целью повышения продуктивности животных и снижения затрат корма на единицу продукции. Кормовые добавки экстрактивных веществ пихты в откорме бройлеров в производственных условиях на Сыктывкарской птицефабрике «Зеленецкая» дали положительный результат.

Активность экстрактов древесной зелени зависит от вида растения. Для подавления роста грибов и бобовой тли (отряд равнокрылых хоботных) лучше использовать экстракт из еловой зелени [58].

Полипренолы обладают весьма широким спектром биологической активности, что определяет перспективы их применения. Сотрудниками ИХ Коми НЦ УрО РАН (А. В. Кучин, Т. В. Хуршкайнен и др.) в содружестве с сотрудниками других институтов изучаются адаптогенные свойства полипренолов, выделенных из древесной зелени пихты, при иммобилизационном стрессе у крыс [59], при лечении алкогольного гепатита [60], показано положительное влияние полипренолов на продуктивность дойных коров [61], урожайность картофеля [62], свеклы [63], а также на рост льна-долгунца [64]. В этих направлениях Институтом химии получен ряд новых патентов РФ [65–74].

Аналогичные исследования водно-щелочной экстракции древесной зелени в экстракторах роторно-пульсационного типа и свойств выделенных продуктов проводятся и Санкт-Петербургском государственном лесотехническом университете им. Кирова [75, 76].

### **2.2.5. Получение и изучение полисахаридов древесной зелени пихты**

Работы в этом направлении проводятся Институтами химии и физиологии Коми НЦ УрО РАН [77, 78].

Для эффективного использования древесной зелени необходимо дальнейшее изучение возможностей ее комплексной переработки в технические, пищевые, кормовые, лекарственные и другие продукты.

Как известно, клеточные стенки растений формируются в основном из целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз и пектина. Гемицеллюлозы (ГМЦ) и пектины в клеточной оболочке образуют аморфный матрикс, в котором размещаются фибриллы целлюлозы, а на следующих этапах развития клетки откладывается лигнин. В последнее время растительные полисахариды (РПС) привлекают все большее внимание как кормовые, пищевые и биологически активные вещества. Установлено, что в ежедневных рационах питания человека обязательно должны содержаться пищевые волокна (ПВ), составной частью которых являются РПС. Недостаток ПВ и, следовательно, РПС в ежедневной пище человека приводит к появлению таких заболеваний, как ухудшение функций кишечника, развитие рака, атеросклероза, диабета и др. [79].

В литературе имеются сведения о динамике подвижных углеводов (моно- и олигосахаридов) и крахмала в хвое и побегах хвойных растений. Данные относительно гемицеллюлоз и водорастворимых полисахаридов в хвое и побегах хвойных растений практически отсутствуют. Показано, что в суммарной полисахаридной фракции хвои ели содержание остатков арабинозы и галактозы, входящих в состав кислых полисахаридов, наиболее высокое в период ее почечного развития и в зимний период. Наибольшее количество остатков глюкозы и маннозы, входящих в состав нейтральных полисахаридов, отмечается в летний период.

Состав ГМЦ хвойной древесины сложен и включает ряд гомо- и гетерополисахаридов: арабинаны, арабиноглюкуроноксилены, глюкоманнаны, галактоглюкоманнаны, арабиногалактаны и др. По данным российских исследователей содержание пентозанов в древесине пихты составляет 13 – 13,5 %, гексозанов – 13,6 %, в том числе маннанов – 7,0 % [78].

В подавляющем большинстве случаев ГМЦ извлекают из растительной ткани водными растворами щелочей после предварительного удаления из нее липидов, водорастворимых веществ и пектина. Варьируя концентрацию и при-

роду экстрагента, можно добиться избирательного извлечения определенного компонента полисахаридного комплекса ГМЦ либо получить продукт с его преимущественным содержанием. К полисахаридам, экстрагируемым водой, относятся крахмал, арабиногалактуронан и пектиновые вещества. Экстракцию водорастворимых полисахаридов обычно проводят после удаления из растительного сырья низкомолекулярных соединений, извлекаемых с помощью органических растворителей.

Пектиновыми полисахаридами называют широко распространенные в природе гликаногалактуронаны, главная углеводная цепь которых состоит из 1,4-связанных остатков D-галактопиранозилуруновой кислоты. Пектины находятся в растениях как в растворимой, так и в нерастворимой формах. В древесине в срединной пластинке пектиновые вещества входят преимущественно в состав протопектина, где присутствуют в нерастворимой форме в виде кальциевых и магниевых солей.

Методы выделения пектиновых веществ предусматривают чаще всего предварительный гидролиз протопектина растворами кислот с последующей экстракцией пектина. Полнота гидролиза протопектина с минимальным воздействием на химическую структуру пектина зависит от времени обработки, температуры и pH раствора. Особенно эффективным является применение в качестве экстрагентов пектиновых веществ хелатирующих реагентов: этилендиаминтетраацетата (EDTA) натрия, циклогексан-*транс*-1,2-диамино-тетрауксусной кислоты (CDTA), щавелевокислого аммония, которые связывают ионы поливалентных металлов и выводят их из реакционной среды.

Для выделения ГМЦ обычно используют различные водные растворы щелочей. Однако процесс щелочной экстракции вызывает частичное разрушение ГМЦ: происходит гидролиз ацетатных групп, разрываются гликозидные связи и понижается степень полимеризации. Преимущество диметилсульфоксида как растворителя ГМЦ при их выделении из холоцеллюлозы в сравнении с щелочными растворами заключается в том, что реагент не оказывает гидролитического воздействия.

В результате проведенной экстракции из древесной зелени пихты *Abies sibirica* в работе [80] последовательно получено пять полисахаридных фракций, для которых установлены нейтральные моносахариды, входящие в их состав, и определено содержание гликуроновых кислот. Наибольший выход полисахаридов наблюдается при экстракции сырья водой и водным раствором оксалата аммония (2,1–2,2 % от массы древесной зелени). Во всех выделенных полисахаридных фракциях одними из основных компонентов являются остатки галактозы и арабинозы. Составы компонентов ГМЦ древесной зелени и древесины пихты близки друг другу.

### **2.2.6. Новые сорбционные материалы из целлюлозы и лигнина**

Известны энтеросорбенты на основе отходов целлюлозного производства, например, препараты из гидролизного лигнина, используемые в медицине («Полифепан» и аналоги, микрокристаллическая целлюлоза и др.), сорбенты из модифицированных лигнинов для поглощения тяжелых металлов из сточных вод, для поглощения ионов железа и хрома из стоков гальванических цехов [81, 82], сорбенты для сбора нефтепродуктов на основе целлюлозных материалов (по данной тематике в Институте химии Коми НЦ УрО РАН получены патенты РФ № 2097123, 2116126, 2116127, 2116255, 2150998, 2298562), порошковые целлюлозы (включая микрокристаллическую целлюлозу – МКЦ [81–85]) для фильтров, хроматографических колонок и др.

Общее для всех лигноцеллюлозных сорбентов – биоразлагаемость. Это выгодно отличает их от сорбентов из синтетических материалов, которые сами могут быть источником вторичного загрязнения природы. Ряд работ по сорбентам выполнен в Институте химии Коми НЦ УрО РАН.

Важнейшим этапом получения порошковой целлюлозы является деструкция исходной целлюлозы до потери волокнистой структуры, проявляющейся явно при снижении степени полимеризации менее 300.

Под термином «МКЦ» подразумевают целлюлозу структурной модифика-

ции с предельной степенью полимеризации (ПСП) порядка 140–160, которой достигает природная целлюлоза при частичном гидролизе. В классическом варианте такой гидролиз осуществляют 2,5 М раствором соляной кислоты.

В последние годы проведены работы по практически безотходным (в том числе безводным или маловодным) способам получения микрокристаллической целлюлозы из технической сульфатной целлюлозы и другого растительного сырья путем гидролитической, окислительно-гидролитической деструкции полисахаридов и лигноуглеводных материалов в водной среде и каталитической деструкции целлюлозы в безводной среде с использованием кислот Льюиса – тетрагидрида титана, хлорида алюминия, борфторэфирата и др. [86, 87, 88].

Порошковые целлюлозные материалы, в том числе микрокристаллическая целлюлоза, находят все более широкое применение в технике, пищевой промышленности, фармацевтике. Их используют в качестве фильтрационных материалов, сорбентов, загустителей суспензий, стабилизаторов эмульсий, при таблетировании лекарств, изготовлении сварочных электродов, а также в качестве сырья для получения таких производных целлюлозы, растворы которых обладают пониженной вязкостью. Перспективно применение целлюлозосодержащих порошковых материалов в качестве активных наполнителей при изготовлении композиционных материалов на основе эпоксидных связующих. В тех случаях, когда нужна высокая химическая чистота продукта, используют микрокристаллическую целлюлозу либо порошковую целлюлозу, полученную из облагороженной (или хлопковой) целлюлозы. В большинстве случаев технического использования порошковых целлюлоз химическая чистота продукта не является необходимой и порошки можно получать из разнообразного растительного целлюлозосодержащего сырья.

### **2.2.7. Получение биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла**

Исследования в этом направлении с практическим внедрением ряда разра-

боток многие годы проводятся в Санкт-Петербургском лесотехническом университете им. С. М. Кирова (проф. В. И. Ягодин, В. И. Роцин, В. Б. Некрасова и др. [47, 48, 75, 89-95]).

На сульфатно-целлюлозных комбинатах из сырого сульфатного мыла получают талловое масло и продукты его ректификации. До 80-х годов прошлого столетия выделенное после сульфатной варки древесины хвойных пород (в основном сосны и ели, доля лиственной древесины не превышала 12 %) талловое масло содержало 33,5 – 47,0 % смоляных кислот, 42 – 49 % жирных кислот, 7,3 – 12,0 % неомыляемых веществ и 2,1 – 7,9 % окисленных веществ. В последующие годы возросло потребление древесины лиственных пород, отходов лесопиления и деревообрабатывающей промышленности, а в Сибири начали перерабатывать, наряду с осиной и березой, древесину кедра, лиственницы и пихты. В результате на ряде предприятий содержание неомыляемых веществ в сульфатном мыле достигло 15 – 25 %, а в отдельных партиях мыла – 32 %. При содержании в талловом масле более 15 % неомыляемых веществ переработка его затруднена и его, как правило, сжигают. Для более квалифицированного использования сульфатного мыла была поставлена задача по получению из него и неомыляемых веществ биологически активного вещества  $\beta$ -ситостерина. Следует отметить, что содержание биологически активных веществ (БАВ) в экстрактивных веществах древесины умеренной климатической зоны невелико, содержание индивидуальных веществ в экстрактивных веществах как правило, менее 0,1 %, поэтому сульфатное мыло представляется надежным и крупным источником БАВ [80].

Содержание и состав фитостерина в пеке зависят от качества сульфатного мыла и режима ректификации таллового масла. Обычно содержание фитостерина в абсолютно сухом мыле и масле составляет от 3 до 5 %, а в пеке – до 10 %,  $\beta$ -ситостерина соответственно до 4 % и до 9 %. Исследование влияния процесса ректификации таллового масла на выход и качество фитостерина показало, что  $\beta$ -ситостерин и его ацетат достаточно устойчивы до 270 °С. Термический распад  $\beta$ -ситостерина сопровождается интенсивной потерей массы и начинается с 280 °С (ацетата – с 300 °С).

При нагреве фитостерина в присутствии примесей до 120 °С, а при остаточном давлении 0,3 – 0,4 кПа до 250 °С интервал плавления снижается от 116 – 120 °С до 90 – 110 °С, при этом изменяется ИК-спектр, цвет – от белого до коричневого, консистенция – от кристаллической до аморфной.

За время пребывания таллового пека в пековой ванне (>6 ч) содержание стеринов в нем понижается на 30 – 60 %. Несмотря на это, пек остается стабильным сырьем для промышленного получения фитостерина. Разработана также схема получения бетулина [90], содержание которого в сульфатном мыле больше, чем в березовой коре.

Технология получения фитостерина из таллового пека является частью технологии сульфатного мыла (принципиальная схема – рис. 2).

Фитостерин из таллового пека получают после предварительного щелочного гидролиза пека в жестких условиях до образования пекового мыла, которое затем обрабатывают аналогично экстракционной технологии сульфатного мыла. В зависимости от породного состава древесины для сульфатной варки, химического состава сульфатного мыла и технологии его переработки, выделяют фитостериновые продукты различного состава и направлений использования.

Бетулин, стериновые продукты и нейтрол можно использовать в медицине, косметологии и пищевой промышленности, бетулин и нейтрол – в ЦБП, строительстве, очищенное сульфатное мыло (ППФ) – при флотации руд.

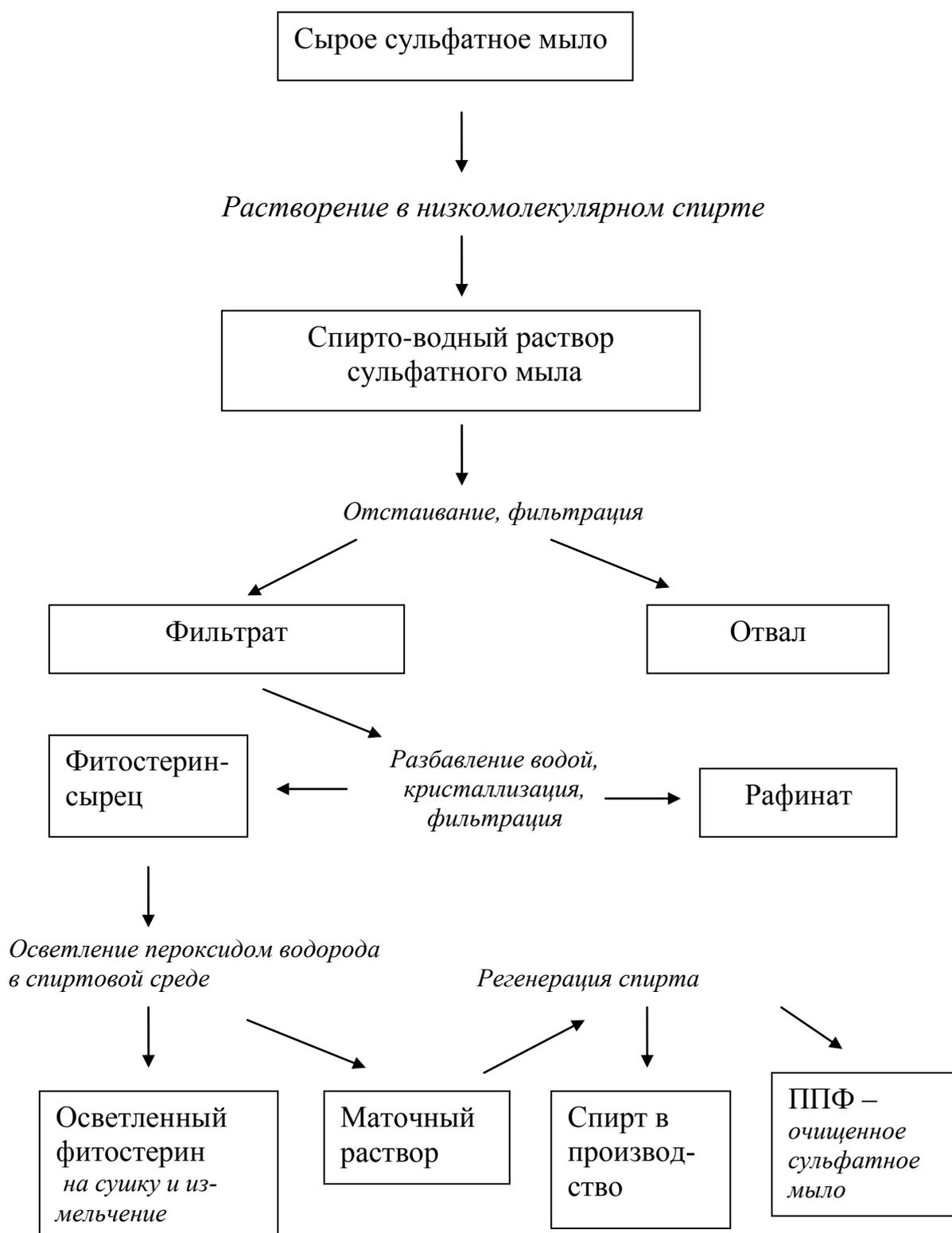


Рисунок 2 – Принципиальная схема получения осветленного фитостерина и ППФ (побочного продукта фитостерина) из хвойного сульфатного мыла [90]

### **2.2.8. Получение биологически активных веществ из древесной коры березы и осины**

Внешняя кора различных видов берез наиболее богата экстрактивными веществами, среди которых преобладают пентациклические тритерпеноиды ряда лупана и  $\beta$ -амирина, причем основным компонентом является бетулин. Бетулин и его производные проявляют широкий спектр биологической активности (противовирусную, противоязвенную, противоопухолевую, капилляроукрепляющую и др.). Целенаправленная химическая модификация природных биологически активных соединений приводит в ряде случаев к получению веществ, которые обладают более широким спектром действия и низкой токсичностью [91].

Бетулин обнаружен в березе бородавчатой, или повислой, и березе пушистой, наиболее широко распространенных в России. Содержание бетулина во внешней части коры варьируется в пределах 10 – 35 % в зависимости от вида березы, место и условий ее произрастания, возраста дерева и других факторов [92]. В экстрактах коры этих берез наряду с бетулином содержатся его окисленные производные: бетулиновая кислота, бетулиновый альдегид, метиловый эфир бетулиновой кислоты, бетулоновый альдегид, бетулоновая кислота.

Бетулин и бетулиновая кислота представляют интерес для медицины в качестве основы для разработки новых противовирусных агентов. Они являются ингибиторами вируса полиомиелита, лихорадочных и респираторных заболеваний. Бетулин способен ингибировать развитие микробактерий туберкулеза [93]. Постоянным спутником бетулина является лупеол (10 % от бетулина). Было установлено, что он является активным цитостатиком. Описано сильное ингибирующее действие лупеола в отношении лейкоцитарной эластазы человека. Показано также, что лупеол обладает свойствами супрессора роста клеток человеческой лейкемии. Известна способность лупеола снижать риск формирования камней в почках путем предотвращения повреждения тканей в почках, а также влиять на процесс растворения мочекаменных конкрементов. Эти данные позволили от-

нести лупеол к уролитикам [94]. Наряду с производными лупана кора березы содержит тритерпены ряда олеонана и урсана.

Суберин, содержание которого в бересте коры березы составляет от 20 до 30 % масс., представляет собой комплекс гидроксикислот и фенольных кислот, связанных между собой простыми эфирными связями с образованием сетчатой полимерной структуры – полиэстолида. При его гидролизе образуются сложные смеси так называемых субериновых кислот. Химический состав и строение субериновых веществ определяется способами их извлечения из бересты [95].

Не менее ценное сырье для получения БАВ – осиновая кора, масса которой составляет 12 – 15 % от массы перерабатываемой древесины и является крупно-тажным отходом производства на спичечных фабриках, нижних складах лес-промхозов, некоторых целлюлозно-бумажных предприятиях. Квалифицированная переработка осиновой коры представляет огромный промышленный интерес, притом не только из-за необходимости утилизировать отходы [96].

Осиновая кора содержит жиро- и водорастворимые БАВ, в том числе витамины, производные хлорофилла, макро- и микроэлементы, пластические и энергетические вещества, горечи, фитонциды. Осиновая кора – излюбленный корм лосей и зайцев - издавна привлекала внимание ученых и животноводов. Определена ее питательная ценность.

Содержание клетчатки в коре осины 20–22 %, протеина – 2,5–7,0 %, жира – 9–13 %. Однако кору не скармливают домашним животным из-за высокого содержания дубильных веществ. В коре осины содержится до 10 % таннидов. Липиды из осиновой коры (витаминный концентрат) – мазеобразный продукт с приятным стойким запахом свежести.

Производственные образцы липидов имеют следующие свойства: плотность – 0,917 г/см<sup>3</sup>, кислотное число – 21,1, число омыления – 144,7, иодное число – 80,1; содержание в %: свободных кислот – 12,1, связанных кислот – 59,3, неомыляемых веществ – 21,1, фитостерина – 3,2–3,4, фосфатидов – 0,7–0,8, витамина Е – 0,07– 0,08. В липидах также определены производные хлорофилла – 1,4–1,6 мг% и β-каротина – 1,6–1,8 мг%, большое количество этерифицирован-

ных жирных кислот с 18 углеродными атомами (линоленовая, линолевая, олеиновая). Они способствуют нормализации липидного обмена, уровню холестерина и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) в крови. Водный экстракт содержит сахара, дубители, флавоноиды, белки, аминокислоты, лигнаны, салициловую кислоту.

Разработанная в Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии (ныне ГЛТУ) им. С. М. Кирова комплексная схема переработки осиновой коры позволяет получать в одном технологическом потоке витаминный концентрат, водный экстракт, кормовую добавку и корокомпост с пролонгирующим действием (табл. 7).

Экстрактивные вещества осиновой коры оказывают противовоспалительное, кровоостанавливающее, ранозаживляющее, антисептическое, вяжущее действие, применяется при глистных инвазиях.

Цех по переработке осиновой коры существовал в Саруском химцехе Выруского лесокombината ЭССР и существовал до распада СССР [90]. Выход продукции в пересчете на сухую исходную кору (%): витаминный концентрат – 3–5, водный экстракт – 20–25, кормовая добавка (или корокомпост) – остальное до 100.

В Санкт-Петербурге проводятся активные исследования экстрактивных веществ березовых листьев и почек (березы повислой – *Betula Pendula Roth*) [97–100]. В составе листьев березы установлены флавоноиды (до 3 %), гидрокси-коричные кислоты (около 0,25 %), проантоцианидины (до 4 %), стеринны (до 0,04 %) и тритерпеноиды даммаранового ряда, эфирное масло – до 0,5 %, содержащее сесквитерпены.

Экстрактивные вещества почек содержат алканы, сесквитерпеновые углеводороды, свободные и связанные в сложные эфиры высшие жирные кислоты, карбонильные соединения, сложные эфиры сесквитерпеновых спиртов, тритерпеновых кислот.

Таблица 7 – Биоактивные продукты из осиновой коры

Наименование продукта	Выход, %, от загруженной коры	Состав	Применение
Витаминный концентрат	5–6	Жирные кислоты и их эфиры – 70 %, стерины 2–3 %, фосфатиды 0,5–0,7 %, токоферолы и токотриенолы – 0,1 %, производные хлорофилла – 1–3 %, каротиноиды	БАВ для гигиенических и косметических средств; БАД для животных и птицы
Биоактивная восковая добавка	1–2	Воскообразные вещества (простые и сложные эфиры), липиды, летучие вещества	БАВ и пластифицирующая добавка для гигиенических и косметических средств
Водный экстракт	10–15	Олигосахара, галактоза, глюкоза, манноза 7–15 %, аминокислоты 40–50 %, минеральные вещества 4–5 %, флавоноиды, танины, горечи	БАВ для гигиенических и косметических средств
Кормовая добавка (или корокомпост)	Остальное до 100	Целлюлоза, клетчатка, липиды, флавоноиды, сахара, белки, аминокислоты	БАД в корм для кроликов и птицы; корокомпост пролонгированного действия

Исследователями Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С. М. Кирова создан комплект научно-технической документации на технологию комплексной переработки осиновой коры, включая технологический регламент, технические условия на все виды продукции; разработаны рецептуры продукции с полезными БАВ [101].

До настоящего времени БАВ осиновой коры применялись только в качестве адаптогенов для кожи, но не применяли как БАД к пище. Это направление также успешно разрабатывается.

Таким образом, получение адаптогенов широкого спектра действия из биомассы дерева актуально и целесообразно, позволяет решить проблему рацио-

нального и комплексного использования дерева, создать лечебно-профилактические средства, позволяющие расширить ассортимент лесохимических продуктов, улучшить экологическое состояние в регионах лесоперерабатывающих предприятий за счет утилизации древесных отходов.

### **2.2.9. Товарные продукты на основе инновационных разработок биологически активных и сопутствующих продуктов из древесной зелени**

Государственным образовательным учреждением профессионального образования «Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С. М. Кирова» и ООО «Фитолон-наука» разработаны препараты для гигиены, уходу за кожей, биологические добавки к пище и др. [102–107]. В некоторых из них используются экстракты и природные субстраты без глубокой химической трансформации методами органического синтеза (требующих значительных капитальных вложений в технологию и, соответственно, крупных инвесторов).

Адаптоген «Лесмин» – хвойные таблетки из древесной зелени хвой сосны и ели представляет собой природный поливитаминно-фитонцидный комплекс из липидной фракции хвой с добавлением пищевого энтеросорбента – микрокристаллической целлюлозы [107, 108]. «Лесмин» предназначен для профилактики авитаминозов, стрессовых состояний, множества хронических заболеваний различных органов и дисбактериозов.

При использовании БАД «Лесмин» с профилактической целью индекс его эпидемической эффективности в отношении ОРВИ составляет 2,6–3,3, коэффициент эпидемической эффективности – 61,8–69,7 [102].

Применение фитоадаптогена с лечебной целью способствует сокращению продолжительности основных проявлений ОРВИ и снижению частоты осложнений, продолжительности обнаружения вирусных антигенов в носовых ходах и частоты развития госпитальных респираторных инфекций, а также предупреждает развитие вторичного иммунодефицита.

Важной разработкой представляется лечебно-профилактическое средство «Фитолон», утвержденное в 2006 году Комитетом по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга для практического применения [109]. Свойства этого препарата многогранны – антисептик, антиоксидант, иммуностимулятор и стимулятор кроветворения. Доказано наличие у препарата «Фитолон» противовирусной активности (на мышах) и положительного действия в лечении туберкулеза.

В состав «Фитолона» входят экстрактивные вещества ламинарии сахаристой и хвой сосны и ели. Препарат разрешен к применению Институтом питания МЗ РФ и Госсанэпиднадзором (Роспотребнадзором).

Нарушение сбалансированности реакций перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты в организме человека приводит к образованию свободных радикалов и повреждению клеточных мембран, а также наследственного аппарата клетки. «Фитолон», как из самых активных среди известных в настоящее время антиоксидантов, тормозит образование свободных радикалов, препятствуя процессам повреждения клеток.

Основу «Фитолона» составляет медный комплекс порфиринового цикла. Металлопроизводные хлорофилла – феофитинаты хорошо растворимы в жирах, этаноле и других органических растворителях, но плохо растворимы в воде, отличаясь этим от хлорофиллинов – натриевых и калиевых солей хлорофилла. Действие хлорофиллов более выражено при патологическом состоянии организма, чем при физиологической норме. Медь необходима организму для нормального протекания процессов кроветворения, утилизации железа, поддержки эластичности сосудов, продуцировании пигментов кожи, функционирования щитовидной железы. В организм медь должна поступать в связанном виде. Потребность в меди составляет 0,035 мг/кг массы тела в сутки (для взрослых – около 2 мг/сут). Дефицит меди может возникнуть при молочной диете и использовании в пищу рафинированных продуктов.

Препарат «Фитолон» выпускается в двух видах – в виде таблеток и в виде сиропа (ДВ 0,15 мг в одной чайной ложке). Сироп содержит другие полезные

компоненты – душицы обыкновенной, мяты перечной и яблочного пектина.

Таблетки в оболочке производятся на фармацевтическом предприятии «ГНЦ Фарма» по ТУ 9197-035-57912873-2005, имеют массу 0,65 г, без оболочки 0,63 г. Вспомогательные вещества: крахмал, стеарат кальция.

На основе хвойной хлорофиллокаротиновой пасты производится зубная паста «Лесмин-дент» (второе поколение известной пасты «Лесная»), предохраняющая от болезней десен – пародонтоза, пародонтита, гингивита – и кариеса [109]. При этом паста не содержит триклозана, антибиотика, убивающего не только вредную, но и полезную микрофлору желудочно-кишечного тракта.

Обширная информация и библиография по разработке и практике применения препаратов «Лесмин», Фитолон», а также «Фитолон-Кламин», «Феокарпин», «Провитам» приведена в монографии и статьях В. Б. Некрасовой [89, 94, 95].

### **2.2.10. Глубокая трансформация лесохимических продуктов методами органической химии**

Это направление исследований, особенно активно развиваемое в институтах Коми НЦ УрО РАН, федеральных и технических университетах России, уже на стадии получения исходных химически чистых веществ требует определенного и довольно высокого уровня развития первичной лесохимии, относительно крупных капитальных вложений в наукоемкие производства и завоевания места на рынке. В последние годы разрабатываются методы окисления сульфидов, использования диоксида хлора в стереоселективном синтезе и окислении различных компонентов и продуктов, выделяемых из экстрактивных веществ древесины: терпенов (скипидара), порфиринов и др. [110–117]. Потенциальными потребителями этой продукции являются медицина, парфюмерия, химическая и другие отрасли промышленности. Работы представляют несомненный научный интерес, однако при отсутствии в Республике Коми высокоразвитой химической промышленности и тонкого химического синтеза вряд ли имеют перспективу

внедрения в регионе. В случае развития производств ООО «Оргхим» в Сыктывкаре, вероятно, будут представлять практический интерес работы по талловым продуктам и сульфатному скипидару ОАО «Монди СЛПК», проводимые в Институте химии Коми НЦ УрО РАН (А. В. Кучин, С. А. Рубцова и др. [118 – 120]).

## **2.3. Промышленные продукты химической переработки древесины**

### **2.3.1. Целлюлоза**

Производство технической целлюлозы из древесины занимает главное место среди лесохимических (в широком понимании) производств по объемам перерабатываемого сырья и готовой продукции. Оно потребляет так называемую балансовую и дровяную древесину (80 %), отходы лесозаготовок и деревообработки (щепа, опилки 20 %; доля их из года в год возрастает) для выработки целлюлозы, древесной массы и получения из них различных видов бумаги и картона [121].

Согласно официальной информации ФАО за 2011-2013 гг. [122] по выпуску целлюлозы, древесной массы и полуцеллюлозы Россия находится на 7–8-м месте в мире, уступая США, Китаю, Бразилии, Швеции, Финляндии и Японии. Причем по производству блененной целлюлозы Россия занимает двенадцатое место, пропустив вперед (помимо перечисленных выше стран) Индонезию, Чили, Парагвай, Португалию и Испанию. По экспорту целлюлозы (всех ее видов) Российская Федерация занимает девятое место – после Канады, США, Бразилии, Чили, Парагвая, Индонезии, Швеции и Финляндии.

На территории Российской Федерации изготавливается и потребляется целлюлоза (более 94 %), следующих видов:

- сульфитная небеленая из хвойной древесины;
- сульфитная беленая из хвойной древесины;
- сульфатная хвойная небеленая;
- сульфатная беленая из хвойной древесины;
- сульфатная беленая из лиственных пород древесины;

- сульфатная вискозная (выпуск «растворимой» целлюлозы в РФ прекращен [123]).

Основные компании и объемы производства целлюлозы в России представлены в табл. 8 [122].

Таблица 8 – Производство целлюлозы в России, 2012–2013 гг., тыс. т

Компания	2012 г.	2013 г.
Филиал АО «Группа Илим» в Усть-Илимске	842,9	830,8
Филиал АО «Группа Илим» в Братске	793,3	732,1
Филиал АО «Группа Илим» в Коряжме	1148,2	1154,2
АО «Монди Сыктывкарский ЛПК»	893,8	922,9
Архангельский ЦБК	854,5	844,4
АО «Интернейшнл Пейпер», Светогорск	609,0	621,8
АО «Соликамскбумпром»	448,0	427,9
АО «Кондопога»	662,5	465,1
Сегежский ЦБК	255,8	262,8
АО «Волга»	224,7	226,8
Марийский ЦБК	131,5	134,0
Сясьский ЦБК	86,4	86,5
Всего	7656,3	7199,9

Экспорт целлюлозы для России играет особо важную роль стратегической направленности, так как именно экспортная составляющая рынка – на данный момент – оказывает наиболее существенное влияние на инвестиционную привлекательность всей отечественной ЦБП в целом. На глобальном мировом рынке целлюлозы основными конкурентами для России выступают страны, выпускающие эвкалиптовую целлюлозу, к которым недавно присоединилась и Китайская Народная Республика.

В последние годы отечественную отрасль по выпуску древесной целлюлозы заметно «лихорадит». Основной спад по объемам производства целлюлозы пришелся на период мирового финансового кризиса и даже на «посткризисный» 2010 г. Потом началось уверенное восстановление. В 2011 г. был отмечен рост выпуска древесной целлюлозы (по сравнению с 2010 г.), почти на 24 %. Позитивным оказался и 2012 г. Однако в 2013 г. варка российской целлюлозы сократилась на 6 %. Всего в 2013 г. (по данным ФСГС [122, 123 ]), было выпущено чуть более 7200 тыс. т древесной целлюлозы. В 2014 г. по итогам I квартала отмечен рост выпуска на уровне 5,9 % относительно I квартала 2013 г.

Схожая ситуация сложилась и с экспортом российской древесной целлюлозы. Только рост (после негативных тенденций мирового финансового кризиса), начался на год раньше, в 2010 г. А по итогам 2012 г. основные «докризисные» показатели были даже превзойдены. Но в 2013 г. опять произошел спад (на 12,9 % по сравнению с показателями 2012 г.). Всего же (по сведениям ФТС [122]) из России в 2013 г. было вывезено порядка 1800 тыс. т различной древесной целлюлозы.

Причины неустойчивой работы отрасли, по мнению экспертов отраслевого журнала «Целлюлоза, бумага и картон», в следующем [122].

Во-первых, в общей стагнации экономики, неблагоприятном инвестиционном климате, росте тарифов естественных монополий, недостатках действующего Лесного кодекса.

Во-вторых, в снижении поставок российской целлюлозы в Китай, куда традиционно для последних лет отправлялось до 60 % всего «целлюлозного» экспорта. В 2013 г. на рынки КНР (по сравнению с 2012 г.) было отгружено целлюлозы из России на 12 % меньше в натуральном выражении и почти на 9 % – в стоимостном. За прошлый год в Китай было отгружено 1066 тыс. т целлюлозы на сумму 584,5 млн долларов США. И это снижение поставок связано в том числе и с созданием в Китае широкомасштабных плантаций быстрорастущих генномодифицированных саженцев для нужд местной целлюлозно-бумажной промышленности. Например, по итогам 2013 г. крупнейший китайский целлюлозно-

бумажный холдинг APPc на 95 % обеспечил себя древесным сырьём, выращенным на собственных плантациях [122]. И это очень тревожная тенденция для российских производителей древесной целлюлозы. По прогнозам ФАО, начиная с 2013 г., темпы закупок китайскими промышленниками зарубежной древесной целлюлозы будут стабильно снижаться на уровне от 1,5 до 3,5 % в год.

В-третьих, многие отраслевые эксперты говорят об устойчивом снижении потребления древесной целлюлозы со стороны европейских переработчиков, так как благодаря общему структурному кризису экономики ЕС во многих странах Европы резко сократился выпуск бумаги и картона. И эта тенденция продолжается.

В-четвертых, на мировых рынках продолжается ярко выраженная «эвкалиптовая» экспансия. Страны Южной Америки и Юго-Восточной Азии, специализирующиеся на выпуске эвкалиптовой целлюлозы, продолжают вводить в строй все новые и новые производственные мощности. Целлюлоза бразильского, чилийского, парагвайского и индонезийского производства продолжает захватывать новые региональные (в том числе и европейские) товарные ниши. В ближайшие полтора-два года в странах Южной Америки будут пущены в работу новые производственные мощности, способные дополнительно (к достигнутому), производить до 5 млн т в год высококачественной эвкалиптовой целлюлозы. На этих рынках отмечается повышенная активность со стороны скандинавских, австрийских, азиатских и американских инвесторов. И если раньше эвкалиптовую целлюлозу закупали преимущественно европейские страны, то сейчас этот продукт всерьез заинтересовал и китайских потребителей целлюлозы.

В-пятых, значительно сокращены (из-за известных политических событий) поставки отечественной целлюлозы на рынки Украины, куда раньше поставлялось более 3 % от общего объема российского «целлюлозного» экспорта.

В-шестых, во всем мире продолжается тенденция по замещению чистоцеллюлозных сортов тарного картона макулатурными и композитными, что, в свою очередь, снижает глобальную производственную потребность в древесной целлюлозе.

Кроме экспорта целлюлозы из России, происходит и ее импорт, что связано с прекращением после реконструкции собственной варки на предприятиях Калининградской области – Неманском и Советском ЦБК. В частности, за 5 месяцев 2014 г. было импортировано в Россию около 58 тыс. т. целлюлозы.

Проблемы нестабильной работы целлюлозно-бумажной отрасли могли бы быть сглажены увеличением комплексности переработки древесного сырья. Вместе с тем следует отметить устойчивое положение и рост производства целлюлозы в Республике Коми на ОАО «Монди СЛПК».

### **2.3.2. Биоэтанол**

Биоэтанол – основной продукт гидролизного производства, занимающего в мире второе место по значению среди отраслей лесохимии. Конечный продукт является также результатом биотехнологии, т. е. сбраживания гексозных сахаров.

В гидролизном производстве из непищевого растительного сырья, в том числе древесины, вырабатывают этиловый спирт (этанол), белковые кормовые дрожжи, глюкозу, фурфурол, двуокись углерода, лигнин, глюкозу, сорбит, ксилит, термоизоляционные и строительные лигноплиты и другие химические продукты [17, 18]. Основным химическим процессом при получении перечисленных веществ является гидролиз полисахаридов, входящих в состав растений. В качестве сырья гидролизные заводы используют опилки и другие отходы лесопиления и деревообработки, а также измельченную в щепу древесину. Удельный вес продукции гидролизного производства ~9 % от валового выпуска продуктов химической переработкой древесины.

Биоэтанол в некоторых странах (Бразилия, США и др.) используется как компонент моторного топлива для автотранспорта. Лидером в использовании альтернативного (углеводородам) биотоплива – этанола – является Бразилия, в которой принята специальная программа развития альтернативной энергетики. Согласно этой программе государство субсидирует исследования и дает налоговые льготы производителям биотоплива.

Доля биоэтанола в моторном топливе может быть разной. Биоэтанол в виде 5 – 15 % добавки к бензину применяют в США, странах ЕС, Китае и Канаде. Кроме достижения определенных экологических целей, это позволяет повысить октановое число бензинов. В США многие штаты используют смесь, содержащую 10 % этанола, ведутся работы по переходу на моторное топливо с 15 % этанола. Франция и Германия начали переход от топлива E5, содержащего 5 % этанола, к топливу E10 с 10 % этанола. Для этанольного топлива марки E85 разработаны специальные автомобили Flexible – fuel vehicle (США, Бразилия, Швеция). Количество таких автомобилей в мире уже составляет около 20 млн. Этому способствует более низкая цена этанольного топлива, по сравнению с бензином в США. Например, E85 стоит 0,88 долл./л, а бензин в среднем около 1 долл./л (август 2012 г.).

В России в настоящее время биотопливо и его компоненты не применяются, меры государственной поддержки отсутствуют и имеются законодательные препятствия для развития технологии применения биоэтанола [124]. Однако 24 апреля 2012 г. принята «Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года», в которой поставлена цель увеличения использования биотоплива до 3 % к 2015 г. и 10 % к 2020 г. Важной составляющей этой программы должно стать предложение об отмене акциза на топливный биоэтанол.

В России в последние годы разработаны и действуют стандарты на топливо с этанолом: ГОСТ Р 53200–2008, в котором приведены требования к качеству топливного биоэтанола; ГОСТ Р 51866–2002 и Технический регламент, позволяющие выпускать бензины с содержанием этанола до 5 % об.; ГОСТ Р 52201–2004 и ТУ 38.401–58–330–2003, позволяющие выпускать бензины с содержанием этанола до 10 % об. ГОСТ Р 54290–2010 СТО 11605031–033–2009, позволяющие выпускать этанольное топливо E85 [124].

Указанные стандарты дают возможность при необходимости в короткие сроки наладить производство и применение топливного биоэтанола в России, что

обеспечит вовлечение в переработку отходов лесного и сельского хозяйства и самое важное – создание новых рабочих мест в России [124].

Главное ограничение по применению топливного биоэтанола в России в настоящее время находится в законодательной области, а именно в акцизах на этиловый спирт (44 руб./л, с 1.01.2013 – 59 руб./л), наличие которого сдерживает внедрение биоэтанола. Хотя последние поправки к Налоговому кодексу РФ и открыли определенные возможности безакцизной реализации этанола для последующего производства продукции с объемной долей этанола менее 9 %, эти возможности прописаны в законе нечетко, что по-прежнему останавливает производителей и потребителей топливного биоэтанола [124].

В Республике Коми в настоящее время гидролизное производство отсутствует, а производства этанола не было и в советские времена. В ближайшей перспективе организация промышленного производства биоэтанола и его реализация в условиях рыночной экономики (в том числе падения цен на нефть) представляется нецелесообразным.

### **2.3.3. Продукты канифольно-скипидарного производства**

Основой канифольно-скипидарного производства является перегонка с водяным паром сосновой живицы и осмола. Канифольно-скипидарное производство объединяет, по существу, три производства: канифольно-терпентинное, канифольно-экстракционное и производство таллового масла. Сырьем для канифольно-терпентинного производства служит живица, получаемая при подсочке сосны, лиственницы и других хвойных пород древесины. Сырьем для канифольно-экстракционного производства является пневый осмол, представляющий собой просмолившуюся в течение 10 – 15 лет после рубки леса ядровую древесину сосновых пней (смолистые вещества экстрагируют бензином из измельченного в щепу осмола).

Талловое масло получают из сульфатного мыла – побочного продукта сульфатно-целлюлозного производства [6]. Далее талловое масло подвергают

ректификации в глубоком вакууме с получением канифоли, жирных кислот, дистиллированного таллового масла, таллового пека. Экстракционную и талловую канифоль и ее эфиры используют в лакокрасочной, бумажной (как клеевые составы), полиграфической, мебельной, кабельной и других отраслях промышленности. Глубокой переработкой талловых продуктов занимается холдинг ПО «Оргхим» (Приложение 1). Сопутствующие канифоли продукты – скипидар, используемый для получения индивидуальных терпенов (например, терпинеола, карена, пиненов) и синтеза разнообразных продуктов, в том числе камфары, соснового флотационного масла [2, 18].

#### **2.3.4. Древесный уголь и сопутствующие продукты**

Древесный уголь из древесины получают пиролизом – нагреванием древесины без доступа воздуха в специальных стальных ретортах (преимущественно вертикальных) и печах [28]. Пиролиз основан на способности сложных комплексных органических веществ древесины разлагаться на более простые без доступа воздуха под воздействием высокой температуры. В результате этого получают твердые, жидкие и газообразные продукты. Твердым продуктом является древесный уголь, остающийся в реторте в виде твердого остатка. Жидкие и газообразные продукты выделяются совместно в виде парогазовой смеси. Чем выше температура, тем выше содержание углерода в угле: 400 °С – 80 %; 1000 °С – 97 %.

Процесс пиролиза в реторте состоит из следующих стадий:

1. Сушка древесины (120–150 °С). Потеря воды, состав древесины не изменяется.
2. Начало распада древесины и изменение ее химических свойств (150–275 °С). Образуется диоксид  $\text{CO}_2$  и оксид углерода  $\text{CO}$ , а также уксусная кислота при отщеплении ацетильных групп. Стадия проходит с подводом тепла извне.
3. Образование, испарение и возгонка основного количества продуктов

разложения (275–510 °С). Образуются: CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, уксусная кислота. Без подвода тепла.

4. Прокаливание древесного остатка угля (450–550 °С). Дополнительный подвод энергии. Удаляется тяжелая смола, CO, H<sub>2</sub>, углеводороды.

При охлаждении парогазовой смеси она разделяется на парогазы и подсмольную воду (жижку).

Выход продуктов: уголь — 30–35 %; жижка — 45–50 %; газы — 15–20 %. Чем выше температура, тем выше содержание углерода в угле: при 400 °С — 80 %; 1000 °С — 97 %.

Кроме угля, при пиролизе древесины получают уксусную кислоту, древесные смолы (из которых, в свою очередь, вырабатывают древесносмоляное креозотовое масло, древесносмоляной ингибитор, литейные крепители, лесохимический понизитель вязкости и т.д.), метанол и другие продукты. Сырье – дрова лиственных пород (главным образом березы). На 1 т угля расходуется около 7 м<sup>3</sup> древесины. Основные потребители древесного угля (85 %) – производства активированного угля, сероуглерода, кристаллического кремния. Новые возможности открываются при пиролизе древесины в присутствии катализаторов.

### **2.3.5. Горючий газ**

Газификация древесины проводится в газогенераторах или в топках-генераторах с выделением уксусной кислоты, древесной смолы в процессе очистки газа. Очищенный газ применяют для сжигания в топках котельных или в двигателях внутреннего сгорания. Переработка позволяет использовать древесные отходы любых пород и любой формы вплоть до лесосечных отходов. Эффективность газификации древесины можно повысить в присутствии катализаторов при высоком давлении с получением преимущественно алканов C<sub>2</sub>–C<sub>5</sub>. Другие направления химической переработки древесины: получение синтез-газа (смеси CO и H<sub>2</sub>) и из него метанола (последний может быть использован для

синтеза уксусной кислоты или как потенциальное топливо для двигателей внутреннего сгорания); получение искусственного жидкого топлива путем сжижения (при 350–400 °С и 25–30 МПа) древесины [3, 26].

Газификация осуществляется в вертикальных шахтах-аппаратах — газогенераторах. В них протекают три процесса, которые условно распределяются по зонам: в верхней части — сушка древесины, затем швелование — термическое разложение в токе нагретого газа, процесс газификации происходит при 1600 °С, ему подвергается уже не древесина, а уголь — продукт швелования. В газе, выходящем из газогенератора, содержатся жидкие и паровые продукты, г/м<sup>3</sup>: вода — 500–550; смолы — 60–100; летучие кислоты — 10–25; древесный спирт — 3–8.

### **3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛЕСОХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

#### **3.1. Производство древесного угля в Российской Федерации**

Рынок древесного угля имеет ярко выраженную сезонность. По данным экспертов рынка, зимой цена за уголь на оптовом рынке составляет 12 тыс. руб. за 1 т, с марта цена начинает расти и достигает летом 26–28 тыс. руб./т. Данное явление связано с тем, что потребление древесного угля возрастает в летний период, когда его начинает активно использовать население для приготовления пищи на открытом огне.

Объем потребления угля населением России весьма неоднороден. Если в среднем по стране эксперты называют цифру в 100–150 г на душу населения в год, то в регионах с высокими доходами населения и большим количеством жителей, живущих в собственных загородных домах (Москва, Санкт-Петербург), потребление составляет уже около 500 г на душу населения. При этом в Европе население потребляет еще больший объем (до 1 кг на душу населения).

В разных источниках объем рынка древесного угля в России оценивается по-разному. Так, согласно данным Ассоциации производителей древесного угля, в России ежегодно производится чуть больше 100 тыс. т древесного угля в год (данные 2007 г.). По мнению Ассоциации, российский рынок древесного угля ненасыщен.

В 2007 г. в РФ было произведено 591 тыс. м<sup>3</sup> древесного угля, что в пересчете массу (при нормальной влажности) дает 124 тыс. т древесного угля.

В 2005 г. российский рынок угля составлял 50 тыс. т (было произведено 177 тыс. т).

Потребление на душу населения в России составляет от 100 до 250 г в год. Разбег оценок достаточно значителен, но даже максимальная оценка в несколько раз меньше, чем потребление древесного угля в Европе и Японии.

В дальнейшем данное исследование исходит из следующих значений: объ-

ем потребления древесного угля в России составляет около 100 тыс. т, а потребление древесного угля населением составляет около 100 г на душу населения в год.

Как видно из табл. 9, Уральский федеральный округ является одним из лидеров в производстве древесного угля в России. Больше производится только на территории Приволжского федерального округа (более 53 % от всего объема древесного угля, производимого в России).

Меньше всего древесного угля производится в Дальневосточном и Южном федеральных округах – около 20 тыс. м<sup>3</sup> в каждом. На долю Уральского федерального округа приходится 17,2 % от всего объема древесного угля, производимого в России.

Таблица 9 – Динамика производства угля древесного лиственных пород в федеральных округах России, м<sup>3</sup>

Федеральный округ	Объем производства по годам, м <sup>3</sup>						
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Дальневосточный	100	12000	12000	20000	12410	19900	19800
Приволжский	563230	618200	512000	422000	373070	319901	420640
Северо-Западный	122400	240400	135000	81000	100680	70900	52970
Сибирский	166330	131200	82000	46000	54380	27600	49310
Уральский	196900	163000	173000	168000	140900	102099	128700
Центральный	192300	200000	141000	102000	80220	49900	87110
Южный	4300	5700	4000	4000	1470	800	20060
Всего	1245560	1370500	1059000	843000	763130	591100	778590

Согласно данным статистики, максимальный объем древесного угля, производимого в России, отмечен в 2003 г. и был равен 1371 тыс. м<sup>3</sup> (рис. 3). На протяжении 2007–2009 гг. наблюдалось снижение объемов производства древесного угля в целом на 57 %. В 2008 г. был зафиксирован небольшой рост по отношению к 2007 г. – на 32 %.

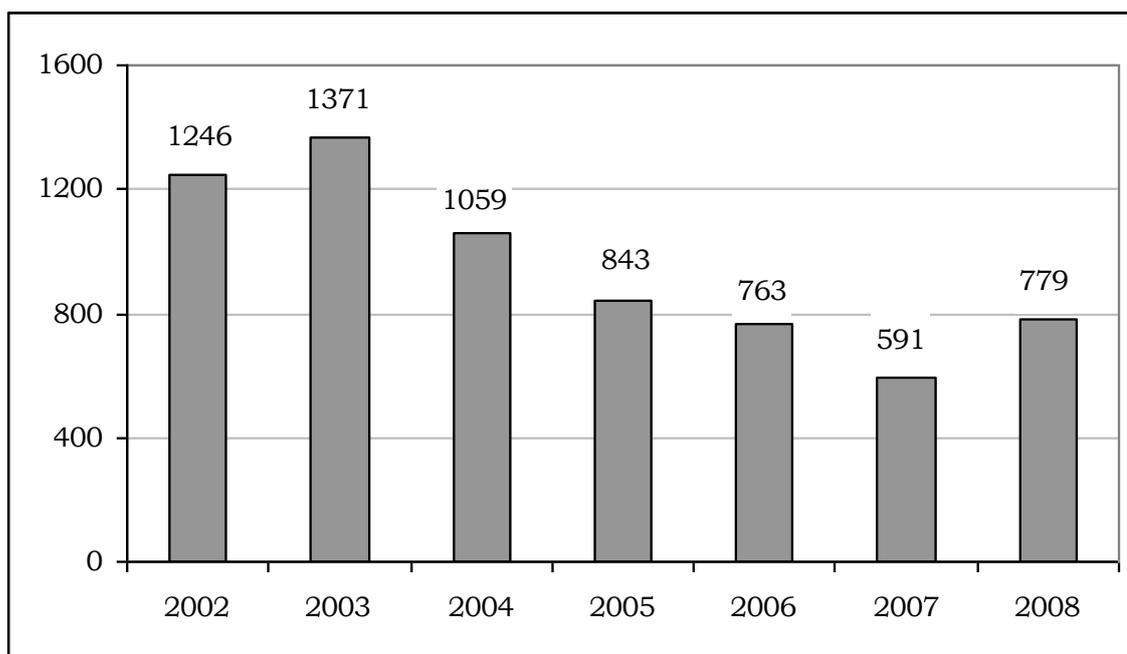


Рисунок 3 – Динамика объемов производства угля древесного лиственных пород в России, тыс. м<sup>3</sup>

### 3.1.1. Производство древесного и активированного угля в субъектах Российской Федерации

По данным Росстата, в России активированный уголь производится только в Пермском крае (ОАО Сорбент, ЗАО Техносорб и ООО Пермский завод сорбентов «Уралхимсорб»). По итогам 2010 г. было произведено всего 3352 т активированного угля, что на 4,4 % больше, чем годом ранее.

Однако в России более десяти производителей активированного угля. Более 80 % общероссийского производства активированного угля (около 85 %) приходится на ОАО «Сорбент».

Минимальная потребность отечественной промышленности в активированном угле по данным компании Карбоника-Ф – 25–30 тыс. т в год, а сейчас в стране потребляется только около 14 тыс. т. По данным Экспериментального химического завода, емкость российского рынка – всего 10–15 тыс. т.

Главная проблема российских производителей активированного угля – проблема сбыта.

По итогам 2010 г. в Россию было ввезено 15,5 тыс. т активированного угля по коду 38021 на сумму 33,2 млн долл., что на 32,5 % больше, чем годом ранее в натуральном выражении и на 30 % – в денежном. Объем экспорта активированного угля из России в 2010 г. составил менее 5 % от объема импорта – 0,6 тыс. т на 1,8 млн долл., что на 5 % меньше, чем годом ранее в натуральном выражении и на 7,7 % больше – в денежном.

Около пятой части всего импорта (18,7 %) в 2010 г. в натуральном выражении пришлось на активированный уголь производства CHANXI XINHUA CHEMICAL, далее следует уголь производства JACOBI CARBONS (11,2 %) и CHEMVIRON CARBON (9,1 %).

По итогам 2010 года основной объем экспорта активированного угля из России приходится на уголь производства ОАО «Сорбент» – 80 % всего экспорта в натуральном выражении. Также значительный объем экспорта приходится на уголь компании ООО «Техносорб-Производство» – 16,25 %.

По итогам 2010 г. грузоперевозки активированного угля железнодорожным транспортом по России составили 2144 т, что на 22,3 % меньше, чем годом ранее (2760 т). Заметна динамика снижения грузоперевозок. Почти в половине всех перевозок грузоотправитель ОАО «Сорбент».

Основные получатели активированного угля, перевозимого железнодорожным транспортом – крупные нефте- и золотодобывающие и металлургические компании («Газпром», «Норильский никель», «Полюс» и т.д.).

Объем рынка активированного угля в России в 2015 г. в России вырастет и составит более 30 тыс. т. Производство российского активированного угля немного вырастет, а импорт сократится ввиду введения специальной пошлины на импорт активированного угля в Россию с ноября 2010 г.

В среднесрочной перспективе рынок активированного угля будет расти со среднегодовыми темпами прироста до 2017 г. – 10–15 %, ввиду ужесточения экологических норм на производствах и общего роста промышленного производства в России. К 2015 г. объем рынка достигнет 30 тыс. т, что в 2 раза больше, чем в 2009 г. Порошкообразный активированный уголь будет пользоваться наи-

большим спросом в будущем.

### **3.1.2. Анализ мирового рынка активированного и древесного угля**

Согласно отчету GIA [[http://www. strategyr. com/Activated Carbon Market Report. asp.](http://www.strategyr.com/Activated Carbon Market Report.asp)] мировой рынок активированного угля достигнет 2,3 млн т к 2017 г., в основном ожидается всплеск спроса на активированный уголь на рынке США.

Строгие государственные экологические нормы по удалению ртути в угольной промышленности, на электростанциях и других промышленных предприятиях, согласно прогнозам, будут воздействовать на спрос в долгосрочной перспективе.

Приложения в области очистки воздуха, воды, медицинской сфере и фармацевтической промышленности будут стимулировать резкий рост рынка в США и Азиатско-Тихоокеанском регионе до 2017 г. В будущем основной фокус переместится на развивающиеся рынки, во главе с азиатскими странами – Китаем и Индией, Латинской Америкой и Ближним Востоком.

Активированный уголь используется в широкой гамме приложений для жидкостей и газов, в том числе в очистке воды, воздуха, рекуперации паров, производстве пищевых напитков и фармацевтических препаратов. В будущем, помимо традиционных областей применения, некоторые новые сферы применения, как ожидается, возникнут из-за жесткого государственного регулирования (Закон о безопасной питьевой воде и Закон о чистой воде и т. д.). США и Азиатско-Тихоокеанский регион (в основном Китай, Индонезия, Филиппины, Шри-Ланка и Таиланд) традиционно доминируют как два крупнейших производителя активированного углерода в мире.

Лидирующие позиции США и в дальнейшем будут укрепляться на мировом рынке. Ожидаемые ежегодные темпы роста составят в 2014-2015 гг. в среднем 13 % [129].

Цементные заводы, угольные электростанции и другие объекты с крупными промышленными котлами, как ожидается, будут увеличивать спрос на акти-

вированный уголь на протяжении многих лет. Кроме того, спрос будет значительно больше для порошкообразного активированного угля (далее ПАУ), так как он широко используется в технологиях контроля ртути. Некоторые из других областей, где ожидается рост интереса к активированному углю включают регенерацию углерода и его переработку, углеродную одежду для военнослужащих в качестве защиты от радиологического, биологического и химического оружия.

Такие регионы, как США, Китай, Западная Европа и Япония, являются основными потребителями активированного угля, составляя гигантскую долю в общем объеме мирового потребления. Тем не менее динамика рынка настроена на изменение парадигмы господства развитых и насыщенных западных рынков и переключение на быстро растущие и экономически выгодные и развивающиеся рынки. Азиатско-Тихоокеанский регион во главе с Китаем, Индией и Россией превратится в ведущий регион, как с точки зрения производства, так и потребления активированного угля. Аналогичный прогноз – и для других развивающихся регионов, включая Восточную Европу, Ближний Восток, Латинскую Америку и Африку.

Основными факторами роста спроса в данных регионах, как ожидается, станут быстрые темпы индустриализации в развивающихся странах и постоянный рост инициатив, направленных на защиту окружающей среды.

Мировой рынок активированного угля сократился в результате экономического спада 2008–2009 гг., последствия которого – практически нулевой спрос со стороны большинства отраслей конечного использования. Спад и сокращение производства из-за низкого спроса на продукцию привели к падению использования активированного угля, необходимого для очистки сточных вод. Даже контролируемые правительствами водные агентства, важные конечные пользователи активированного угля для очистки питьевой воды, вынуждены были отложить покупку из-за ограничения бюджетов, так как многие компании прибегли к резкому снижению цен, чтобы компенсировать влияние кризиса на их прибыли. Возврат рынка до прежнего уровня основан на высоких темпах роста развивающихся экономик и строгих экологических норм в большинстве частей мира.

Порошкообразный активированный уголь (ПАУ) является крупнейшим сегментом, захватив значительную долю мирового рынка. В этом сегменте прогнозируется рост со среднегодовыми темпами прироста в 12,3 % до 2017 г. Касательно конечных пользователей, сегмент очистки воды продолжает занимать лидирующие позиции в качестве крупнейшей области применения активированного угля в глобальном масштабе. С другой стороны, в газовой сфере применение активированного угля для очистки воздуха стоит на пороге беспрецедентного роста в будущем и, вероятно, будет иметь более 22 % до 2017 г.

По итогам 2009 г. мировой экспорт активированного угля составлял 0,93 млрд долл., или 620,1 тыс. т, что незначительно меньше, чем годом ранее в денежном выражении и немного больше в натуральном (табл. 10).

Основной поставщик активированного угля на мировой рынок – Китай, обеспечивает почти треть мирового экспорта в натуральном выражении и около 21 % в денежном. Доля России в мировом экспорте активированного угля незначительна и составляет около 1,6 % в денежном выражении и 0,6 % – в натуральном.

Основные получатели активированного угля – США и Япония. Они импортируют по 13,5 % активированного угля в стоимостном выражении и примерно столько же в натуральном. Доля России в мировом импорте активированного угля составляет около 2,5 % в денежном выражении и 2,2 % в натуральном.

Экспорт древесного угля из России в 2004–2008 гг. рос и по итогам 2008 г. составил 4,6 тыс. м<sup>3</sup>, что составляет 0,6 % от общего объема производства древесного угля в России (табл. 11, 12).

Более половины всего экспорта древесного угля приходится на две страны – Венгрию и Казахстан, еще 22 % на Германию.

В настоящее время предприятия, занимающиеся производством древесного угля, не поддерживаются со стороны региональных или муниципальных властей на территории всех регионов России.

Таблица 10 – Мировой импорт и экспорт активированного угля (код 38021) по основным странам в 2007 - 2010 гг., тыс. т и млн долл.

Страна	2007		2008		2009		2010	
	млн.долл	тыс.т	млн.долл.	тыс.т	млн.долл.	тыс.т	млн.долл.	тыс.т
<b>Импорт</b>	<b>752,4</b>	<b>521,6</b>	<b>988,5</b>	<b>561,1</b>	<b>1006,2</b>	<b>538,9</b>	<b>нд</b>	<b>нд</b>
США	85,8	59,4	115,9	69,4	135,5	70,4	164,8	75,6
Япония	109,9	92,4	132,3	90,2	135,5	84,6	145,4	84,1
Бельгия	51,0	38,0	58,6	38,5	61,5	35,4	67,1	39,2
Франция	38,5	29,6	50,8	30,8	43,7	24,5	48,9	31,3
Канада	29,4	15,0	30,8	13,4	29,9	14,2	41,5	18,3
Великобритания	27,6	19,8	32,2	21,0	26,5	13,8	41,3	25,3
Россия	22,5	13,8	24,5	12,5	25,0	11,6	33,1	15,4
Доля РФ в мировом импорте	3,0	2,6	2,5	2,2	2,5	2,2	Нет данных	Нет данных
Прочие	387,7	253,5	543,5	285,5	548,6	284,3	Нет данных	Нет данных
<b>Экспорт</b>	<b>741,0</b>	<b>506,5</b>	<b>942,0</b>	<b>601,4</b>	<b>928,4</b>	<b>620,1</b>	Нет данных	Нет данных
Китай	262,8	203,2	250,3	256,0	195,6	212,9	Нет данных	Нет данных
США	120,6	57,6	130,5	67,0	137,6	54,4	170,8	61,9
Голландия	38,9	96,9	41,2	117,2	51,6	110,9	нд	нд
Бельгия	63,8	45,2	87,0	50,1	86,9	43,4	94,8	52,9
Шри-Ланка	0	0	34,3	25,9	42,8	28,1	51,7	31,6
Франция	51,7	17,9	55,4	18,1	43,6	14,2	44,9	15,8
Великобритания	42,0	15,9	40,6	14,9	32,6	10,5	48,7	16,4
Япония	51,0	9,6	58,0	9,8	52,7	7,1	75,2	8,2
Россия	2,5	1,2	3,1	1,1	1,6	0,6	1,8	0,6
Доля РФ в мировом экспорте	0,34	0,23	0,33	0,18	0,18	0,10	Нет данных	Нет данных
Прочие	107,7	59,0	241,5	41,2	283,4	137,9	Нет данных	Нет данных

Таблица 11 - Динамика объемов экспорта угля древесного лиственных пород из России, м

2003 г.	2004 г.	2005 г.	2008 г.	2010 г.	2012 г.
978,9	802,6	1145,4	1310,7	3870,5	4594,3

Это обусловлено следующими факторами:

1. деятельность по производству древесного угля высокорентабельна при условии большой загрузки производства,

2. рынок древесного угля в России высококонкурентен и в таком случае поддержка со стороны органов власти может негативно отразиться на тех участниках рынка, которые не получают поддержку,
3. объем инвестиций, требуемых для открытия производства древесного угля, незначителен (до 15 млн руб.).

Таблица 12 – Крупнейшие страны-получатели экспорта древесного угля лиственных пород в 2012 г.

Страна	Объем экспорта, м <sup>3</sup>	Доля от общего объема, %
Венгрия	1224,1	26,6
Казахстан	1182,9	25,7
Германия	1046,7	22,8
Швеция	682,0	14,8
Канада	254,0	5,5
Корея, республика	54,6	1,2
Узбекистан	52,3	1,1
Китай	46,1	1,0
Другие	51,6	1,1
<b>Итого</b>	<b>4594,3</b>	<b>-</b>

### 3.1.3. Анализ российского рынка активированного и древесного угля

Главной проблемой российских производителей активированного угля за последние пять лет остается проблема сбыта.

К сожалению, многие российские предприятия, особенно в условиях финансового кризиса, должным образом не используют свои очистные сооружения, годами не меняют уже загрязненный в процессе очистки активированный уголь или используют вместо него обычный дробленый. Это при существующем низком уровне экологического контроля сходит им с рук.

Стоимость 1 кг российского активированного угля составляет 60–100 руб., дешевого бурого молотого – примерно 700 руб./т, менее 1 руб. за 1 кг. Минимальная потребность отечественной работающей промышленности в активированном угле по данным ЗАО «Карбоника-Ф» – 25–30 тыс. т. в год, а сейчас в стране потребляется только около 14 тыс. т.

Объем рынка активированного угля в России по итогам 2010 г. составил 19,3 тыс. т, что на 25,5 % больше, чем в 2009 г. (табл. 13).

Таблица 13 – Расчет объёма рынка активированного угля в РФ в 2008–2010 гг., т

Показатель	2008	2009	2010	Отклонение 2010 к 2009 г.	
				+, –	%
Производство	5300	4300	4400	100	102,3
ОАО «Сорбент»	4448	3589	3740	151	104,2
Импорт	12500	11700	15500	3800	132,5
Экспорт	1100	634	602	-32	94,9
<b>Рынок</b>	<b>16700</b>	<b>15366</b>	<b>19298</b>	<b>3932</b>	<b>125,6</b>

По данным Росстата в России активированный уголь производится только в Пермском крае (ОАО «Сорбент», ЗАО «Техносорб» и ООО Пермский завод сорбентов «Урахлхимсорб»). По итогам 2010 г. было произведено всего 3352 т активированного угля, что на 4,4 % больше, чем годом ранее.

На сегодняшний день в России действуют более десяти производителей активированного угля. Более 80 % общероссийского производства активированного угля (около 85 %) приходится на ОАО «Сорбент».

Сведения об основных производителях древесного угля представлены в табл. 14.

Таблица 14 – Российские производители активированного угля

№	Наименование	Адрес	Контакты	Производимая продукция	Примечания
1	ОАО «Сорбент»	614113, Россия, г. Пермь, Гальперина, 6	Тел. (342) 258-65-54 info@sorbent.su www.sorbent.su	<p><b>Активированные (активные) угли на древесной основе:</b> Уголь активный древесный дробленый БАУ-А, БАУ-МФ, БАУ-ЛВЗ, ДАК, АКВАСОРБ, АУП, АУ-Э Уголь активный импрегнированный серебром БАУ-А Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный ОУ-А, ОУ-Б, АДУ-В, ОУ-В, ОУ-Г, ЭКСТРАСОРБ АГ-3-МВК, АГ-3-КП, АГ-5, АГМ, СКД-515, СКДС-515, АГ-ОВ, АГЗ-1, АГС-4, АГН, АРД-2, СКД, СОРБЕР. Уголь активный порошкообразный УАФ, КАД-молотый, Флотосорб</p> <p><b>Активированные (активные) угли на коксовой основе:</b> Активированный (активный) дробленый уголь КАУСОРБ (+ импрегнированный серебром). Уголь активный древесный СПДК-27Д</p> <p><b>Активированные (активные) угли на каменноугольной основе:</b> Угли активные рекуперационные гранулированные АР Уголь активный гранулированный АГ-2, АГ-3.</p>	Крупнейший производитель в России – более 80 % общероссийского производства
2	ЗАО «Техносорб»	ООО «Техносорб-Производство», 614113, г. Пермь, ул. Гальперина, 8	Тел. (342) 283-63-45 perm_tekhnosorb@yahoo.com http://www.tekhnosorb.ru	<p><b>Для ликероводочной промышленности:</b> БАУ-А ГОСТ 6217-74, БАУ-ЛВ ТУ 2162-467-00209591-99, УАИ (УАИ-1, УАИ-2) ТУ 2162-002-52273871-2002, КАУ-</p>	

				В марки А ТУ 6-00209591-458-97 <b>Для фармацевтической промышленности:</b> ОУ-А ГОСТ 4453-74	
3	ОАО «ЭНПО Неорганика»	144001, г. Электросталь, Московская область, ул. Карла Маркса, д. 4	Email: info@neorganika.ru Телефоны: (496) 575-50-06	Активный уголь АГ-3И – 120-00 руб./кг. Уголь КАД-Э, КАД-Г – 110-92 руб./кг. Уголь ВСК 220-00 Уголь активированный ФАС-Э-50-00 руб./упаковка 20 г. Гемосорбент углеродный ФАС-Г – 2400 руб./кг	
4	ОАО «Карбохим»	п. Сява Нижегородской обл.	Пермское представительство ОАО «Карбохим» и ОАО «Моломский ЛХЗ» Россия, 614000, г. Пермь, ул. Газеты «Звезда» 13А Тел/факс: (3422) 12-97-32 E-mail: romanov@plastoil.ru	Уголь древесный (ГОСТ 7657-84, марка А, сорт 1) Карбюризатор древесно-угольный (ГОСТ 2407-83) Уголь древесный активный марки БАУ-А (ГОСТ 6217-74) БАУ-Ац (ГОСТ 6217-74) БАУ-МФ (ГОСТ 6217-74) ДАК (ГОСТ 6217-74) Уголь активный осветляющий марки ОУ-А (ГОСТ 4453-74) ОУ-Б (ГОСТ 4453-74) ОУ-В (ГОСТ 4453-74)	В настоящее время производственная мощность завода составляет около 30 000 т/год ацетатов и 2500 т/год древесного угля
5	ООО «Карбон-фильтр»	196084, г. Санкт-Петербург ул. Цветочная, д. 6, оф. 16	Тел. (812) 388-12-92 karbon-spb@yandex.ru http://karbon.spb.ru/	Активированные угли марок БАУ-А, БАУ-Ац, ДАК; Активированный уголь. Упаковка 10 кг, 45 л., бумажный 3-слойный мешок. Цена 1500 руб. При партии более 100 кг цена 130 000 руб./т Активные (активированные) порошкообразные марок: — ОУ, ГОСТ 4453-73 (для очистки и изготовления органических кислот, очистки сиропов, масел, жиров, медицинских препаратов); — АУП, ТУ 6-16-2401-80	

				(для изготовления бесшлаковых электродов и некоторых электротехнических элементов (деталей)).	
6	ООО «Пермский завод сорбентов «УралХим Сорб»	614113, г. Пермь, ул. Гальперина, 12А	Тел. (342) 238-75-35 uralhimsorb@uralhimsorb.ru	БАУ-А (ГОСТ 6217-74) – 91300 руб./та с НДС БАУ (ТУ 2162-001-72198841-2006) - 74200 руб./та с НДС БАУ-К (ТУ 2162-001-72198841-2006) – 72700 руб./т и др.марки.	
7	ЗАО «Экспериментальный Химический завод»	173000, г. Великий Новгород, ул. Мутная, 8	Тел. (8162) 55-68-75 exz@bk.ru http://exz.by.ru	Уголь активный порошковый ОУ-А, ОУ-Б, ОУ-В ГОСТ 4453-74 Уголь активный рекуперационный АР-А, АР-Б, АР-В, АРТ-1, АРТ-2, АГ-ПР Уголь активный газовый АГ-2, АГ-3, АГ-5	Поставки: -2тыс. т – в Казахстан для АЭС в 2011г. и на российский рынок – поставки менее 1 тыс. т
8	ЗАО «Тюменский пиролизный завод»	625517, Тюменский р-н, д. Паренкина, производственная база ЗАО «ТПЗ»	Тел. (3452) 696-441 http://www.piroliz.ru/	Активированный древесный уголь: ДАК – 43000 руб. БАУ-А – 62000 руб. БАУ-Ац – 62000 руб. БАУ-МФ – 62000 руб.	
9	ООО «НПП «Полихим»	188540, г. Сосновый Бор Ленинградской обл., а/я 321/5	Тел. (81369) 21932 office@polihim.info	углеродные модифицированные адсорбенты марки МАУ (МАУ-200, МАУ-2А) ТУ 0320-001-23363781-01.	
10	ООО «МИУ-Сорб»	119571, г. Москва, а/я 23	Тел. (495)433-81-10 8-903-612-45-86 sorbent@migmail.ru	Сорбент МИУ-С	Сырье пористый природно-активный каменный уголь
11	ОАО «Амзинский лесокombинат»	452695, Башкортостан, г. Нефтекамск, п. Амзя, ул. Свердлова, 12	Тел. (34713) 2-42-45, al_kombinat@mail.ru	уголь древесный марки «А» и «Б» ГОСТ 7657-84, уголь активированный ГОСТ 4453-74	
12	ЗАО "Карбоника-Ф"	109316, г. Москва, Остаповский проезд, дом 5, стр. 6. Россия, 660028, г. Красноярск, ул. Мечникова, 54	Тел. (495) 674 58 36, carbonicamos@yandex.ru http://www.carbonica.ru/ в Красноярске: (3912) 56-07-38	активированный уголь (сорбент) марки АБГ	Сырье малозольный бурый уголь
13	Финансово-Промышлен-	121087, г. Москва, ул.	Тел: +7 (495) 662-87-36, (495) 510-81-50	Активированный уголь БАУ-А	

	ная группа «Форус»	Баркляя, дом 6, строение 3		ГОСТ 6217-74 БАУ-МФ ГОСТ 6217-74 ДАК ГОСТ 6217-74 АУП ТУ 6-16-2401-80 ОУ-А ГОСТ 6217-74	
1 4	Екатеринбургский завод активированного угля «Урал уголь»	620103, г. Екатеринбург, ул. Селькоровская д. 82 А	Тел. +7(912)2222553 uralcoal@mail.ru	Активированный древесный уголь БАУ-А ГОСТ 6217-74 БАУ-МФ ГОСТ 6217-74 БАУ ГОСТ 6217-74	

### **ОАО «Сорбент»**

ОАО «Сорбент» является российским лидером в производстве активированных углей. Предприятие располагает уникальным оборудованием, позволяющим получать продукцию, соответствующую мировым стандартам. Производит более 35 марок активированных углей — от сложнейших катализаторов для противогазовой техники до сорбентов, предназначенных для ликвидации разливов нефти и улучшения плодородия почвы.

Номенклатура ОАО «Сорбент» включает несколько групп продукции:

- активные угли на древесной, каменноугольной и кокосовой основах;
- химические поглотители и катализаторы на основе активных углей;
- коагулянты;
- средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);
- фильтрующие полотна;
- установки очистки воды (мобильные и стационарные) производительностью до 600 м<sup>3</sup>/ч;
- фильтры доочистки питьевой воды марки «Родник» (бытовые и коллективные).

В компании действует система менеджмента качества, соответствующая ГОСТ.

РИСО 9001-2001 и ГОСТ РВ 15.002–2003, позволяющая контролировать качество разрабатываемой и выпускаемой продукции на всех стадиях жизненно-

го цикла изделия.

ОАО «Сорбент» выпускает экологически чистые угли парогазовой активации (используется перегретый водяной пар).

По данным годового отчета ОАО «Сорбент» по итогам 2009 г. компания произвела 3589 т активированного угля, что на 19,3 % меньше, чем годом ранее.

Продукция:

Активированные (активные) угли на древесной основе:

- уголь активный древесный дробленый БАУ-А, БАУ-МФ, БАУ-ЛВЗ, ДАК, АКВАСОРБ, АУП, АУ-Э;
- уголь активный, импрегнированный серебром БАУ-А;
- уголь активный осветляющий древесный порошкообразный ОУ-А, ОУ-Б, АДУ-В, ОУ-В, ОУ-Г, ЭКСТРАСОРБ;
- уголь активный древесный СПДК-27Д.

Активированные (активные) угли на каменноугольной основе:

- угли активные рекуперационные гранулированные АР;
- уголь активный гранулированный АГ-2, АГ-3, АГ-3-МВК, АГ-3-КП, АГ-5, АГМ, СКД-515, СКДС-515, АГ-ОВ, АГЗ-1, АГС-4, АГН, АРД-2, СКД, СОРБЕР;
- уголь активный порошкообразный УАФ, КАД-молотый, Флотосорб.

Активированные (активные) угли на коксовой основе:

- активированный (активный) дробленый уголь КАУСОРБ;
- активированный (активный) дробленый уголь КАУСОРБ, импрегнированный серебром.

В 2014 г. ОАО «Сорбент» был награжден престижным почетным знаком «За заслуги перед химической промышленностью I степени». Данный знак присваивается ведущим предприятиям и специалистам отрасли Российским союзом химиков и Росхимпрофсоюзом за многолетнюю работу, выдающиеся достижения в химической промышленности, связанные с совершением федеральной и региональной промышленной политики, пуском новых мощностей, разработкой

прорывных инновационных технологий, эффективным руководством трудовыми коллективами, общественным признанием.

ОАО «Сорбент» за 75 лет своей работы из одного цеха по производству активированного угля превратилось в промышленный комплекс, российского лидера в производстве активированных углей, одного из ведущих производителей средств индивидуальной защиты органов дыхания. За последние годы на предприятии начали работать несколько автоматизированных линий изготовления фильтров, противогазов, их комплектующих и другой продукции. Специалисты ОАО «Сорбент» разработали: новые химические поглотители, панорамные маски, фильтры из полимерного материала, универсальные противогазы, новые виды самоспасателей и другую продукцию с улучшенными защитными свойствами и комфортом в использовании.

В начале октября 2014 года предприятие ЗАО «Сибур-Химпром» запустило новые промышленные объекты. Подрядчиком блока боковой фильтрации выступило пермское ОАО «Сорбент». Он позволит производить более качественную очистку оборотной воды и увеличить энергоэффективность.

Водоочистка – одно из перспективных и приоритетных направлений «Сорбента». Деятельность компании направлена на решение проблемы подготовки технологической воды, производства воды питьевого качества, очистки промышленных стоков. На предприятии действует международная система менеджмента качества ГОСТ ISO 9001 и ГОСТ РВ 0015.002, что позволяет поддерживать качество всей продукции на мировом уровне.

### **ЗАО «Карбоника-Ф»**

ЗАО «Карбоника-Ф» – инновационная компания, которая является лидером в области разработки новых технологий глубокой переработки угля. В частности, компанией разработана, защищена патентами и реализована в промышленном масштабе технология газификации бурых и неспекающихся каменных углей. В настоящее время филиал ЗАО «Карбоника-Ф» в Красноярске произво-

дит:

- среднетемпературный кокс (полукокс);
- активированный уголь;
- горючий газ.

Компания предлагает активированный уголь (сорбент) марки АБГ, производимый в Красноярске. Сырьем для его производства служит малозольный бурый уголь.

Активированный уголь АБГ прошел всестороннюю технологическую и гигиеническую проверку в ряде ведущих институтов, таких, как ВНИИВодГео, НИИ коммунального водоснабжения и очистки воды, НИИ гигиены труда, Всероссийский технический институт и др.

Сорбент АБГ рекомендован для использования в водоподготовке, очистке сточных и оборотных вод от органических соединений, нефтяных примесей, тяжелых металлов, ПАВ, флотореагентов и других, взамен углей БАУ, КАД, ДАУ, ДАК, АГ-3, УАФ и других, а также для адсорбционной и каталитической очистки технологических и дымовых газов, выбросов.

### **ЗАО «Техносорб»**

ЗАО «Техносорб» осуществляет выпуск специальных активных углей для различных отраслей промышленности и является единственным предприятием, выпускающим специальные активные угли для ликеро-водочного производства – активированный уголь БАУ-ЛВ, вырабатываемый в соответствии со специально разработанной нормативной документацией ТУ 2162-467-00209591-99, КАУ-В марки А ТУ 6-00209591-458-97, УАИ (УАИ-1, УАИ-2) ТУ 2162-002-52273871-2002. Каждая партия активированного угля для ликеро-водочного производства изготавливается в соответствии с технологическими особенностями предприятия-потребителя.

Техническая оснащенность предприятия ООО «Техносорб-Производство» позволяет получать активированный уголь с заданными адсорбционными, ката-

литическими и техническими показателями, с оптимальным соотношением между показателями, а также с минимальным содержанием зольных элементов.

Продукция:

- для ликеро-водочной промышленности:

- БАУ-А ГОСТ 6217-74,
- БАУ-ЛВ ТУ 2162-467-00209591-99,
- УАИ (УАИ-1, УАИ-2) ТУ 2162-002-52273871-2002,
- КАУ-В марки А ТУ 6-00209591-458-97;

- для фармацевтической промышленности:

- ОУ-А ГОСТ 4453-74.

### **ОАО «ЭНПО Неорганика»**

ОАО «ЭНПО Неорганика», основанное в 1936 г., является ведущим в России научно-технологическим центром в области создания и организации производства фильтрующих индивидуальных (противогазы, респираторы, самоспасатели и др.) и коллективных (предфильтры, фильтры-поглотители, фильтровентиляционные установки и комплексы) средств защиты органов дыхания, а также фильтрующих материалов, активных углей, химических поглотителей, катализаторов, активных эластичных углеродных сорбентов, методов и аппаратуры производственного и эксплуатационного контроля средств защиты, мониторинга окружающей среды.

Предприятие состоит из научно-исследовательского института и опытного завода, являющегося не только базой для промышленной отработки технологий, но и единственным в настоящее время в России производителем ряда уникальных изделий и материалов.

Производство сертифицировано по системе качества ИСО-9000. Многолетний опыт работы в области создания средств защиты фильтрующего типа, профессионализм рабочих, техников, инженеров и научных сотрудников обеспе-

чивают создание конкурентоспособных разработок, 4–6 из которых ежегодно защищаются патентами на изобретение.

В настоящее время среди наиболее перспективных разработок предприятия можно назвать создание адсорбционных и хемосорбционных тканых и нетканых материалов, высокорентабельную технологию реактивации зерновых и порошкообразных сорбентов, обеспечивающую увеличение продолжительности их эксплуатации в 4–6 раз, разработку приборов обнаружения токсичных веществ в воздухе и малых концентраций взрывчатых веществ с чувствительностью 10–12 г/м<sup>3</sup> по газовым примесям.

ОАО «ЭНПО Неорганика» по Указу Президента Российской Федерации входит в состав государственной корпорации ОАО Корпорация «Росхимзащита».

Продукция:

- активированный уголь СКТ-3И, АГ-3А, АГ-3-0, АГ-3И, АГ-3В, АГ-90, АГ-95-Р, АГ-ПР, АГ-ПР-Р, АКУ-ВФ, АКУ-ЛВП, ВСК, ВСК-А, ВСК-В, ВСК-З, КАД-Г, КАД-Э, КДС, КСВ, КСВ-Р, ОУ-А, ПАУ-1, УСК-ДБ;
- ткань сорбционно-активная ТСА;
- уголь Птицесорб;
- углеродный материал КНМ;
- углеродный сорбент АУТ-М;
- почвоулучшатель Агросорб-1Г, Агросорб-1;
- активированный уголь АГ-2000;
- активный нетканый материал АНМ.

### **ОАО «Карбохим»**

Основным на предприятии является производство сложных эфиров уксусной кислоты – этилацетата, бутилацетата, изобутилацетата, а также растворителей на их основе.

Благодаря применению уникальных технологий на ОАО «Карбохим» по-

лучают этилацетат уретанового качества, который пользуется большим спросом не только в России, но и за рубежом. Высокие качественные показатели местной продукции неоднократно подтверждались влиятельными экспертными организациями, такими, как Saybolt и SGS.

Еще одно направление деятельности предприятия – производство древесного угля и продуктов на его основе: активированных углей марок ДАК, БАУ, ОУ, древесноугольного карбюризатора, берестового дегтя.

Взамен устаревшей технологии получения древесного угля в вагонных горизонтальных ретортах на заводе построены две вертикальные реторты непрерывного действия. В 2004 г. полностью завершён проект модернизации производства стоимостью более 1 млн долл., введены в эксплуатацию современная печь активации в карбюризаторном цехе, дополнительные ректификационные колонны и кубы-этерификаторы в химическом цехе.

В настоящее время производственная мощность завода составляет около 30000 т/год ацетатов и 2500 т/год древесного угля.

Продукция:

- уголь древесный (ГОСТ 7657-84, марка А, сорт 1);
- карбюризатор древесно-угольный (ГОСТ 2407-83);
- уголь древесный активный марки БАУ-А (ГОСТ 6217-74);
- уголь древесный активный марки БАУ-Ац (ГОСТ 6217-74);
- уголь древесный активный марки БАУ-МФ (ГОСТ 6217-74);
- уголь древесный активный марки ДАК (ГОСТ 6217-74);
- уголь активный осветляющий марки ОУ-А (ГОСТ 4453-74);
- уголь активный осветляющий марки ОУ-Б (ГОСТ 4453-74);
- уголь активный осветляющий марки ОУ-В (ГОСТ 4453-74);
- смола древесная лиственных пород (ТУ 13-0281078-81-89);
- деготь берестовый 1 сорт (ТУ 13-0273219-24-90).

## **ООО «Карбонфильтр»**

ООО «Карбонфильтр» разрабатывает оборудование для производства древесного угля типа УПР производительностью 80–100 т/мес.

Углевыжигательные установки типа УПР или пиролизные печи относятся к стационарным установкам периодического действия по загрузке сырья и непрерывного действия по тепловому балансу со стальными вертикальными выемными ретортами. Дожигание пиролизных газов производится в топке. Процессы сушки и пиролиза в установке совмещены.

Печи углежжения типа УПР предназначены для производства древесного угля с содержанием углерода от 80 до 98 % и зольностью 0,6–5 % в зависимости от породы древесины. Предлагаемые установки являются экологически безопасными, т. к. в них предусмотрено полное сжигание продуктов пиролиза в топке.

Печь углежжения проста в эксплуатации, не требует квалифицированной рабочей силы, экономична, экологически чиста, может быть установлена в любом месте под открытым небом. При работе выделяет избыточное тепло, достаточное для отопления производственных помещений.

Продукция, полученная на промышленной установке, имеет заключения по качеству древесного угля и соответствует нормативам, определенным ГОСТами РФ: ГОСТ 7657-84 (уголь древесный).

### **Производство активированного угля**

Технология производства активированных углей, которую применяет ООО «Карбонфильтр» – парогазовая активация. Этот способ производства исключает использование каких-либо химических веществ в процессе активации. В технологическом цикле производства активированных углей на предприятии применяются только дрова и горючие продукты распада водяного пара. Этим технология выгодно отличается от производств, где в качестве топлива применяются различного вида газомазутные горелки, что, в конечном итоге, отражается на органолептических характеристиках активированного угля и ограничивает возможности его использования на пищевых предприятиях.

## **Применение активированных углей**

Активные (активированные) дробленые угли марок (ГОСТ 6217-74):

— БАУ-А (для очистки ликеро-водочных изделий, пива и безалкогольных напитков);

— БАУ-Ац (наполнение ацетиленовых баллонов);

— ДАК (очистка технической и питьевой воды в промышленных и бытовых фильтрах; парогазового конденсата на тепловых электростанциях).

Активные (активированные) порошкообразные марок:

— ОУ, ГОСТ 4453-73 (для очистки и изготовления органических кислот, очистки сиропов, масел, жиров, медицинских препаратов);

— АУП, ТУ 6-16-2401-80 (для изготовления бесшлаковых электродов и некоторых электротехнических элементов (деталей)).

Продукция:

- активированные угли марок БАУ-А, БАУ-Ац, ДАК;
- древесный уголь;
- брикеты из древесного угля;
- уголь для кальянов;
- установки и документацию на установки для производства древесного угля производительностью 80–100 т/мес;
- оборудование для производства брикетов из древесного угля.

## **ООО «Пермский завод сорбентов «УралХимСорб»**

«УралХимСорб» производит специальные марки активных (активированных) углей для ликеро-водочного производства с пониженной зольностью, крупнозернистый уголь для золотодобывающей промышленности и водоподготовки. Вода, прошедшая очистку через активный (активированный) дробленый уголь, сохраняет все полезные минеральные соли.

Развитая пористая структура и высокая сорбционная активность углей способствует эффективной очистке воды от примесей, запахов и привкусов. Актив-

ный (активированный) уголь специальных марок обладает выраженной способностью извлекать из воды высокотоксичные ксенобиотики, в том числе диоксины, полихлорированные и полиароматические углеводороды. Активный (активированный) уголь отлично сорбирует из воды фенолы, пестициды, нефтепродукты, соединения тяжелых металлов.

Активные (активированные) угли выпускаются в виде зерен неправильной формы с определенным ГОСТом фракционным составом (дробленый активированный уголь), и мелкодисперсного порошка (порошкообразный активированный уголь). Активные (активированные) угли производятся путем термической обработки углесодержащего сырья (древесины березы) без доступа воздуха. Активные (активированные) угли представляют собой пористый материал. Имеют сильно развитую общую пористость, широкий диапазон пор и значительную величину удельной поглощающей поверхности. Такие характеристики дают возможность эффективного использования углей для очистки жидких сред от широкого спектра примесей (от мелких, соизмеримых с молекулами йода, до молекул жиров, масел, нефтепродуктов, хлорорганических соединений).

Продукция:

- активированный уголь марок:

БАУ-А (ГОСТ 6217-74),

БАУ (ТУ 2162-001-72198841-2006),

БАУ-К (ТУ 2162-001-72198841-2006),

БАУ-МФ (ГОСТ 6217-74),

ДАК (ГОСТ 6217-74),

ДАК-5 (ТУ 2162-001-72198841-2006),

ОУ-ВК (ТУ 2162-001-72198841-2006),

ОУ-В (ГОСТ 4453-74),

ОУ-А ГОСТ 4453-74).

- почвоулучшатель (ТУ 2162-001-72198841-2006),
- активированный уголь ОДУ-1 (ТУ 2162-001-72198841-2006).

### **ЗАО «Экспериментальный химический завод»**

ЗАО «Экспериментальный химический завод» – независимое предприятие химической промышленности. Основное направление деятельности – производство сульфоугля, активного угля. ЗАО «Экспериментальный химический завод» является единственным производителем сульфоугля на территории Российской Федерации.

Продукция:

- сульфоуголь СК ГОСТ 5696-74;
- сульфоуголь СК-1 ТУ 2162-001-79906011;
- уголь активный порошковый ОУ-А, ОУ-Б, ОУ-В ГОСТ 4453-74;
- уголь активный рекуперационный АР-А, АР-Б, АР-В, АРТ-1, АРТ-2;
- уголь активный газовый АГ-2, АГ-3, АГ-5;
- сорбент сернисто-калиевый тофряной СКТ, СКТ-3, СКТ-4, СКТ-6.

### **ЗАО «Тюменский пиролизный завод»**

ЗАО «Тюменский пиролизный завод», основанный в 2001 г. и находящийся на территории Тюменского района, является крупнейшим производителем древесного березового и активированного угля в своем регионе. Для выпуска активированного древесного дробленого угля предприятие располагает высокотехнологичным современным оборудованием, в котором воплощены новейшие разработки в области углежжения и активации. Продукция выпускается по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке, прошла сертификационные испытания в системе ГОСТ и гигиеническую проверку.

Продукция: активированный древесный уголь: ДАК, БАУ-А, БАУ-Ац, БАУ-МФ.

### **ООО «НПП «Полихим»**

НПП «Полихим» предлагает для очистки сточных вод промышленных предприятий, АЗС, моек автотранспорта, котельных, ТЭЦ, АЭС углеродные модифицированные адсорбенты марки МАУ (МАУ-200, МАУ-2А).

Продукция: МАУ-2А широкопористый уголь на древесной основе предназначен для извлечения из водных сред нефтепродуктов, СПАВ (неионогенных и анионных) и других органических веществ.

### **ООО «МИУ-Сорб»**

Предприятие «МИУ-Сорб» является одним из лидеров российского рынка в области очистки сточных вод. На основе современных экологических технологий «МИУ-Сорб» изготавливает и реализует уникальный природный угольный сорбент Миу-С. Сорбент Миу-С дешев и эффективен в эксплуатации, может применяться как для промышленного и поверхностного стока, доочистки бытовых сточных вод, так и для водоподготовки.

Продукция: сорбент МИУ-С.

### **ОАО «Амзинский лесокombинат»**

ОАО «Амзинский лесокombинат» является одним из уникальных градообразующих предприятиями не только в Башкирии, но и в России, занимает достойное место среди товаропроизводителей, является экспортером своей продукции, активно участвует в выставках и конкурсах, является лауреатом и дипломантом конкурсов «100 лучших товаров России», «Лучшие товары Башкортостана».

Это предприятие с полным производственным циклом: лесозаготовка, вывозка, разделка, механическая и лесохимическая обработка древесины.

Комбинат выпускает товарную продукцию по двум группам: лесная и лесохимическая.

Только по лесной группе выпускается свыше сорока видов, начиная с листового пиловочника, еуровагонки, и заканчивая отходами деревообработки.

Продукция лесохимической группы включает в себя более двадцати наименований: этилацетат, древесный уголь, брикетированный уголь, смола древесная, активированный уголь, кислота пищевая 70 %, пиломатериалы.

На рынке сбыта (за рубежом и внутреннем) Амзинский лесокомбинат находится уже 40 лет, клиенты лесокомбината – это предприятия цветной металлургии, целлюлозно-бумажная, обувная, лакокрасочная отрасли. Активированный уголь используется в медицине и спиртоводочном производстве. На рынке товаров народного потребления спросом пользуются пищевые уксус и кислота (70 %), выпускаемые комбинатом. Смола древесная омыленная широко используется в строительстве, позволяет снизить плотность бетона, повысить морозостойкость бетонов, сократить продолжительность формирования изделий, улучшить удобоукладываемость бетонной смеси. Смола древесная используется в качестве замазки для стекольных работ.

Вся продукция, выпускаемая ОАО «Амзинский лесокомбинат», сертифицирована государственными санитарно-эпидемиологическими службами РФ.

Продукция:

- уголь древесный марки «А» и «Б» ГОСТ 7657-84;
- уголь активированный ГОСТ 4453-74.

### **Финансово-промышленная группа «Форус»**

ООО «Форус» производит березовый активированный уголь марок БАУ-А, БАУ-МФ, ДАК, АУП, ОУ-А в соответствии с ГОСТ 6217-74. Уголь активированный (активный) используется для водоподготовки и водоочистки, а также для очистки от примесей нефтепродуктов, масел, осветления продуктов в пищевой промышленности.

Продукция:

- активированный уголь БАУ-А ГОСТ 6217-74;
- активированный уголь БАУ-МФ ГОСТ 6217-74;
- активированный уголь ДАК ГОСТ 6217-74;
- активированный уголь АУП ТУ 6-16-2401-80;
- активированный уголь ОУ-А ГОСТ 6217-74.

*По сравнению с другими российскими рынками товаров, рынок древесного угля является высококонкурентным, и не зависит от поведения какого-либо одного производителя (или группы производителей).*

Во многом это обусловлено следующими факторами:

1. Производство древесного угля не требует больших первоначальных затрат.
2. Сбыт древесного угля ограничен тем регионом, в котором находится производитель, поскольку при перевозке древесного угля значительно увеличивается его себестоимость.

Крупнейшие в России производители древесного угля из лиственных пород древесины представлены в табл. 15

Таблица 15 - Крупнейшие производители угля древесного лиственных пород в России

Наименование	Объем, м <sup>3</sup>	Доля от общего объема, %
Домостроитель, ОАО	27800	3,6
Нововятский лыжный комбинат, ОАО	18450	2,4
Челябинский металлургический комбинат, ОАО	17900	2,3
Можгинское деревообрабатывающее народное предприятие Красная звезда, ЗАО	16300	2,1
Увадрев-массив, ООО	13400	1,7
Ликвидационная комиссия государственного унитарного предприятия объединения исправительных колоний № 14 Вятского УЛИУ УИН Минюста России по Кировской области	11400	1,5
Ликвидационная комиссия государственного унитарного предприятия объединения исправительных колоний № 12 Вятского УЛИУ УИН Минюста РФ по Кировской области	10890	1,4
Роцинский комплексный леспромхоз, ОАО	10600	1,4
Ижмебель, ОАО	10400	1,3

Лесоиндустриальная компания Лобва, ООО	10000	1,3
Староверческий леспромхоз, ликвидационная комиссия муниципального унитарного предприятия	9600	1,2
Стром-Л, ОАО	9600	1,2
Ликвидационная комиссия государственного унитарного предприятия учреждения ор-216//3 ГУИН Минюста России по УИН Кировской области	9510	1,2
Ликвидационная комиссия государственного унитарного предприятия учреждения и-299//2 ГУИН Минюста России	9100	1,2
Удмуртглестопром, ОАО	8620	1,1
Мензелялес, ГБУ Республики Татарстан	7950	1,0
Березовский леспромхоз, ОАО	7500	1,0
Дера, филиал ЗАО	7400	1,0
Другие	562170	72,2
<b>Итого</b>	<b>778590</b>	<b>-</b>

*Источник: данные Федеральной службы государственной статистики.*

### **3.1.4. Прогноз развития рынка активированного угля в России**

Объём рынка активированного угля в России в 2011 г. в России оставался на уровне 2010 г. Производство российского активированного угля в 2015 г. не-много вырастет, а импорт сократится ввиду введения специальной пошлины на импорт активированного угля в Россию в ноябре 2010 г.

В среднесрочной перспективе рынок активированного угля будет расти со среднегодовыми темпами прироста до 2015 г. – 10–15 %, ввиду ужесточения экологических норм на производствах и общего роста промышленного производства в России. К 2015 г. объём рынка достигнет 30 тыс. т, что в два раза больше, чем в 2009 г. Порошкообразный активированный уголь будет пользоваться наибольшим спросом в будущем (рис. 4).

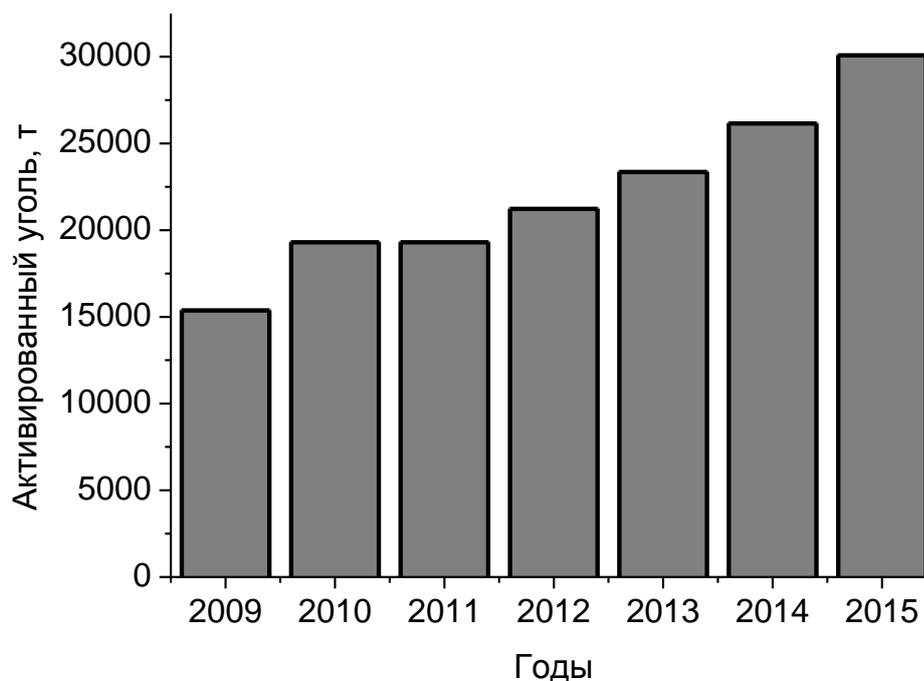


Рисунок 4 – Объём российского рынка активированного угля в 2009 - 2015 гг., т

### **Возможные входные барьеры, препятствующие развитию деятельности по производству древесного угля на территории Республики Коми**

Основными барьерами, препятствующими развитию производства древесного угля на территории Республики Коми, являются:

1. Малый объём спроса со стороны населения и предприятий республики.
2. Высокая стоимость транспортировки угля для его последующей реализации за пределами республики.
3. Низкая стоимость рабочей силы и сырья используемого в производстве древесного угля в других регионах России (например, близлежащих Кировской и Вологодской областях) может привести к тому, что себестоимость производства угля предприятиями республики будет значительно выше.

Производству древесного угля также свойственны общепромышленные проблемы:

- слаборазвитая дорожная инфраструктура;

- ориентация на освоение хвойных сортиментов (данный вид сырья не совсем подходит для производства древесного угля).

При оценке потенциального спроса необходимо принимать во внимание следующие факторы:

1. Производство древесного угля является конкурентоспособным;
2. Сбыт древесного угля сконцентрирован в том регионе, в котором он производится, а также в соседних регионах;
3. Транспортировка угля на дальние расстояния делает его неконкурентоспособным товаром.

## **3.2. Производство эфирных масел**

### **3.2.1. Характеристика эфирных масел**

Эфирные масла – легколетучие маслянистые жидкости, добываемые из растительного сырья. Натуральные эфирные масла дефицитны и постоянно растут в цене вследствие сокращения площадей лесов, животного мира, увеличения потребления их при производстве косметических средств, средств гигиены и медицины. Ресурсы России по эфиромасляничному сырью в значительной мере мало задействованы.

Эфирные масла – ценнейший продукт, сочетающий приятный запах, летучесть, дезодорирующие и дезинфицирующие свойства, оказывающие прямое влияние на психическое состояние человека и его здоровье. В ряде случаев они являются альтернативой антибиотикам, так как выполняют ту же функцию в растительном царстве. Например, исследования пихтового масла показали, что оно содержит около 35 компонентов биологически активных веществ, обладающих противовоспалительным, дезинфицирующим, ранозаживляющим и общеукрепляющим действием.

Наиболее ценные составляющие пихтового масла – борнилацетат (уксусный эфир борнеола), камфен, борнеол, а также некоторые соединения терпенов. Содержание в пихтовом масле борнилацетата составляет 43 %, что существенно

больше, чем в маслах других хвойных деревьев ели, сосны и т. д. Содержание камфена в пихтовом масле составляет от 18 до 20 %, а борнеола – до 10 %.

Содержащая фитонциды с мощными дезинфицирующими и бактерицидными свойствами мазь применялась при лечении долго незаживающих ран, язв, гнойных заболеваний. Пихтовое масло применяется при лечении радикулита, плексита, заболеваниях нервной периферической системы. Растирания и ингаляции пихтового масла помогают при ангинах, насморках, воспалении легких и бронхите, кашле и гриппе. Пихтовое масло рекомендуют для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, например, стенокардии. Приятный хвойный запах масла используется в ароматерапии в качестве мощного психостимулятора. С помощью него лечат различной степени тяжести неврозы.

Фармакологические свойства пихтового масла дают все основания признать его тонизирующим, общеукрепляющим и бактерицидным средством. Поступая в организм, пихтовое масло не подвергается разложению в желудочно-кишечном тракте, а проникает в кровь, накапливается в болезненных очагах организма, активизирует функцию гормональной системы. Используется для лечения разнообразных заболеваний: остеохондроза, стенокардии, псориаза, глаукомы и даже приостанавливает рост злокачественных опухолей. Весьма своеобразно пихта регулирует давление крови: пониженное выравнивает, высокое снижает, не оказывая абсолютно никакого воздействия на организм в случае нормального давления.

В медицине также используется приготовленная из хвои хлорофиллокаротиновая паста, в которой содержится пихтовое масло. На основе пихтового масла изготавливается противотуберкулезный препарат «Короформ».

Масло, получаемое из других пород деревьев, пользуется меньшим спросом, однако является не менее ценным продуктом, чем масло пихты. В значительной мере это обуславливается более высоким содержанием полезных веществ в пихтовом масле и значительным процентным выходом его при переработке. Для кустарных производств эти факторы являются определяющими при сборе именно пихтовой хвойной массы.

С учетом того, что процентное содержание пихты в имеющихся лесных участках, как и на всей территории республики, достаточно низко по сравнению с елью и сосной, следует поставить задачу внедрения инновационной методологии заготовки и переработки масел всех хвойных пород при достижении максимального уровня их извлечения и повышения уровня извлекаемости борнилацетата, являющегося наиболее важным компонентом хвойного эфирного масла. Дополнительно в процессе производства эфирных масел получают флорентинную воду, имеющую лечебно-профилактическую ценность. Исходя из того, что во флорентинных водах, как правило, содержится 0,1–0,3 % эфирных масел, что превышает норму (ПДК) в 1000 раз и более, сброс такой воды в водоемы категорически не допустим. В целях улучшения экологической обстановки в районах получения пихтового масла рекомендуется использовать флорентинную воду для производства терпеносамата, применяемого как репеллент для отпугивания кровососущих насекомых: комаров, оводов, слепней, гнуса, а также эпимата – эффективного средства для борьбы с садовыми и огородными вредителями, таких как тля, листовёртка, мучнистая роса и др.

При заготовке леса на делянах остается огромное количество зеленой массы хвои, которая может содержать до 12–23 кг эфирного масла. Кроме того, в ней содержится растительный воск до 40 кг. Оба эти компонента достаточно дорогостоящи и в сумме многократно превышают стоимость одной ты деловой древесины.

Кустарное производство эфирных масел в 90-е годы прошлого века выручила многих в наших лесозаготовительных районах. Актуально на современном уровне вернуться к добыче ценнейшего сырья, поставив производство на промышленные рельсы. Здесь важно создать научно-техническую базу для отработки технологически целесообразных и экономически эффективных принципов переработки. Это направление идеально вписывается в концепцию устойчивого развития, так как возможно многократно увеличить экономическую эффективность без увеличения объемов заготовок леса. Леса России могут стать дополнительным возобновляемым источником ценнейшего экспортного товара – нату-

ральных эфирных масел (Приложение 2).

Во времена социалистического хозяйствования переработка древесной зелени и производство масла входили в обязательную деятельность практически большинства леспромхозов. Существовал план заготовок пихтового масла-сырца, оно должно было сдаваться на перерабатывающие заводы, где из него изготавливали камфару. В начале перестройки, с закрытием многих перерабатывающих заводов, производимое масло оставалось невостребованным, что привело к сокращению его производства практически до минимума.

Сегодня производством эфирного масла в Республике Коми занимается с 2013 г. лишь одно предприятие – это ООО «Печора ЭнергоРесурс», хотя база для такого производства достаточная: отходы деревьев от рубок главного и промежуточного пользования, зелень хвойных пород, а также отходы от переработки древесины (Приложение 3).

Рынок натуральных эфирных масел, в том числе хвойных, в настоящее время переживает рост. Потребители понимают, что есть эфирные масла, полученные в результате химического синтеза, которые лишь имитируют запах и не приносят никакой пользы, в то время как натуральные продукты имеют высокие потребительские качества и полезность. С одной стороны, они используются как фармакологические препараты, проверенные вековым народным опытом, с другой – сказывается «мода» на ароматерапию в быту, косметологии, психологии.

Покупателями продукции являются зарубежные партнеры – производители ароматизаторов для парфюмерно-косметической и химической промышленности. Приобретают натуральные масла и оптовики, закупающие товары для бань, саун, салонов косметических клиник. На рынке появилось много масел импортного производства, но отечественные масла по своему качеству не уступают им, хотя разница в цене велика.

Так, например, эфирное масло ели легкая, подвижная, бесцветная летучая жидкость с резким ароматом, свежим, смолисто-горьким вкусом. Масло ели – ароматический адаптоген, созданный природой для профилактики и лечения

простудных заболеваний в суровых климатических условиях Севера. Кроме того, масло ели повышает защитные свойства кожи и уменьшает потливость, устраняет гнойничковую сыпь, препятствует облысению и образованию перхоти. Помогает масло ели при хронических бронхитах, катарах верхних дыхательных путей, повышает иммунитет.

В хвое пихты сибирской содержится от 3,09 до 3,27 % эфирного масла (обычно в хвое других растений количество эфирного масла колеблется от 2 до 3 %), до 320 мг аскорбиновой кислоты, а также токоферол, дубильные вещества, фитонциды, смолы. Из хвои получают и ценное пихтовое масло, из которого синтезируют камфару.

Впервые камфара была получена из пихтового масла русским химиком П. Г. Голубевым в 1907 г. Камфара применяется как стимулятор сердечной деятельности, входит в различные лекарственные составы. В медицинской практике она применяется как средство, возбуждающее центральную нервную систему, а также при острой сердечной недостаточности, шоковых состояниях, коллапсе, при отравлениях наркотическими, снотворными или обезболивающими веществами, оксидом углерода и другие, в результате чего ослабевает сердечная деятельность, резко сокращаются функции жизненно важных центров продолговатого мозга. Используется камфара и при лечении шизофрении, как наружное средство при миозитах, суставном ревматизме, невритах. Применяется также для возбуждения дыхания и кровообращения при крупозной пневмонии и других инфекционных заболеваниях.

Компоненты эфирных масел используют в химической промышленности. Полимерные материалы на основе пиненов могут применяться в создании органических полупроводников, присадок в дизельное топливо, термостойких материалов, биоразлагаемых пленок. Можно производить фармпрепараты, красители, регуляторы роста растений [3, 26, 127, 128].

Осуществление заготовки масла-сырца, приведение его качества в соответствие с нормами отраслевых стандартов и выпуск стандартизованной продукции на основе эфирных масел хвойных пород может стать в Республике Коми допол-

нительным вкладом во внутренний региональный продукт, в решение социальных вопросов, создание дополнительных рабочих мест и уменьшением загрязнений окружающей среды и лесных угодий от порубочных остатков. Основным объемом продаж полученных продуктов рассчитан на европейский рынок, а также на российские парфюмерные фабрики и медицинскую промышленность.

### **3.2.2. Описание технологии производства эфирных масел**

Эфирные масла хвойных пород производятся путем перегонки с паром елового лапника. Непосредственное производство эфирных масел осуществляется в цехе эфирных масел и инновационных технологий. Для бесперебойного снабжения производства пригодной хвойной массой соответствующего качества, необходимо внедрить новые принципы механизированной заготовки древесины. Нужно вводить технологические карты для операторов лесозаготовительных комплексов, которые позволят обеспечить локализацию заготовленной хвойной массы на лесосеке при минимизации снижения выработки по заготовке древесины, а также технику для механизированного сбора и транспортировки заготовленной хвойной массы с лесосеки на производство в сжатые сроки с сохранением товарных качеств.

Существует целый ряд технологий переработки древесной зелени из хвойных и лиственных пород, основанные на извлечении биологически активных веществ. При использовании этих технологий одновременно можно получать эфирное масло, древесную муку, кормовую муку, хлорофилло-каротиновую пасту и последующие продукты из нее: хлорофиллин натрия, провитаминный концентрат, бальзамическую пасту, а также воск. Принципиальная схема комплексной переработки древесной зелени приведена на рис. 5.

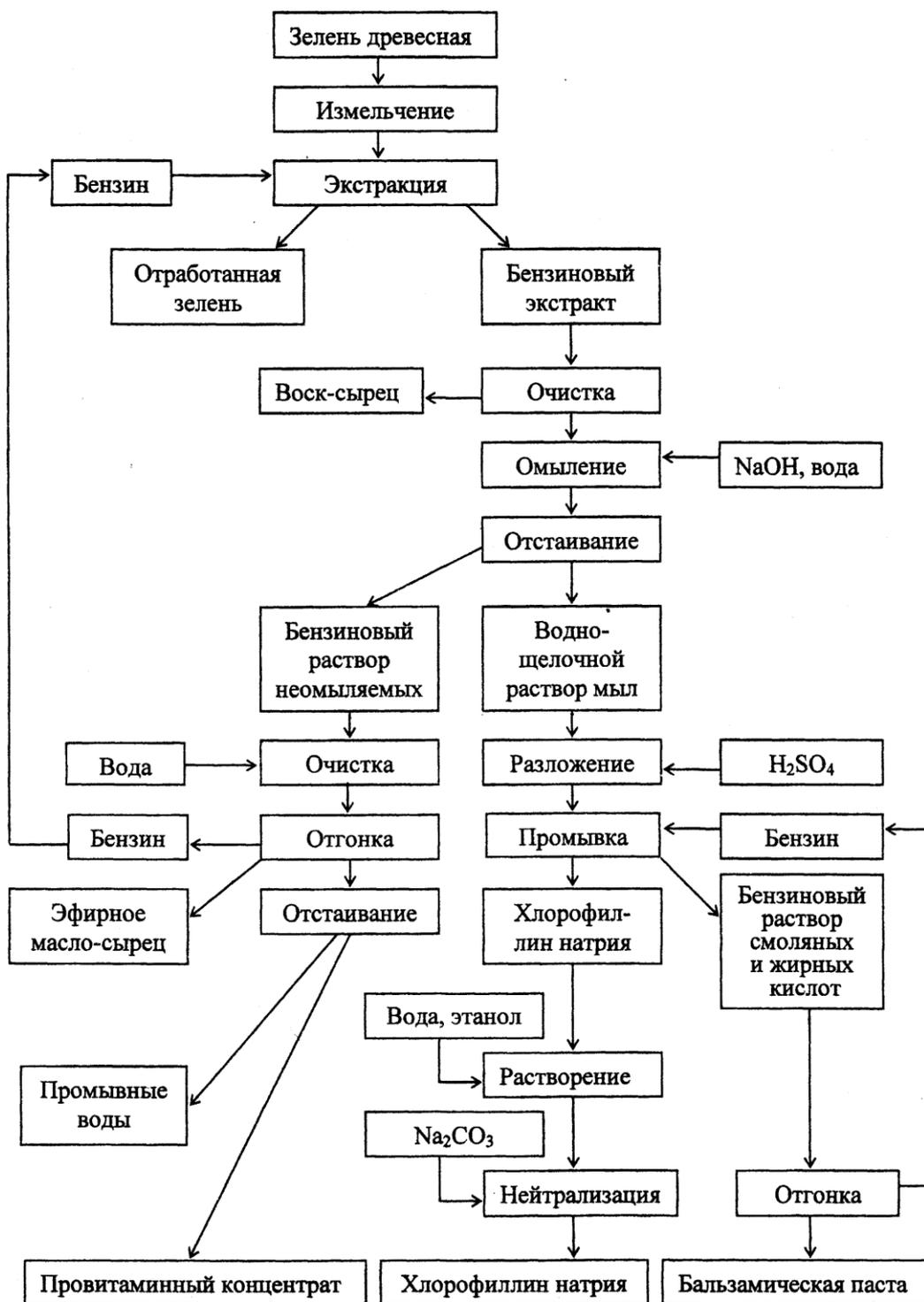


Рисунок 5 – Принципиальная схема комплексной переработки древесной зелени

Изучение современного рынка эфирных масел в партнерстве с ведущими предприятиями мировой отрасли позволило сделать вывод о перспективности



с помощью острого водяного пара и экстракция горячей водой ведется в батарее из шести экстракторов. Каждый экстрактор соединен с выносным подогревателем с площадью поверхности теплообмена  $13 \text{ м}^2$  для подогрева слабой мисцеллы или свежей воды.

При отгонке эфирных масел острым паром смесь паров воды и эфирных масел поочередно из каждого экстрактора поступает в конденсатор-холодильник 2 с площадью поверхности теплообмена  $6,5 \text{ м}^2$ . Конденсат эфирных масел и воды через фильтр 3 поступает во флорентину, где происходит отделение масла от воды. Масло собирается в приемнике, а вода поступает в сборник сокового конденсата.

Технологический цикл осуществляется в следующем порядке: в шестой экстрактор загружают измельченную ДЗ и подключают его к конденсатору-холодильнику для отгонки эфирных масел. После отгонки масла шестой экстрактор подключают к пятому, из которого к этому времени слита мисцелла первой экстракции. В хвостовой (второй) экстрактор из воздухоотборника подается сжатый воздух для создания избыточного давления. Пережим мисцеллы в батарее производится последовательно: заполняются четвертый, пятый и шестой экстракторы для третьей, второй и первой экстракций.

В освободившийся второй экстрактор насосом 7 через подогреватель закачивают воду из сборника конденсата, а мисцеллу пережимают в третий экстрактор на четвертую экстракцию. В период проведения экстракции в экстракторы через барботеры, расположенные в нижней части, подается острый пар. Образовавшиеся при испарении мисцеллы пары воды и эфирных масел поступают в конденсатор-холодильник, а конденсат из последнего – через фильтр 9 в сборник сокового конденсата. Мисцеллу первой экстракции через фильтр 11 сливают в сборник мисцеллы.

Отработанную ДЗ (влажностью 70 %) из второго экстрактора выгружают и отвозят на сжигание в топках паровых котлов. Она может быть использована также в качестве кормовой добавки для крупного рогатого скота в животноводческих хозяйствах.

С целью концентрирования мисцеллу непрерывно закачивают в подогревательную колонну выпарного аппарата, а затем в испарительную колонну, из которой парожидкостная смесь поступает в сепаратор для разделения жидкой и паровой фаз. Из сепаратора вторичный пар поступает в межтрубное пространство подогревательной колонны и используется для нагрева мисцеллы. Вторичный пар из подогревательной колонны поступает в конденсатор 17, откуда конденсат вместе с конденсатом, выходящим из нижней части подогревательной колонны, направляется в сборник сокового конденсата. Жидкую фазу из сепаратора направляют в сборник экстракта, затем насосом перемещают в емкость, в которой он смешивается с дозированным количеством эфирного масла.

Готовый экстракт 50 %-ной концентрации расфасовывается в бутылки емкостью 0,5 л, упаковывается в деревянные или картонные ящики, маркируется и отправляется на склад готовой продукции. Наряду с жидким хвойным экстрактом вырабатывают и хвойно-соляные брикеты методом уваривания экстракта.

Требования к качеству натурального экстракта регламентированы ТУ 81-05-97-70 и ВФС 42-862-88. По внешнему виду это темно-коричневая жидкость, плотность которой не менее  $1,225 \text{ г/см}^3$ , массовая доля сухих веществ не менее 50 %, содержание эфирного масла по объему не менее 0,5 %. Применяется как лечебное средство для приготовления ванн.

Близким к натуральному экстракту по составу является натуральный (клеточный) сок. Натуральный сок – техническое название продукта, получаемого прессованием как лиственной, так и хвойной ДЗ на прессе под давлением от 8 до 14,7 кПа. Выход клеточного сока из единицы сырья зависит от способа и глубины предварительной обработки ДЗ и составляет от 10 до 30 %. Для увеличения выхода сока сырье подвергают многократной пропарке или ферментации. Так, например, при объеме загрузки эфиромасляничного сырья (древесной зелени) –  $0,16 \text{ м}^3$  можно получить до 3 л эфирного масла (сырца) в час. Такой комплекс, как правило, имеет в комплекте оборудование для дистилляции, сепарации и сорбции. Получается безводное масло с длительным сроком хранения.

Полученное эфирное масло хранится на складе в бочках либо подвергается

дальнейшей переработке. В некоторых случаях водный дистиллят, который образуется как побочный продукт, также может храниться в резервуаре и повторно использоваться в технологическом процессе.

При производственной мощности установки около 45 т эфирных масел в год ориентировочная стоимость оборудования цеха эфирных масел и инновационных технологий составляет 15,6 млн руб., в том числе оборудования для производства эфирных масел – 2,7 млн руб.

Хлорофилло-каротиновая паста производится из древесной зелени сосны и ели путём экстракции бензином смолистых веществ и обработки их раствором щёлочи. Из одной ты древесной зелени может быть получено 40–55 кг пасты. Основными потребителями данного продукта являются мыловаренное производство и животноводство.

### **3.2.3. Сырье для производства эфирных масел**

Существенной частью биомассы кроны дерева по величине и специфической по структуре является древесная зелень. Под термином «древесная зелень» понимается листья, хвоя, листья и неодревесневшие побеги.

Древесная зелень хвойных пород (ГОСТ 21769-76) представляет собой покрытые хвоей ветки диаметром не более 8 мм, взятые со свежезаготовленных деревьев и имеющие следующие соотношения фракций:

- содержание хвои и не одревесневших побегов – не менее 60 %;
- содержание коры – не более 30 %;
- содержание минеральных примесей – не более 0,2 %;
- содержание органических примесей (листьев, мха, лишайников) – не более 10 %.

В связи с этим представляет интерес механический состав древесной зелени, т.е. соотношение в ней хвои, коры и древесины. В зеленой массе дерева хвоя, кора и древесные побеги находятся в соотношении 8:3:2. Это соотношение колеблется в зависимости от породы и возраста деревьев (последнее для лиственных пород – несущественно), а также от диаметра побега. В табл. 14 приведен механический

состава древесной зелени в зависимости от породы дерева.

Таблица 14 – Механический состав древесной зелени в зависимости от породы дерева

Порода	Механический состав древесной зелени, % общей массы		
	хвоя	кора	древесина
Ель	64,90	16,30	18,80
Пихта	68,70	15,60	15,70
Сосна	80,99	10,64	8,35

В настоящее время в целом по России полезно используется около 50 % биомассы растущих деревьев. Существенная часть отходов (15–20 % биомассы) приходится на древесную зелень, по содержанию биологически активных и энергетических веществ превосходящую саму древесину. Необходимо наладить рациональную переработку этого ценного сырья с получением необходимых народному хозяйству продуктов. Как источник разнообразных биологически активных веществ она может служить при соответствующей технологии заготовки, ценным сырьем для получения различной продукции, товарная стоимость которой соизмерима со стоимостью продукции из стволовой древесины. В лесной промышленности Республики Коми в настоящее время признается только ствол, а все остальное, в том числе и крона дерева, считается отходами. Эти отходы, загромождающие лесосеку, либо оставляют на месте заготовки, либо сжигают, при этом расходуются огромные средства на их сбор и утилизацию, а главное в огне гибнет настоящее богатство.

В клетках древесной зелени заключены многочисленные, необходимые животным и человеку биологически активные вещества: витамины, хлорофилл, фитонциды, микроэлементы и т. д., регулирующие жизнедеятельность живого организма, защищающие его от патогенного микромира, а также энергетические вещества: углеводы, белки, жиры. Многочисленными исследованиями и практической работой ряда предприятий доказано, что эти вещества можно получать из ДЗ и использовать в качестве кормов, источника микроэлементов, витаминов, лекарственных и косметических препаратов. Только выявленная потребность в

этих продуктах удовлетворяется в настоящее время на 10–15 %. По имеющимся прогнозам вовлечение в переработку экономически доступных ресурсов республики позволит создать новую подотрасль лесного и агропромышленного комплексов.

Сырьем для заготовки ДЗ служат свежесрубленные ветки и вершинки, а также тонкомерные деревья при проведении рубок ухода. Средний запас ДЗ хвойных пород на 1 га, покрытый лесом спелых насаждений, равен, по оценкам исследователей, 11 т. Общая площадь земель лесного фонда Республики Коми на 01.01.2012 г. составляет 36262,3 тыс. га, или 87,2 % территории республики. Всего по республике ежегодно можно заготовить сосновой, пихтовой и еловой лапки около 340,7 тыс. т.

На сохранность БАВ влияют влажность воздуха, степень освещенности, наличие ветра, место хранения, вид сырья (отделена зелень от веток или нет). Большинство веществ лучше сохраняются при невысоких температурах и неотделенных от веток зеленых элементах. Также основным качественным показателем является свежесть. Для получения древесной зелени широко применяются хвоеотделители (барабанного типа). Рационально отделять зелень в местах ее переработки, что позволяет механизировать погрузку. Для отделения древесной зелени перспективным является измельчение сучьев, отходов и сортировка измельченной массы в вертикальном потоке на древесную зелень и щепу (для производства ДСП либо как топливо). Развитие механизации позволяет снизить трудозатраты.

В настоящее время древесную зелень, полученную как отходы заготовки леса, сжигают или просто бросают на вырубках. Общее количество зеленого сырья в России ежегодно составляет миллионы тонн, поэтому проблема комплексной переработки растительной биомассы особенно актуальна. Одно из решений проблемы – производство эфирных масел из лапки хвойных пород деревьев.

Переработке ДЗ предшествуют процессы ее заготовки, сбора и транспортировки, которые составляют значительную часть трудозатрат (60–70 %) при производстве продуктов из этого сырья. При нерешенности вопроса механизации

процесса сбора – это все ручной труд с крайне низкой производительностью.

В целях более полного использования ДЗ и повышения ее качества это сырье целесообразно собирать непосредственно на лесосеках, т.к. при трелевке и транспортировке древесных хлыстов теряется определенная часть ДЗ и веток, кроме того, они загрязняются минеральными примесями. В некоторых регионах страны практикуется сбор ДЗ с растущих деревьев. Однако доля заготовленной таким образом ДЗ, невелика – этот способ сбора трудоемок, малопроизводителен и, естественно, малоперспективен. Кроме того, полностью не выяснено влияние обрезки побегов на рост и развитие деревьев.

Механизации сбора лесосечных отходов пока не уделено должного внимания. Применяемые на лесозаготовках подборщики с рабочими органами вилочного или грабельного типа сгребают древесные отходы в валы и кучи, загрязняя и смешивая их с почвой, что приводит к невозможности их дальнейшей переработки. В связи с этим одной из задач является внедрение инновационной технологии механизированного рационального сбора хвойной биомассы, обеспечивающей сохранность сырья. В настоящий момент на основе изучения мирового опыта сформулированы технические требования на изготовление различных моделей подборщиков. Необходимо обеспечить скорость и эффективность работы на лесосеках в связке с харвестерными парами при обеспечении сохранности подроста и погрузки на транспортные средства для перевозки на промплощадку.

Основной технической проблемой при утилизации ДЗ является и отделение ее от ветвей и сучьев. В настоящее время применяют несколько способов: механический, механопневматический и механогидравлический, из них наиболее широкое применение получили механический и механопневматический способы (отделители марок ОЗП-1; ОДЗ-3; ОДЗ-12; ИПС-1).

### **3.3. Производство древесной муки**

#### **3.3.1. Сферы применения древесной муки**

Не менее важным продуктом глубокой переработки древесины является

производство древесной муки. Древесная мука представляет собой мелкие частицы древесины произвольных форм, получаемые специально в процессе размола древесины твердых и мягких лиственных и хвойных пород (Приложение 4).

В качестве сырья для получения древесной муки используются, как правило, кусковые отходы лесо- и деревообрабатывающих производств, опилки и технологическая щепа, получаемые из дровяной древесины. В последние годы в качестве сырья для производства муки начинают применять и другие виды растительного сырья – различные виды соломы и стеблей, зерновую шелуху, оболочки орехов, отходы картона и т. д.

Конкретный фракционный состав древесной муки в поставке зависит от метода размола и назначения частиц и метода анализа (центробежный, ситовой и т. д.). ГОСТ 16361-87 определяет следующие марки древесной муки (табл. 16).

Таблица 16 – Применение различных марок древесной муки

Марка муки	Основное назначение
120, 160	Производство фенопластов светлых тонов
140, 180	Производство фенопластов, промышленных взрывчатых веществ, полимерных композиционных и строительных материалов
200	Производство алкидного линолеума, строительных материалов, крахмалопаточное производство
250 Т	Производство промышленных взрывчатых веществ, пигментной двуокиси титана
560, 1250	Производство фильтрующих элементов и катализаторов

К древесной муке, как правило, относят измельченную древесину с размером частиц менее 1,2 мм. Цвет древесной муки зависит от породы древесины и может быть от светло-соломенного до темно-коричневого. Частицы древесной муки имеют случайные нерегулярные формы. С одной стороны, это связано с особенностями структуры древесины, а с другой – с тем, что дробление частиц в

рабочих органов мельниц происходит в результате случайных многосторонних воздействий – сдавливаний, смещений, ударов, соударений и т. д.

В настоящее время древесная мука широко используется в различных отраслях промышленности, как в нашей стране, так и за рубежом.

По древесной муке нет мировой промышленной статистики, но экспертно это миллионы тонн.

Сферы применения древесной муки и объемы ее производства быстро увеличиваются. Древесная мука может использоваться, как:

- компонент в производстве пигментной двуокиси титана;
- добавка для покрытия сварочных электродов (целлюлоза электродная);
- добавка для обжиговой керамики и кирпича;
- добавка в пористые абразивные изделия;
- добавка в штукатурные и отделочные строительные смеси (сухие смеси, растворы, пасты), бетонов, шпаклевок и т.п.);
- добавка в бетоны и гипсокартоны, бетые и композиционные дорожные покрытия;
- добавка в клеевые составы на основе натуральных и синтетических клеев;
- наполнитель для натуральных и синтетических линолеумов и линкруст;
- основа для пресс-порошков и пресс-масс и компаундов на базе термореактивных смол (фенопластов и т. п.);
- добавка в компаунды на базе эпоксидных, полиэфирных и других смол;
- основа для ксилолита (древесный композиционный материал на магниезиальном связующем);
- основа для термопластичных древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК);
- составная часть и сырье для получения различных взрывчатых веществ;
- наполнитель в производстве клеящих мастик и герметиков (паркет, кровельные материалы и т. п.);
- основа для фильтров и фильтрующих материалов;
- добавка при изготовлении сталей и ферросплавов;

- добавка в формовочные смеси для изготовления литейных форм;
- добавка в буровые растворы и тампонажные материалы, используемые в нефтедобыче;
- сырье для производства сорбентов, в т. ч. для удаления нефтяных загрязнений с дорог, водоемов;
- сырье для получения активированных углей;
- чистящее средство в производстве кож и мехов;
- мягкое шлифующее, полирующее и чистящее средство в металлообработке, например, в производстве метизов и подшипников, фурнитуры и т. п. (галтовка);
- разрыхлитель для улучшения структуры тяжелых бедных почв в растениеводстве (вместе с мелом и другими известняками);
- основа субстратов для промышленного выращивания грибов;
- основа для изготовления средств для содержания домашних животных (сорбирующие подстилки);
- добавка в некоторые комбикорма;
- средство для копчения рыбы и мяса;
- сырье для получения активных древесных экстрактов и вытяжек (дуб, пихта, можжевельник и т. д.).

В настоящее время интерес к производству древесной муки стимулируется развитием нового направления ее применения – производства термопластичных древесно-полимерных композиционных материалов (ДПК), в которых она занимает (по весу) до 80 % и более.

Качество витаминной муки регламентирует ГОСТ 13797-84 (табл. 17).

Термопластичные ДПК могут перерабатываться методами экструзии, литья под давлением и др. Можно полагать, что в ближайшее время будут возникать и новые области применения древесной муки, в том числе связанные с развитием биотехнологий и нанотехнологий. ГОСТ 16361-87 не предусматривает в прямой форме требований к размерам частиц муки.

Таблица 17 - Качество витаминной муки

Наименование показателя	Высшая категория качества	Сорт		
		Высший	1-й	2-й
Каротин, мг, в 1кг муки, не менее	105	90	75	60
Массовая доля сырой клетчатки, %, не более	20	20	22	22
Влажность, %: рассыпной муки	8...12			
гранул	10...14			
Массовая доля сырого протеина, %	Не нормируется			
Крупность размола: остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	5	5	5	8
остаток на сите с отверстиями 5 мм	Не допускается			
Диаметр гранул, мм	10...14			
Длина гранул, мм	15...25			
Крошимость гранул, %, не более	10	10	10	15
Проход гранулированной муки через сито с отверстиями диаметром 2 мм, %, не более	10			
Массовая доля металломагнитной примеси размером до 2 мм включительно, %, не более	0,0008	0,001		
Массовая доля песка, %, не более	0,7	1,0		
Токсичность	Не допускается			

В производстве и при испытаниях готового продукта муку последовательно просеивают через два или три сита с указанными в таблице размерами просвета ячеек. Например, для муки марки Т – это сита с просветами: 0,25, 0,18 и 0,063 мм. При этом на сите 0,25 мм должно остаться не более 5 % муки, т. е. частиц размером более 0,25 мм. На сите 0,18 мм – не более 5–18 %, а на сите 0,063 мм – не более 60 %. Таким образом основная доля муки в марке Т будет иметь размер частиц менее 0,25 и 0,18 мм.

Влажность муки по стандарту – 8 %. Для некоторых применений может требоваться иная влажность. Например, при использовании в производстве тер-

мопластичных ДПК влажность муки должна быть менее 1 %.

Насыпная плотность древесной муки зависит от многих факторов (влажности, размеров и форм частиц, породы древесины) и находится в пределах 100–220 кг/м<sup>3</sup>; нормативное значение для муки марок 120–180 составляет 100–140 кг/м<sup>3</sup>.

Древесина в процессе производства древесной муки практически не подвергается химическим превращениям. Поэтому, химический состав древесной муки соответствует составу исходной древесины, а древесную муку можно считать полностью натуральным природным материалом.

Для анализа сырьевого потенциала (табл. 18) выбраны пять муниципальных образований РК: МР «Княжпогостский», МР «Корткеросский», МР «Усть-Куломский», МР «Троицко-Печорский» и МР «Удорский». Исходная информация была объединена по площади и по запасу. Максимальные средние запасы на 1 га имеют хвойные и твердолиственные насаждения, произрастающие в МР «Удорский», минимальные – в МР «Корткеросский».

Еловые насаждения распределены по территории республики неравномерно, их преобладание в хвойных лесах отмечается в северо-западных и северо-восточных лесничествах: Усинское – 80,2 %, Печорское – 69,1 %, Усть-Цилемское – 66,7 %, Вуктыльское – 65,1 %, Междуреченское – 58,9 %. Меньшее присутствие ели в центральных и южных лесничествах: Летское – 32,9 %, Прилузское – 35,0 %, Локчимское – 33,9 %, Кажимское – 29,5 %. Средний класс бонитета еловых лесов в целом по республике составляет IV,8; причем в средней подзоне тайги – IV,5; южной – III,8.

Второе место среди насаждений хвойных пород принадлежит сосне. Сосновые насаждения занимают четвертую часть покрытых лесной растительностью земель республики (24 %) и земель лесного фонда (25,2 %). Лесные массивы этой породы встречаются на всей территории республики, но наибольшие их площади находятся на борových террасах крупных рек (Вычегды, Печоры и др.). Самое большое распространение сосновые насаждения имеют в Чернамском

(55,2 %), Сосногорском (43,3 %), Сыктывкарском (43,4 %) и Усть-Немском (43 %) лесничествах.

Таблица 18 – Распределение общей и покрытой лесом площади земель лесного фонда республики (по состоянию на 01.01.2012 г.)

Муниципальное образование	Общая площадь земель лесного фонда, тыс. га	Площадь, покрытая лесом, тыс. га	Лесистость, %
ГО «Воркута»	698,8	163,9	23,5
МР «Вуктыл»	1 335,9	1 087,1	81,4
ГО «Инта»	2431	1 222,5	50,3
МР «Ижемский»	1 754,3	1 420,3	81
МР «Княжпогостский»	2 418,6	2 044,2	84,5
МР «Койгородский»	1 026,8	975,4	95
МР «Корткеросский»	1 910,1	1 731,6	90,7
МР «Печора»	2 422,5	1 921,9	79,3
МР «Прилузский»	1 239,2	1 193,2	96,3
МР «Сосногорск»	1 618,5	1 375,6	85
МР «Сыктывдинский»	673,0	632,6	94
ГО «Сыктывкар»	42,8	40,4	94,4
МР «Сысольский»	579,1	550,8	95,1
МР «Троицко-Печорский»	3 267,4	2 844,9	87,1
МР «Удорский»	3 537,9	3 209,4	90,7
ГО «Усинск»	2 990,5	1 618,8	54,1
МР «Усть-Вымский»	432,7	404,5	93,5
МО МР «Усть-Куломский»	2 561,1	2 354	91,9
МО МР «Усть-Цилемский»	4042	2715,1	67,2
ГО «Ухта»	1 280,1	1 147	89,6
<b>Итого</b>	<b>36 262,3</b>	<b>28 649,5</b>	<b>79,0</b>

Хвойно-витаминная мука производится из древесной зелени путем механической переработки. Для её производства требуется скоростная сушилка с температурой около 300 °С. Продолжительность сушки составляет 30–50 с. Типовая производственная установка перерабатывает 1700 т сырья в год. Исходным

сырьем являются ветви сосны и ели. Хвойно-витаминная мука используется в животноводстве в качестве витаминной добавки в составе корма для скота.

Заготовка древесной зелени для хвойно-витаминной муки разрешается только со срубленных деревьев. В последнее время признано, что наиболее перспективным направлением использования древесной зелени является безотходная химическая переработка с получением биологически активных веществ кормового и лечебно-профилактического назначения для использования их в медицине, ветеринарии, животноводстве, а также пищевой, парфюмерно-косметической и химической промышленности. В спелых пихтовых насаждениях разрешается ручная заготовка пихтовой лапки в весенне-летний период с растущих деревьев диаметром не менее 18 см для производства пихтового масла.

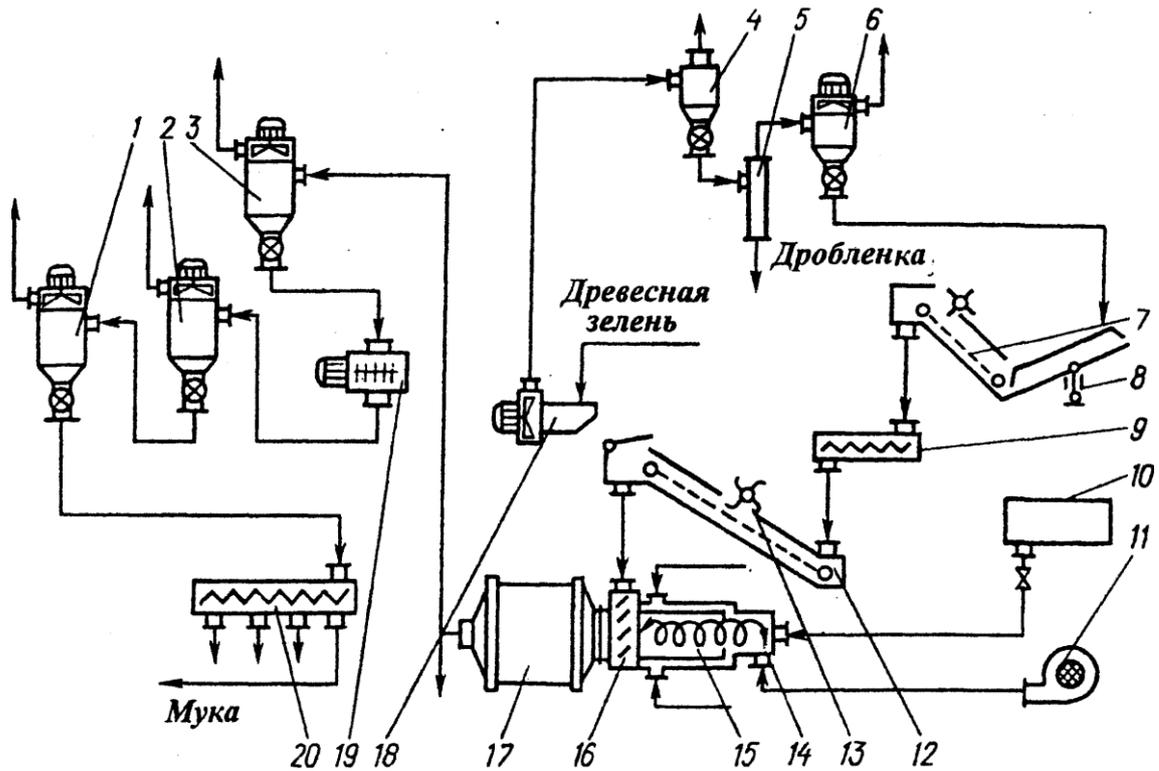
### **3.3.2. Технология производства древесной муки**

Технология обеспечивает максимальное использование биомассы древесной зелени, но связана с потерей БАВ. Для производства муки витаминной из ДЗ может быть использована любая сушилка, в которой можно обеспечить температуру до 350 °С. Главное при этом – регулирование температурного режима и состава газового теплоносителя для поддержания соответствующего качества продукта.

Температурный режим сушки зелени зависит от породы древесины. В летних условиях начальную температуру теплоносителя при сушке ДЗ хвойных пород (сосна, ель) необходимо поддерживать в пределах 340–360 °С. В зимнее время зелень хвойных содержит значительное количество льда и снега, в этих условиях необходимо повысить начальную температуру теплоносителя. При сушке ДЗ лиственных пород температура должна быть порядка 250 °С.

В настоящее время для производства витаминной муки предпочитают сушильный агрегат АВМ-0.65 стационарного типа. Агрегат АВМ (агрегат витаминной муки) – это установка пневмобарабанного типа. Он предназначен для приготовления витаминной травяной муки из измельченных зеленых культурных

и естественных трав. Технологическая схема агрегата показана на рис. 7.



1, 2, 3, 4, 6 – циклоны; 5 – пневмосортировщик; 7 – конвейер; 8 – гидроподъемник; 9 – винтовой транспортер; 10 – бак топлива; 11 – вентилятор; 12 – транспортер; 13 – битер; 14 – камера газификации; 15 – топка; 16 – направляющий желоб; 17 – сушильный барабан; 18 – дисковый измельчитель; 19 – молотковая мельница; 20 – выгрузочный шнек

Рисунок 7 – Технологическая схема производства витаминной муки на агрегате АВМ-0.65

Лесосечные отходы, ветки, вершины, тонкомерные деревья и другие отходы на дисковом измельчителе 18 разрезаются на куски длиной не более 40–50 мм. Измельченный материал через циклон 4 поступает на пневмосортировщик 5, где воздушным потоком разделяется на древесную зелень и дробленку. ДЗ через циклон 6 и разгрузочное устройство направляется на конвейер 7, а дробленка – на переработку или газификацию.

Конвейер с лотком принимает запас ДЗ и обеспечивает непрерывную подачу сырья на транспортер 12, который загружает ДЗ в трехходовой сушильный барабан 17 непрерывно равномерным слоем. Трехходовой барабан состоит из

концентрических цилиндров – наружного, промежуточного и внутреннего. Внутри цилиндров имеются лопасти. При вращении барабана древесная зелень подается вниз и уносится теплоносителем в направлении его потока.

Пневмобарабанные сушилки обладают свойством сепарации. Более легкие частицы высушиваемого материала уносятся на большее расстояние и быстрее покидают барабан, чем тяжелые. Это обеспечивает равномерное высушивание ДЗ, имеющей различный гранулометрический состав и неоднородную исходную влажность.

Во внутреннем цилиндре древесная зелень наибольшей влажности на направляющем желобе 16 встречается с теплоносителем, имеющим высокую температуру. Древесная зелень по мере высушивания переходит из внутреннего в промежуточный цилиндр, а из него – в наружный.

Высушенная ДЗ отделяется от теплоносителя в циклоне 3. Отработанный теплоноситель вентилятором, расположенным в верхней части циклона, выбрасывается в атмосферу. ДЗ из циклона через шлюзовой затвор поступает в молотковую мельницу 19, где размалывается в муку. При помощи вентиляторов, расположенных над циклонами 1, 2, в воздушном потоке муку удаляют из мельницы, охлаждают и от циклона (1) через шлюзовой затвор направляют в выгрузочный винт 20.

Из передвижных установок по производству витаминной муки наибольшее распространение получила барабанная сушилка СХБП-0.1, состоящая из дробильного агрегата ДКУ-М, барабанной сушилки СЗПБ-2.0, дробилки ДКУ-1.0 и весов.

Качество муки регламентирует ГОСТ 13797-84. Витаминная мука применяется в качестве подкормки в птицеводстве и животноводстве. При скармливании муки курам-несушкам повышается яйценоскость на 8–10 %, причем в желтках накапливается витамин А и каротиноиды, что способствует выводимости и выживаемости молодняка. Применение муки в рационе годовалых бычков при тех же нормах расхода корма способствует приросту веса свыше 4 % при расходе витаминной муки в сутки 0,25–0,5 кг на голову.

Добавление витаминной муки к кукурузному силосу из расчета 1–2 кг в сутки на дойную корову приводит к увеличению среднесуточного удоя на 1–2 л молока.

Древесная мука обладает выраженными сорбирующими свойствами, а также тиксотропными качествами (мажется, но не течет). Древесная мука возгорается на воздухе при температурах выше 200 °С. Температура самовоспламенения аэрозоля 430 °С. Нижний концентрационный предел взрываемости аэрозоля древесной муки 11,2 г/м<sup>3</sup>. Он в значительной мере зависит от ее дисперсии, зольности и влажности. Влажная или промасленная древесная мука подобно опилкам, зерну и т. п. способна к самовозгоранию. ГОСТ 16361-87 устанавливает также требования к зольности, наличию примесей, кислотности древесной муки и некоторые др.

Зарубежных стандартов на древесную муку не существует и поставка осуществляется по заводским (фирменным) техническим условиям. Фракционный состав муки определяется при помощи стандартных сит, например по ISO 565-1983. Древесная мука легко поглощает влагу, поэтому в поставке она расфасовывается в плотные бумажные или пластиковые пакеты, мешки в том числе «биг-бэги», пластиковые емкости (ведра, бочки, контейнеры). Зарубежная мука и продукты на ее основе, особенно предназначенные для розничной продажи, часто имеют художественную красочную упаковку.

### **3.4. Производство древесно-полимерных композитов**

#### **3.4.1. Состав древесно-полимерного композита**

Древесно-полимерный композит – это современный строительный и отделочный материал технология производства которого основана на смешивании древесной муки (ее доля составляет около 70 %), поливинилхлорида и других компонентов при помощи специального оборудования.

Древесно-полимерные композиционные материалы, предназначенные для переработки методом экструзии, состоят из трех основных компонентов:

- частиц измельченной древесины;
- синтетических или органических термопластичных полимеров или их смеси;
- комплекса специальных химических добавок (модификаторов), улучшающих технологические и другие свойства композиции и готовой продукции.

Свойства получаемого композита определяются свойствами полимерной матрицы, свойствами частиц древесины и характером связей и взаимодействий между ними. Количество древесины в композите (по весу) находится от 50 до 80 %. Иногда такие материалы называют супернаполненными полимерами, а доля древесины может достигать 90 % [30–34]. Увеличение доли древесины, как правило, приводит к уменьшению стоимости готовой продукции, однако это не является самоцелью при изготовлении композитных материалов.

В состав композиции могут входить опилки, а так же другие растительные волокна, например: пенька, лен, сизаль, кенаф, рисовая шелуха, ореховая скорлупа и даже солома.

В производстве древесно-полимерных композитов (ДПК-Т) могут использоваться любые термопластичные полимеры и их смеси, однако на практике применяются три группы термопластичных смол: полиэтилен (PE), полипропилен (PP) и поливинилхлорид (PVC). Из них, по объемам современного применения, полиэтилен занимает 70 %, а остальное – примерно пополам PP и PVC. В нашей стране производство этих пластмасс налажено неплохо, в том числе на экспорт, и оно продолжает развиваться. Наряду со смолами заводского изготовления, ряд американских компаний уже приступил к использованию в производстве ДПКТ пластиковых промышленных и бытовых отходов (упаковочной пленки, бутылок и т.п.).

Для управления свойствами ДПКТ и технологическим процессом в его состав вводят различные добавки-модификаторы: антиокислители, антимикробные средства, поверхностно-активные вещества, связующие вещества, противоударные модификаторы, смазочные материалы, температурные стабилизаторы, пигменты, огнезащитные средства, светостабилизаторы. Есть примеры использования и вспенивающих агентов, обеспечивающих снижение плотности компози-

тов.

Еще одним направлением, реализуемым в производстве ДПКТ, является применение в качестве связующих биологических полимеров, например, зерновых крахмалов, отходов кожевенного и бумажного производств и т. п. Помимо дешевизны, они создают возможность изготовления легко утилизируемых биоразлагаемых композитов. Все ДПКТ пригодны к повторному использованию в тех же процессах. То есть в них, с начала и до конца реализуется формула «Отходы – в доходы».

В результате нескольких десятилетий исследований, опытно-конструкторских и технологических работ за рубежом сравнительно недавно были созданы древесно-полимерные композиты на термопластичном связующем (ДПКТ), пригодные для промышленной переработки. В США и Канаде организовано их крупномасштабное производство.

Результаты этих работ теперь подтверждают возможность выдавливать из смеси измельченной древесины и пластика любые формы с производительностью, присущей пластмассовой индустрии и свойствами материалов, находящимися посередине между пластмассой и деревом. Большой процент древесины – больше похоже на дерево, меньший – больше похоже на пластмассу. По некоторым причинам европейские компании довольно долго игнорировали это направление, однако сейчас европейское промышленное производство древесных композитов уже начато и ожидается его беспрецедентный рост.

Объем мирового производства древесно-полимерных композитов на основе термопластичных смол, изготавливаемых методом экструзии, назовем их сокращенно ДПК-ТЭ, еще в 2002 г. достиг 520 тыс. т на сумму около 750 миллионов долларов США. (Для сравнения, эта сумма приблизительно соответствует годовому выпуску отечественной мебели).

### **3.4.2. Области применения древесно-полимерных композитов**

В настоящее время более 50 % в общем производстве ДПКТ занимают де-

кинг-продукты. Для российского рынка «декинги» пока неизвестная группа товаров.

Наиболее характерные области применения изделий промышленно изготавливаемых в настоящее время из ДПКТ приведены в табл. 19.

Таблица 19 – Области применения изделий из ДПКТ

Наименование элементов	Области применения
Строительные элементы	Настилы Балюстрады Оконные и дверные профили Сайдинги и аксессуары Штакетник Кровля
Конструкционные элементы	Тротуары Пирсы Морские сваи, переборки Перила Железнодорожные детали Противошумовые барьеры Опалубка для бетных работ
Автомобильные детали	Внутренние панели Прокладки дверей и крыш Крышки на запасное колесо Короба Подъемные полки Полы грузовиков Спинки сидений
Промышленные и потребительские применения	Садовые конструкции Поддоны, тара Оборудование спортивных и детских площадок Парковые скамьи, столы, емкости для мусора Кабельгоны Мебель и ее элементы

Сферы применения ДПКТ постоянно расширяются, например: цветочные горшки, косметические карандаши, измерительные инструменты, ручки инструментов, панели для ванн, офисные аксессуары, футляры для музыкальных инструментов), декоративные коробки и т.д. Можно полагать, что по мере создания производственных мощностей и совершенствования технологии экструдированные

и формуемые ДПК на термопластичных связующих будут вскоре применены и в других областях техники (сельскохозяйственном и общем машиностроении, судостроении, и т. д.) с учетом их физико-механических, декоративных и других свойств. Например, одним из последних необычных реализуемых проектов является ветроэлектростанция на основе ДПК-элементов.

### 3.4.3. Физические свойства древесно-полимерных композитов

По внешнему виду ДПКТ с высоким содержанием древесины более всего напоминает МДФ или твердую ДВП, а с малым ее количеством – пластмассу. Композит может окрашиваться в массу или подвергаться лакокрасочной отделке обычными красками и эмалями, либо облицовываться синтетическими пленками или натуральным шпоном (рис. 8).

Существует технология покрытия ДПК тонким облицовочным слоем пластмассы или даже нескольких пластмасс непосредственно в процессе его выдавливания в экструдере. Эта технология, широко распространенная в пластиковой промышленности, называется со-экструзия или ко-экструзия.

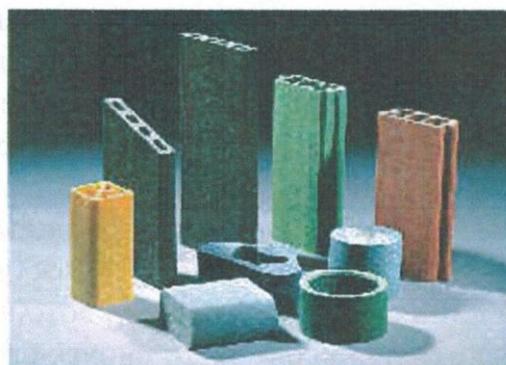


Рисунок 8 – Внешний вид элементов «декинги»

По физическим и механическим свойствам ДПКТ, так же занимает промежуточное положение между деревом и пластмассой (табл. 20).

Таблица 20 – Физические и механические свойства ДПКТ

Наименования показателей, ед. измерения	Значения
Плотность [кг/дм <sup>3</sup> ]	1,0 – 1,4
Временное сопротивление [МПа]	15 – 50
Модуль упругости при растяжении [ГПа]	4 – 8
Сопротивление изгибу [МПа]	25 – 60
Модуль упругости при изгибе [ГПа]	3 – 6
Относительное удлинение при растяжении [%]	0,5 – 1
Ударная вязкость по Чагру [кДж/м <sup>2</sup> ]	3 – 4

Некоторые фирмы добавляют в композицию пенообразователь. В этом случае плотность композита может снижаться до 0,7–0,9 кг/дм<sup>3</sup>. Этот материал отличается превосходными эксплуатационными качествами и длительным сроком службы – более 25 лет, не деформируется под воздействием высокой влажности и воды, не гниет, не меняет форму и свойства даже при температуре до –50 °С.

Благодаря исключительной стойкости ДПКТ к атмосферному и биологическому воздействию некоторые фирмы-изготовители ДПКТ предоставляют гарантии на 10–50 лет эксплуатации готовых изделий на улице без специальной защиты. Большинство производимых ДПКТ могут принимать в себя небольшое количество (0,1-4 %) влаги, не теряя при этом формы и прочности, и восстанавливать прежние свойства при высыхании без коробления. В отличие от металлоконструкций ДПКТ не ржавеют.

ДПКТ обрабатываются теми же инструментами, что и древесина. Материал легко пилится, строгается, сверлится и т. п. Превосходно удерживает гвозди, скобы, шурупы. Некоторые рецептуры поддаются склеиванию, а другие можно сваривать, подобно пластмассе. Ценным технологическим свойством является возможность гнутья деталей в подогретом виде, подобно пластикам.

Профили из ДПК могут эффективно комбинироваться с металлическими или стеклопластиковыми профилями (полосами, трубами, уголками, таврами и

т.п.) для создания очень прочных и жестких конструкций. Можно полагать, что со временем он станет популярен и в машиностроении наряду с текстолитом и ламинированной фанерой. Тому, что все это не было внедрено ранее, есть несколько причин. Как указано выше, древесина – не очень податливый в технологии материал. Ее дешевизна и доступность не стимулировали внедрения новых технологий переработки. Зачастую вокруг стройплощадок возводились заборы из первосортных досок, которые приходили в негодность к концу стройки. В последние 10-15 лет отношение к древесине в мире начало меняться на более бережное. Нет уже малоценной древесины, а есть ценная и драгоценная, особенно плотная, медленно растущая в Северной Европе, России и Канаде.

Возникшая недавно возможность использовать продукты тонкой химии, новые конструкционные материалы и методы их обработки, подкрепленная спросом на новые высококачественные продукты, создала соответствующие предпосылки для решения этого вопроса. Использование новых методов исследований и расчетов, в том числе математического моделирования, компьютерного конструирования машин и процессов, позволило создать новое поколение техники, в том числе смесеприготовительных, экструзионных машин и литьевых машин, которым оказалось под силу заставить «течь» и древесину. Поэтому ДПКТ называют иногда «жидким деревом».

Сейчас эта сфера привлекает внимание машиностроителей из трех хорошо развивающихся отраслей. Во-первых, это переживающая подъем промышленность пластмасс. Во-вторых, энергично развивающаяся промышленность по переработке отходов. В-третьих, деревообработка, которая накапливает все большее количество отходов древесины. Кроме того, древесные материалы и изделия часто утилизируют путем сжигания. Сжигание ДПК может загрязнять атмосферу, поэтому появление возможности вторичного их использования (ДПКТ) также будет способствовать развитию производства этих материалов.

### 3.4.4. Технология производства древесно-полимерных композитов

Выявлено широкое поле возможных применений ДПКТ, в том числе в нашей стране (табл 19). Новая технология позволяет легко изготавливать детали даже такой формы, которые не просто или крайне затруднительно изготовить из натуральной древесины и плитных материалов.

Размеры современных экструдеров позволяют изготавливать изделия различных размеров, например от мелких декоративных профилей, до изделий шириной более метра, например крышек столов и строительных дверных полотен. Определяющим фактором в применении этих композитов для производства тех или иных элементов мебели будет их себестоимость производства.

В США средняя стоимость ДПКТ составляет около 1 доллара за 1 кг, их производство в России обойдется значительно дешевле. Таким образом, существует возможность производить вполне конкурентоспособную продукцию и для зарубежных рынков.

Приведем классическую схему производства ДПКТ:

- измельчение древесины
- сушка измельченной древесины
- дозирование компонентов
- смешивание компонентов
- прессование изделия
- обрезка по длине и, при необходимости, разрезание по ширине.

Видно, что она, в общих чертах, совпадает с производством ДСП. Но реализуется она на оборудовании скорее химического типа, т. е. пластмассовой промышленности. Это дает свои преимущества. Оборудование весьма компактно и для его размещения не нужны большие площади. Оно легко поддается механизации и автоматизации. Такое предприятие может быть эффективным, даже при сравнительно небольшой мощности, т. е. не сравнимым с масштабами завода ДСП или МДФ. В изготовлении ДПКТ исключительно высока производительность труда.

Преимущества новой технологии могут быть реализованы только на основе квалифицированных и проверенных решений в технике, технологии и эксплуатации. На сегодняшний день, подобными решениями в мире владеют очень немногие фирмы и специалисты, а конкретные технические приемы и рецептуры хранятся, как правило, в секрете и охраняются патентами. Известны попытки создания отечественного оборудования по производству экструдированных ДПК.

Сочетание термопластичных композитов и плит создает дополнительные возможности в эффективном применении плитных материалов, особенно плит уменьшенной толщины – материала, которого давно ждали и конструкторы, и архитекторы и производственники. Необходимо только эти возможности понять и правильно их реализовать. Специфических, присущих этой технологии, рисков нет.

Как свидетельствует зарубежный опыт, формы могут быть различны и зависят от целей конкретного бизнеса. За рубежом создаются и специализированные фирмы, изготавливающие широкий ассортимент продукции для разнообразного рыночного потребления. Организуются и отдельные филиалы крупных компаний, например, внутри строительного холдинга. Могут быть созданы и производственные участки для решения конкретных задач отдельного предприятия.

Таким образом, сегодня имеются все необходимые предпосылки для организации на наших предприятиях больших или меньших производств по выпуску этой новой и интересной продукции. Конечно, термин «древесно-полимерный композиционный материал на термопластичных связующих» получается довольно длинным. Поэтому можно предложить краткое название, например, «древотермопласт», более удобное в быденном употреблении.

### **3.5. Торрефикация**

Торрефикация – это процесс термообработки пиломатериалов и в принципе его нельзя отнести к лесохимическому производству. При термической обработке древесины не добавляются химические компоненты, следовательно, отхо-

ды производства могут быть ликвидированы так же, как и отходы обычной древесины. Однако стоит рассмотреть термодревесину как уникальный продукт более глубокой переработки лесоматериалов, с большей добавленной стоимостью, имеющий высокий рыночный потенциал спроса, что необходимо экономике Республики Коми.

Термомодифицированной древесиной (ТМД) называют дерево, выдержанное в определенных условиях при высоком температурном режиме (свыше 180°C). Главная особенность, которую оно приобретает после таких обработок – высокие физико-механические свойства. Широкое распространение она имеет в европейских странах, кроме того, имеется рыночная емкость и на территории нашей страны. Республика Коми богата лесными ресурсами, более 70 % приходится на хвойные породы, что немаловажно для развития потенциала лесной отрасли и экономического состояния региона.

Области применения термодревесины:

- различные варианты обшивочной доски (вагонка, блок-хаус) для эксплуатации во внешней среде и внутри помещений;
- любые изделия для саун, бань, парилок, влажных помещений, что обеспечивается высокой стойкостью к гниению и низкой теплопроводностью;
- половая доска, массивная паркетная доска, паркета, другие половые покрытия – особенно перспективное направление использования;
- террасная доска, садовый паркет;
- мебель, в том числе садовая, для ванн, саун, любых влажных помещений;
- лестницы внутреннего и внешнего применения;
- причалы в различных водоемах;
- элементы ванн, бассейнов, озер, рек, искусственных водоемов;
- в судостроении;
- высококачественные, долговечные окна и двери со стабильной геометрией;
- внешние конструкции (беседки, декоративные элементы и т. п.).

### *Температурный режим получения ТМД*

*Класс первый:* процесс происходит при 190 °С, при этом существенных изменений в физических свойствах не наблюдается. Главное предназначение такого режима – придание особых декоративных характеристик. Дерево темнеет, приобретая красноватый, желтоватый или коричневатый оттенок.

*Класс второй:* процесс происходит при 210 °С, в результате чего в три-четыре раза увеличивается стойкость к гниению, однако одновременно происходит снижение гибкости и эластичности. Такой материал идет на изготовление полов, отделочных панелей, мебели. Также из него производят дверные и оконные рамы, которые успешно конкурируют с такими современными конструкциями, как пластиковые окна.

*Класс третий:* процесс происходит при 230 °С, дерево приобретает очень высокую степень устойчивости к гниению. Изделия из такого материала можно без опасения за их состояние использовать на открытых пространствах и в помещениях с повышенной влажностью, в том числе в качестве уличных настилов во внутренних двориках и на открытых балконах, ограждений, элементов детских площадок и т. д.

*Потенциал торрефикации.* Сегодня в Москве и других городах России есть компании, занимающиеся производством и реализацией изделий из ТМД. Сейчас эти компании находятся лишь в начале своего большого пути, но в будущем товарооборот этих компаний значительно повысится вместе с прибылью деятельности. На территории республики и ближайших северных областей подобные производства отсутствуют.

Таким образом, можно смело утверждать, что рынок ТМД является достаточно перспективной сферой, а его быстрый рост начнется ориентировочно через 2–3 года, т. е. направление для Республики Коми является перспективным, обеспеченным спросом.

### *Анализ потребителей на рынке*

- семьи, живущие в частных домах, с достатком выше среднего уровня;

- дачники, желающие преобразить интерьер своей дачи;
- организации, желающие преобразить дизайн организации;
- жители квартир, которые желают преобразить свой интерьер квартиры.

#### *Уникальные характеристики продукции*

1. Биологическая долговечность. Устойчивость к биологическим поражениям повышается в 25 раз.

2. Размерная стабильность. Стабильность геометрических размеров при любых перепадах влажности и температуры окружающей среды улучшается в 10–15 раз.

3. Гигроскопичность. Влажность древесины становится всего 4–6%. Влагопоглощение снижается в 5 раз.

4. Плотность структуры. Поверхность термодерева отталкивает воду без дополнительной обработки и не впитывает влагу из воздуха.

5. Экологичность. При термообработке не предусматривается введение каких-либо химических добавок. В результате продукт остается полностью экологически чистым (безопасным) и исключительно нейтральным по отношению к организму человека.

6. Эстетичность. Процесс термообработки заметно улучшает эстетическую ценность материала, придавая ему вид древесины, подвергшейся долговременному старению. Одновременно эффектно проявляется текстура дерева, что повышает его декоративные свойства. После термической модификации древесины ее цвет изменяется по всему объему в диапазоне коричневых оттенков от светло-желтого до почти черного, проявляется текстура. Появляется возможность получать из дешевых сортов древесины внешний вид экзотических пород и старинного дерева, изготавливать популярные сейчас темные половые покрытия без применения химических различных реагентов, морилок, красителей или пропиток.

Примерная компоновка современного крупного лесопильного предприятия с расположением оборудования для производства термомодифицированной древесины показана на рис. 9.

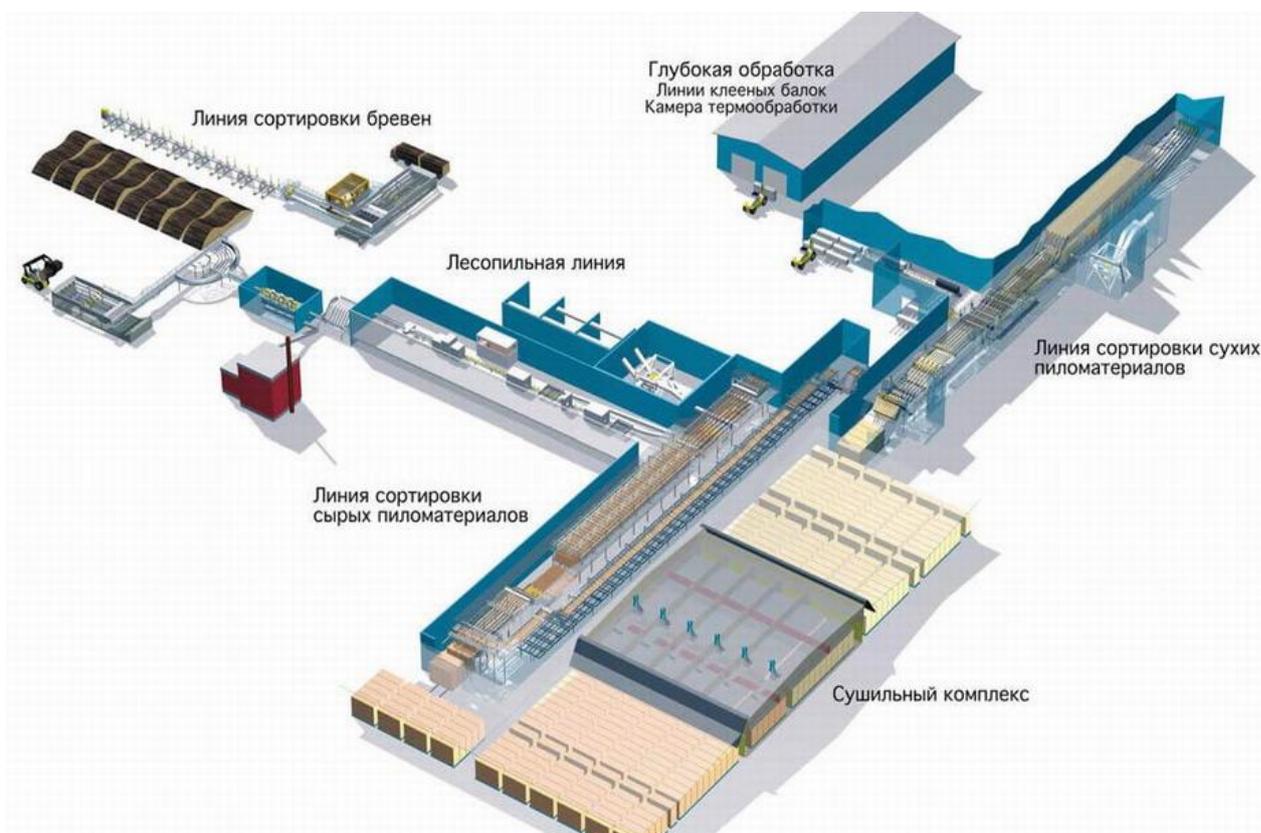


Рисунок 9 – Примерная схема расположения дополнительного объекта глубокой переработки – производства ТМД

### 3.6. Возможность производства сульфатного мыла и таллового масла на ОАО «Монди СЛПК»

ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» – один из лидеров целлюлозно-бумажной промышленности и крупный производитель бумажной продукции в России. Предприятие специализируется на выпуске офсетной и офисной бумаги, также производит газетную бумагу и картон «топ-лайнер».

ОАО «Монди СЛПК» сегодня – это успешное коммерческое предприятие, на котором успешно реализован один из самых крупных в республике приоритетных инвестиционных проектов – проект «Степ». В результате удалось модернизировать производство и увеличить производительность почти во всех звеньях технологической цепочки. На предприятии снизились затраты на техническое обслуживание, уменьшились потери химикатов, древесины и потребление све-

жей воды, повысилась эффективность оборудования для очистки сточных вод и выбросов в атмосферу.

На предприятии в настоящее время близится к завершению масштабный инвестиционный проект по установке сушильной машины для производства белой хвойной целлюлозы. Новая сушильная машина позволит производить более 100 тыс. т хвойной товарной целлюлозы, которая представляет собой наиболее ценный волокнистый материал для производства бумаги.

ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» является в России передовым предприятием целлюлозно-бумажной промышленности с установленной мощностью по производству 1 млн т/год картоно-бумажной продукции.

С завершением проекта «Степ» и установки новой сушильной машины, конечно же, не завершается реконструкция и модернизация на предприятии и нельзя сказать, что исчерпаны все резервы и возможности по увеличению объемов производства или получения новых видов продукции путем более глубокой переработки составляющих древесины. Таким направлением на ОАО «Монди СЛПК» могло бы быть производство побочных продуктов – сульфатного мыла и таллового масла, которые вырабатывались на предприятии в недалеком прошлом в значительных объемах.

Теоретически возможный выход сульфатного мыла при производстве 1 т целлюлозы составляет от 80 до 120 кг, а фактический выход – 40–50 кг. Получаемое сульфатное мыло в цехе лесохимии перерабатывалось в талловое масло. При этом выход товарного таллового масла на 1 т целлюлозы из сульфатного мыла составлял 70–90 кг.

Талловое масло было весьма востребованным продуктом для применения в промышленности. Из него можно получить канифоль высшего сорта, которая используется для изготовления различных лаков, клеев, эмалей и полиграфических красок, а также для использования при флотации в горно-обогатительной промышленности. Талловое масло легко подвергается дистилляции, после чего применяется в лакокрасочной промышленности для изготовления сиккативов, олиф, лаков и эмалей для внутренних покрытий, используется в качестве пенога-

сителя в металлургии, а при дополнительной ректификации из него получают дорогостоящую пальмитиновую кислоту и т. п.

Развитие данного направления, имеющего большой ресурсный потенциал и в основе уже существующие индустриальные масштабы производства (до 1000 т талового масла в месяц), в значительной степени зависит от желания собственников ОАО «Монди СЛПК» идти на развитие, как они заявляют, «непрофильных» для своего бизнеса активов самостоятельно или с привлечением заинтересованных бизнес-структур. С учетом важности инновационного развития промышленного потенциала Республики Коми, создания высококвалифицированных рабочих мест и перспективной «точки роста» в лесной отрасли целесообразно предложить руководству ОАО «Монди СЛПК» обсуждение вопроса об организации нового высокорентабельного лесохимического производства на качественно ином техническом уровне.

Возобновление масштабного производства талловых продуктов отвечает интересам профильного бизнеса собственника. Увеличивая возможности по производству целлюлозы, при выведении из потока сжигания сульфатного мыла, общий объем которого по экспертной оценке может достигать 3000 т в месяц, можно создать резерв для замещения его соразмерным количеством плотного черного щелока с увеличением производительности технологической цепочки регенерации щелоков. Появится экономия топливно-энергетических ресурсов, идущих на сжигание сульфатного мыла, которое само по себе не горит, ибо наполовину состоит из воды. Также произойдет стабилизация работы котельного и газоочистного оборудования, уменьшится количество шламовых отходов от сгорания органики и снизятся объемы газовых выбросов, загрязняющих атмосферу. При этом обеспечивается сырьевой ресурс для выпуска до 18000 т сырого таллового масла в год, что делает рентабельным его ректификацию по месту производства с выпуском продуктов имеющих устойчивый сбыт. К реализации проекта возможно привлечение потенциальных инвесторов, уже сейчас готовых рассматривать вопрос о создании лесохимического предприятия, комплексно перерабатывающего отходы сульфатцеллюлозного производства. Кроме того, в рам-

ках предприятия актуальна реализация проекта производства очищенного сульфатного скипидара из терпентинного конденсата мощностью около 1000 т в год. На данный продукт также существует устойчивый спрос со стороны предприятий химической промышленности, связанных с органическим синтезом.

### **3.7. Направление переработки древесины путем газификации**

Перспективными направлениями развития лесохимического производства на территории Республики Коми, по нашему мнению, могут стать создание предприятий по переработке древесины путем газификации.

Газификация древесины – это процесс её превращения в газообразное топливо, которое имеет ряд преимуществ перед твердым: возможность транспортировки на дальние расстояния, высокая температура горения и легкость регулировки этого процесса.

Для газификации древесины могут использоваться газогенераторные установки типа ТП-4-11-72/63, ТП-4-11-73/63 и др. Исходным сырьем служат отходы лесозаготовок (ветви, вершины, корни, пни), неликвидная древесина, а также отходы деревообработки, которые измельчаются в рубильной машине, т. е. перерабатываются в технологическую щепу. Современные газогенераторные установки предполагают использование древесины в виде щепы, а не дров (как на старых газогенераторных станциях). Это позволяет повысить температуру сгорания производимого газа, что, в свою очередь, приводит к увеличению производительности потребителей газа (мартеновских, стекольных и других печей) и к уменьшению норм расхода газа на единицу продукции. Кроме того, современные газогенераторы отличаются более высокой производительностью, высоким уровнем механизации технологического процесса, низкими капитальными затратами (основное оборудование может размещаться вне здания, что сокращает затраты на капитальное строительство, затраты на сантехнические, электротехнические и другие виды работ) и удобством эксплуатации.

В табл. 21 приведены для сравнения некоторые показатели работы про-

мышленных газогенераторов, использующих еловую древесину в виде поленьев и щепы относительной влажностью 38 %.

Таблица 21 – Сравнительные показатели газификации древесины различного измельчения при влажности 38 %

Показатели	Газификация поленьев	Газификация щепы
1. Размер древесины, мм	1000	80
2. Температура газа на выходе из генератора, °С	180	78
3. Выход сухого газа от веса абсолютно сухой древесины, м <sup>3</sup> /кг	1,94	1,6
4. Теплота сгорания газа, ккал/м <sup>3</sup>	1350	1680
5. Выход жидких продуктов от веса абсолютно сухой древесины, %		
- смолы;	8,4	16,0
- летучих кислот (в пересчёте на уксусную);	2,1	3,5
- метилового спирта	0,9	0,7
6. Интенсивность газификации на единицу сечения шахты в пересчёте на абсолютно сухую древесину, кг/м <sup>2</sup> ·ч	85	190
7. Время пребывания древесины в шахте газогенератора, ч	28	3

В результате процесса газификации будут получен очищенный генераторный газ, используемый в двигателях внутреннего сгорания, и ряд химических продуктов, таких как смолы, летучие кислоты, метиловый спирт.

Следует отметить, что хотя производственная газификации древесины имеет право на существование, в Республике Коми, скорее всего, это производство более отдаленного будущего, так как республика имеет значительные запасы углеводородного сырья, а процесс газификации требует значительных затрат. Однако в стратегических планах Правительства РФ уже указывается данное перспективное экологическое направление.

#### 4. ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Для анализа экономической оценки эффективности функционирования лесохимических производств (экономических агентов англ. Decision-Making Units – подразделения, экономические единицы, принимающие решения), объединенных в совокупности, может применяться анализ свертки данных. Методология DEA (англ. Data Envelopment Analysis) разработана А. Чарнсом, У. Купером и Е. Родсом в 1978 г. В отечественной литературе наиболее распространенными переводами названия этой методологии являются «анализ свертки данных» или «анализ среды функционирования».

Применение модели DEA к анализу эффективности функционирования абстрактной фирмы является традиционной для экономики природных ресурсов формой модели выпуска природно-ресурсной отрасли. Исследуется относительная эффективность функционирования  $\varepsilon_k$  совокупности из  $k$  лесохимических комплексов. Предполагается постоянная отдача от масштаба. На условный «вход»  $k$ -го лесохимического комплекса поступают ресурсы  $x_{rk}$ ,  $r = 1, 2, \dots, s$ . Соединяясь в процессе производства продукции, они образуют «выходы» или элементы совокупного выпуска  $y_{ik}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ .  $N$  представляет затраты фактора природных ресурсов (например, круглого леса). Эффективность  $\varepsilon_k$  выразим через отношение совокупного выпуска к совокупному потреблению ресурсов:

$$\varepsilon_k = \frac{uY_k}{v_1K_k + v_2L_k + v_3N_k} \rightarrow \max$$

где  $Y_k$  – совокупный выпуск продукции,

$K_k$  - затраты капитала,

$L_k$  - затраты труда.

$N_k$  - затраты фактора природных ресурсов (например, лесоматериалов).

$u_r$  и  $v_i$  – «веса» соответствующих «входов» и «выходов», которые выступят переменными для задачи оптимизации. Очевидно, что все «веса» неотрицательны:

$u_1, u_2, \dots, u_s > 0; v_1, v_2, \dots, v_s > 0$ .

Таким образом, эффективность лесохимических производств предлагается оценивать на последующих проектных этапах несколько иным показателем, чем рентабельность, а именно превышением совокупного выпуска над совокупным потреблением основного капитала и оборотного капитала.

Следует отметить, что эффективность деревообрабатывающего производства в Республике Коми снижается по стадиям передела (от 9,3 до 5,4 тыс. руб.)<sup>1</sup>. Также имеет место большой отрыв выручки от реализации переработанной древесины Республики Коми (5,3 тыс. руб. на 1 м<sup>3</sup> переработанной древесины), по сравнению, например, с Финляндией (12,4 тыс. руб. на 1 м<sup>3</sup> переработанной древесины)<sup>2</sup>.

Наименее эффективным является самое массовое перерабатывающее производство республики – лесопиление – менее 4 тыс. руб. отгруженной продукции на 1 м<sup>3</sup>. Такие показатели связаны с тем, что лесопильные предприятия производят в основном обрезные пиломатериалы естественной влажности, которые в мировой продуктовой цепи являются всего лишь полуфабрикатами для выработки клееных деревянных конструкций, строительных элементов с нормируемой влажностью, со специальной огне- и биозащитной обработкой, мебели из массива древесины и других изделий. Приведенные показатели подтверждают необходимость повышения выручки от переработки древесины в цепочке создаваемых лесохимических производств.

Учитывая важность и значение для Республики Коми создания лесохимических производств, целесообразно использовать государственное финансовое регулирование экономики лесохимического направления. Механизмы государственно-частного партнерства (ГЧП) могут явиться катализатором создания лесохимии в республике, поскольку в условиях экономического спада сократятся финансовые риски и затраты развития для предлагаемых новых производств. ГЧП — это совокупность форм средне- и долгосрочного взаимодействия государства

---

<sup>1</sup> Министерство промышленности и энергетики Республики Коми. Основные направления развития лесопромышленного комплекса Республики Коми на 2010–2015 гг. и на период до 2020 г.

<sup>2</sup> Данные Finnish Statistical Yearbook of Forestry, 2009.

и бизнеса для решения общественно значимых задач на взаимовыгодных условиях. Потенциальные инвесторы получают возможность участвовать в структурной перестройке экономики с постепенным развитием набора производств по технологическим переделам с глубокой переработкой лесных ресурсов и сокращением отходов производства.

Рассмотрим некоторые оценочные показатели эффективности внедрения проектов лесохимических производств.

В соответствии с техническим заданием представляем обоснование двух направлений потенциальных лесохимических производств для Республики Коми: создание производства древесного угля и экстрактивного производства эфирных масел.

#### **4.1. Обоснование производства древесного угля**

В настоящее время лесная отрасль Республики Коми подошла к объективной необходимости химизации лесной промышленности, как одного из путей интенсификации использования лесных ресурсов.

Проблему избытка балансовой древесины длительное время в республике решают разными способами, одним из которых могло бы стать производство древесного угля, сырьем для которого является невостребованная балансовая древесина.

Объем российского рынка по древесному углю по состоянию на 2012 г. составлял 70–80 тыс. т или 0,9–1 млрд руб. при цене 13 руб./кг. В настоящее время объем пяти наиболее крупных производителей России занимает не более 25–28 % рынка. Исходя из этого, можно сделать вывод, что новый рыночный сегмент по производству древесного угля в Республике Коми не заполнен.

Определение потребности ресурсов для реализации лесохимического производства древесного угля в Республике Коми проведем, рассмотрев два варианта реализации проекта по древесному углю, исходя из масштабов инвестиционных проектов: крупный бизнес; малый бизнес.

## Вариант производства древесного угля крупным предприятием

Проект рассчитан на производство древесного угля объемом до 12000 т в год, поскольку технологический процесс с применением вертикальных реторт в настоящее время является наиболее эффективным для производства древесного угля. Дополнительно проект может включать в себя когенерацию тепловой и электрической энергии за счет сжигания газов, образующихся при пиролизе древесины. Кроме того, возможно производство активированного угля общей мощностью до 6000 т в год.

Преимущества проекта:

–по технологии – низкие требования к сырью, автоматизированный процесс, высокая производительность;

–когенерация – на производстве объемом 12000 т позволяет получить до 1 МВт·ч электроэнергии и до 6,5 МВт·ч тепловой энергии, таким образом, помимо обеспечения электроэнергией собственных нужд, излишки могут быть направлены на сопутствующие производства (пеллетное, брикетное и др.);

–данная технология позволяет использовать древесину любой породы и качества.

Общий бюджет проекта зависит от мощности и размера инвестиций. В качестве основного оборудования могут быть использованы как российские реторты типа «Эколон-М», так и импортные реторты типа Lambiott (Бельгия). Технические показатели оборудования и сравнительные характеристики оборудования и процесса производства древесного угля приведены в табл. 22, 23.

Таблица 22 – Технические показатели оборудования для производства древесного угля

Технические показатели	Эколон–М	Lambiott
Производительность одной реторты, т/год	1800	6000
Потребление древесины, м <sup>3</sup> на 1 т	8	7
Количество персонала	21	18

Таблица 23 – Сравнительные характеристики производства древесного угля

Показатель	Значение для проектов разной мощности			
	2000	4000	6000	12000
Производственная мощность, т/год	2000	4000	6000	12000
Инвестиции, тыс. руб.	10000	12000	14000	16000
Расход древесины, м <sup>3</sup> (плотностью 650 кг/м <sup>3</sup> )	14000	28000	42000	84000
Присоединенная мощность, кВт	60	120	150	310
Потребление электроэнергии, кВт·ч/год	432000	864000	1296000	2592000
Потребление теплоэнергии, Гкал/год	11200	22400	33600	67200
Численность персонала, чел.	14–17	17–20	28	30
Средний срок службы, лет	15	15	15	15
Срок окупаемости, лет	2,0	2,3	2,5	2,8

Таким образом, можно констатировать, что экономически эффективно производство древесного угля на площадках с суточным расходом древесины от 50 до 300 м<sup>3</sup> древесины в сутки со сроком коммерческой окупаемости от 2-х до 3-х лет.

### **Вариант проекта производства древесного угля для малого бизнеса**

Принятие решения о проекте древесного угля для малого бизнеса следует производить на основе анализа логистики потоков и местонахождения ресурсов. Развитие в Республике Коми предприятий по переработке древесины с целью получения древесного угля на базе малого лесного бизнеса обеспечит дополнительную эффективность использования каждого кубического метра заготовленной древесины. Из всего разнообразия схем и технологий, используемых малым лесным сообществом, можно предложить одну из эффективных и ресурсосберегающих технологий для производства древесного угля на установке «Парма». Разработчиками установки «Парма» являются: Институт химии Коми научного центра УрО РАН; ОАО «Сыктывкарский машиностроительный завод»; ООО «Лесотехническая компания».

Установка «Парма» обеспечивает простоту технологического процесса, низкую трудоемкость получения древесного угля, утилизацию вредных выбросов, значительное снижение расхода основного топлива, получение качественного древесного угля и другие преимущества. На выставке-ярмарке «Российский лес» в 2002 г. установка «Парма» была награждена дипломом достижений отечественной науки и техники.

Установка обеспечивает переработку длинномерных и короткомерных отходов лесопиления и балансовой древесины в древесный уголь. Объем загружаемого сырья до – 13 м<sup>3</sup>. Высокая производительность, малая трудоемкость и небольшие затраты на эксплуатацию установки обеспечивают низкую себестоимость угля и быструю окупаемость (до 1 года) установки «Парма». Установка «Парма» позволяет получать древесный уголь, соответствующий ГОСТ 7657, а также стандарту DIN-51749. При этом состав получаемого древесного угля характеризуется показателями:

нелетучий углерод – не менее 80 %;

зольность – не более 3 %;

влажность – не более 8 %

фракция древесного угля – 20–80 мм.

Древесный уголь может использоваться в химической, медицинской и других промышленности, а также в качестве сырья для получения активированного угля и использоваться в быту.

Принцип работы установки состоит из нагрева и выдержки древесины в герметичной камере пиролиза без доступа воздуха при температуре в 500–600 °С. Продолжительность одного цикла составляет 50–60 ч, в зависимости от влажности сырья. Цикл состоит из двух технологических процессов: сушки (24–30 ч) и пиролиза (24 ч).

Технические характеристики установки «Парма» приведены в табл. 24.

Таблица 24 – Техническая характеристика установки «Парма»

Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
Емкость камеры пиролиза	м <sup>3</sup>	20,0
Расход сырья для пиролиза на 1 цикл	м <sup>3</sup>	13,0
Размеры загружаемого древесного сырья:		
Длина	м	0,1 – 4,6
Толщина (диаметр)	м	0,3
Расход топливных дров L = 1.2 м на один цикл	м <sup>3</sup>	2,6
Продолжительность полного рабочего цикла	ч	50–60
Выход древесного угля за цикл	кг	2000
Годовая производительность	т	320
Максимальная температура в камере	°С	550
Общая масса металлоконструкции	кг	16000
Количество обслуживающего персонала	чел.	4

Установка состоит из следующих легко монтируемых и демонтируемых блоков: две сменные камеры пиролиза, теплоизоляционная камера, топочный блок, разгрузочное устройство. Все блоки являются передвижными и могут перевозиться железнодорожным и автомобильным транспортом. Установка может эксплуатироваться как на нижних и верхних складах, так и непосредственно в лесу на месте лесозаготовок, так как не требует специальной дорогостоящей подготовки, а также подвода электроэнергии. (Принципиальная схема производства древесного угля представлена в Приложении 5)

#### **4.2. Обоснование производства эфирного масла**

Существенной частью биомассы кроны дерева по величине и специфической по структуре является древесная зелень. Являясь источником разнообразных биологически активных веществ, она может служить при соответствующей

технологии заготовки ценным сырьем для получения различной продукции, товарная стоимость которой соизмерима со стоимостью продукции из стволовой древесины. Сырьем для заготовки древесной зелени служат свежесрубленные ветки и вершинки, а также тонкомерные деревья. Средний запас древесной зелени хвойных пород на 1 га, в республике составляет по оценкам исследователей, не менее 11 т [130].

В настоящее время в Республике Коми почти повсеместно древесную зелень сжигают как отходы при заготовке леса или просто бросают на вырубках. Общее количество зеленого сырья в республике ежегодно составляет при заготовке 7 млн м<sup>3</sup> и среднем запасе на 1 га около 100 м<sup>3</sup> составит более 700 тыс. т. Только по этим причинам проблемы комплексной переработки растительной биомассы в республике становятся особенно актуальным. И одним из решений данной проблемы может быть создание ряда производств получения эфирных масел из зелени хвойных пород дерева.

Производством масла хвойных пород в Республике Коми с 2013 г. занимается лишь одно предприятие ООО «ПечораЭнергоРесурс» в п. Троицко-Печорск. Уже на начальном этапе производства эфирного масла на данном предприятии получены весьма обнадеживающие результаты. Это, в первую очередь, выход эфирного масла на 1 т перерабатываемого сырья составляет от 15 до 19 кг. Или при загрузке хвойной древесной зелени за один оборот перерабатывать 2,0–2,5 т сырья и получать около 40 кг эфирного масла.

Оборудование установки по производству эфирного масла в ООО «ПечораЭнергоРесурс» сравнительно просто по технологии производства, не требует особой подготовки работников, ориентировочная стоимость оборудования всего цеха эфирных масел составляет 15,6 млн рублей, при этом стоимость самого оборудования для производства эфирных масел составляет всего 2,7 млн рублей. В год при выходе на полную мощность планируется выпускать более 45 т эфирных масел.

Подобные производства при определенной поддержке правительства в республике возможны и на других крупных лесозаготовительных и перерабаты-

вающих предприятиях, таких как ООО «Лузалес», ООО «Севлеспил» и ОАО «Монди СЛПК».

Кроме стационарной установки для крупных предприятий по производству эфирного масла, существуют и небольшие передвижные мини-установки, перерабатывающие любой вид хвойного сырья, которые используются, как правило, на малых предприятиях лесного бизнеса. Параметры мини-установки производства эфирных масел приведены в табл. 25.

Таблица 25 – Техническая характеристика мини-установки производства эфирных масел

Показатель	Значение
Производственная мощность, л/сут.	20–25
Производительность годовая, л	6250
Инвестиции, тыс. руб.	2700000
Присоединенная мощность, кВт	30
Потребление электроэнергии, кВт·ч/год	60000
Потребление теплоэнергии, Гкал/год	1300
Количество обслуживающего персонала, чел.	4

#### 4.3. Обоснование производства древесной муки

Цена древесной муки марки 560 в Центральном Федеральном округе составляла 10–12 руб. за 1 кг, это почти в три раза больше стоимости аналогичного количества топливных пеллет, производство которых до недавнего времени считалось наиболее выгодной формой переработки древесных отходов.

Принимая конкурентно-способную рыночную цену древесной муки 7500 руб./т и объем производства 1000 т, можно прогнозировать объем выручки 7500 тыс. руб.

В частности, в подтверждение возможности реализации на малом предприятии идеи производства древесной муки приведем описание технологической

линии (рис. 10).



Рисунок 10 – Автоматизированная компакт-линия сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА – ДМ» для производства древесной муки

Машиностроительным предприятием «ТЕХПРИБОР» (г. Щекино, Тульская область) разработана малогабаритная линия сушки-измельчения, позволяющая выполнить весь комплекс работ по производству древесной муки ГОСТ 16361-87 марок 180– 560 из влажного биосырья. От своих функциональных аналогов новая линия выгодно отличается меньшей энергоемкостью, высокой размольной мощностью, компактными размерами и, главное, отсутствием отдельного сушильного агрегата. Процессы тонкого помола и кинетического высушивания древесины протекают в одном устройстве – автоматизированной компакт-линии сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА-ДМ» для помола неподготовленных опилок хвойных и лиственных пород древесины.

За один «проход» через камеру помола влажность биоматериала уменьшается на 10–30 % в зависимости от выбранного режима работы линии. С увеличением размольной мощности мельницы, а с ней и ростом интенсивности взаимодействия частиц, эффект кинетической сушки биоматериала усиливается, что позволяет получать древесную муку как требуемой влажности, так и дисперсно-

сти в открытом цикле, без циркуляции больших объемов недоизмельченной «крупки», а значит и без ее остывания. При такой схеме основная часть вырабатываемого мельницей тепла остается в объеме камеры помола, что и позволяет эффективно удалять влагу с поверхности частиц материала. Таким образом, нагрев, всегда сопровождающий тонкий помол, из вредного и не контролируемого процесса превратился в важнейший элемент энергоэффективной технологии производства древесной муки из влажного сырья (рис. 11, 12) с расходом энергии порядка 400 кВт·ч на 1 т продукта. Количество работающих 2 чел. Стоимость оборудования 1300 тыс. руб. Ожидаемый срок окупаемости 1,5 года.



Рисунок 11 – Исходный материал:  
опилки, сучья, ветки 30 мм, длина до 20 мм



Рисунок 12 – Материал после измельчения  
на автоматизированной компакт-линии  
сушки-измельчения растительного сырья  
«МИКРОКСИЛЕМА-ДМ»

#### **4.4. Обоснование производства талловых продуктов**

Исходя из объема возможного производства сырого таллового масла 18000 т/год и рыночной цены 28 руб./кг ожидаемый доход составит 504 млн. руб.

*Очищенный сульфатный скипидар*

Цена 400 руб./кг. При производстве 1000 т / год, возможный доход составит 400000 руб.

На бюджетный потенциал влияет финансовая устойчивость, а общую при-

быльность и рентабельность лесопромышленного комплекса обеспечивает глубокая переработка. Лесохимическое производство позволит увеличить выручку от реализации продукции на 1 м<sup>3</sup> переработанной древесины, кроме того, будет способствовать повышению занятости за счет создания дополнительных рабочих мест.

Экологическая эффективность внедрения лесохимических производств может проявиться в снижении вреда от захламления территории республики древесными отходами. Даже незначительное количество древесных отходов, использование которых не предусмотрено технологией производства, приводит с течением времени к образованию отвалов отходов как на территории самих предприятий, так и вне их. Находясь в отвалах, древесные отходы подвергаются действию атмосферного воздуха, влаги, бактерий, грибков и насекомых. При этом биомасса отходов разлагается с выделением большого количества различных веществ распада древесины и коры, многие из которых токсичны и канцерогенны. Растворяясь во влаге атмосферных осадков и поверхностных водах, эти вещества проникают в почву и загрязняют грунтовые воды, а также вымываются в соседние реки и водоемы, оказывая вредное воздействие на их биологическую среду. С точки зрения экологии образование отвалов гниющих древесных отходов и способных к самовозгоранию в местах складирования лесопромышленных предприятиях недопустимо, тем более недопустимо возрастание их объемов с течением времени.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание и развитие лесохимических производств в Республике Коми будет способствовать комплексному использованию биомассы древесины лиственных и хвойных пород, улучшению технико-экономических показателей лесной отрасли, снижению объемов отходов лесозаготовки и переработки древесины, существенному улучшению экологических условий функционирования лесного комплекса РК, увеличению занятости населения с закреплением кадров на местах и решению, таким образом, социально-демографических проблем.

Основное внимание на первом этапе заслуживает создание производств по получению и переработке первичных продуктов лесохимии на базе существующих точек роста – лесоперерабатывающих предприятий: древесного (и далее активированного) угля, хвойных экстрактов, эфирных масел, древесной муки из отходов древесины и древесной зелени.

В качестве перспективы на втором этапе, при условии успешного освоения технологий получения первичных лесохимических продуктов и появлении крупных инвесторов, способных финансировать наукоемкие технологии, возможно создание таких производств, как торрефикация, газификация, производство этанола и глубокая переработка лесохимических продуктов методами органического синтеза.

Рекомендуется еще раз обратить внимание руководства ОАО «Монди СЛПК» на возможность получения и переработки таллового масла в сотрудничестве с предприятиями органического синтеза (ООО «Оргхим»), испытывающими дефицит подобного отечественного сырья. На основе анализа ресурсных факторов, а также имеющейся инфраструктуры предлагается следующая привязка ключевых предприятий лесохимической направленности на территории Республики Коми.

### **1. Производство древесного угля возможно:**

- в районе г. Сыктывкара в м. Човью (на месте проекта Северной ТЭЦ) вместо проекта производства древесного угля ООО «Центровудкома». Данный земельный участок общей площадью около 16 га, расположен в удобном месте, стабильно обеспечен сырьем (березовым балансом), участок в собственности и выставлен на продажу, имеется вся необходимая инфраструктура, в том числе и железная дорога, не будет проблем с кадрами. Предприятие может стать самым современным полуавтоматическим производством древесного и активированного угля;

- в Усть-Куломском районе, п. Кебаньель, на базе ООО «Центровудком». Участок наиболее подготовлен для подготовки проекта деревообработки и производства древесного угля;

- в с. Ношуль Прилузского района на базе пеллетного завода. Имеется инфраструктура, лесосырьевая база, кадры, достаточное количество березового сырья;

- на предприятии ООО «Лузалес» в п. Кыззявидзь. Имеется в избытке сырье для производства древесного угля и инфраструктурное обеспечение.

**2. Производство древесной муки** может быть организовано на любом из крупных лесопильных предприятий, где перед распиловкой древесина проходит окорку, и это могут быть:

ООО «Севлеспил», в Сыктывкаре,

ООО «Лузалес» в Кыззявидзе,

ООО «Лесозавод №1» в Казлуке,

ООО «Азимут» или ООО «ПечораЭнергоРесурс» в Троицко-Печорске.

**3. Производство древесной муки из древесной зелени** можно разместить практически на любом из перечисленных в п. 2 предприятия и на любом другом лесозаготовительном предприятии или в любом лесосырьевом муниципальном образовании РК.

**4. Производство эфирных масел** – на базе имеющегося в Республике

Коми производства эфирного масла из древесной зелени на ООО «Печора-ЭнергоРесурс». Рекомендуется отработать режимы с выходом экстракционно-го производства на проектную мощность и получения продукции требуемого качества.

Предложить проект подобного производства для ООО «Лузалес» как одному из самых крупных лесозаготовителей в Республике Коми.

**5. Производство древесно-полимерных композитов** с использованием древесной муки, например, из отходов производства или готовой шлиф-пыли на предприятиях по производству плит, фанеры, ДВП, МДФ и ДСП, а это:

ООО «СФЗ» в Сыктывкаре;

ЗАО «ЖФК» в Жешарте;

ООО «ДВП» в Емве;

новый завод ДСП в м. Човью (ООО «Комидревлпром»).

При создании производств древесно-полимерных композитов необходимо учитывать тот факт, что предприятие ЗАО «ЖФК» в Жешарте уже имеет опыт работы со смолами с использованием шлиф-пыли для изготовления топливных брикетов.

**6. Торрефикация, газификация, производство этанола и другие лесохимические производства** можно рассматривать по большей части как экспериментальные или случайные на базе предприятий лесного и другого бизнеса. Они требуют дополнительного изучения и экономического обоснования.

**7. Производство сульфатного мыла и таллового масла** возможно только на базе ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» с их согласия и при наличии надежного инвестора.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров [Текст] : учебник для вузов / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 1999. – 628 с.
2. Гордон, Л. В. Технология и оборудование лесохимических производств [Текст] : учебник для техникумов / Л. В. Гордон, С. О. Скворцов, В. И. Лисов. - 5-е изд. перераб. — Москва : Лесн. пром-сть, 1988. - 360 с.
3. Комплексная химическая переработка древесины [Текст] : учебник для вузов / И. Н. Ковернинский [и др.]. – Архангельск : АГТУ, 2006. – 347 с.
4. Карманов, А. П. Самоорганизация и структурная организация лигнина [Текст] / А. П. Карманов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2004. – 269 с.
5. Дёмин, В. А. Теоретические основы отбелки целлюлозы [Текст] / В. А. Дёмин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. – 100 с.
6. Переработка сульфатного и сульфитного щелоков [Текст] : учебник для вузов / Б. Д. Богомолов, С. А. Сапотницкий, О. М. Соколов [и др.]. – Москва : Лесн. пром-сть, 1989. – 360 с.
7. Тюлькова, Ю. А. Характеристические параметры процесса экстракции коры сосны водно-щелочным раствором [Текст] / Ю. А. Тюлькова, Т. В. Рязанова // Химия растительного сырья. – 2011. - № 4. – С. 49-52.
8. Исаева, Е. В. Комплексное использование вегетативной части тополя бальзамического / Е. В. Исаева, Т. В. Рязанова [Текст] // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы III всерос. науч. конф. – Барнаул, 2007. – Кн. 2. – С. 299–303.
9. Исаева, Е. В. К вопросу о комплексном использовании вегетативной части тополя [Текст] / Е. В. Исаева, Т. М. Бурдейная, Г. А. Рейсер // Изв. ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2007. – Т. 50, вып. 6 – С. 53–56.
10. Фенгел, Д. Древесина: химия ультраструктура, реакции [Текст] / Д. Фенгел, Г. Вегенер. – Москва : Лесн. пром-сть. 1988. – 512 с.

11. Вураско, А. В. Исследование эффективности действия антрахинона при натронной варке древесины березы [Текст] 2. Влияние антрахинона на физико-механические свойства целлюлозы / А. В. Вураско, А. Я. Агеев, К. В. Ефименко // Лесной журнал. – 2004. - № 2. – С. 39-42.

12. Кузнецов, Б. Н. Изучение процесса выделения субериновых веществ из бересты березовой коры [Текст] / Б. Н. Кузнецов, И. Г. Судакова, Н. В. Гарынцева / Химия растительного сырья. - 2008. - № 1. – С. 41–44.

13. Кузнецов, Б. Н. Получение древесных плитных материалов с использованием связующего на основе суберина березовой коры [Текст] / Б. Н. Кузнецов, И. Г. Судакова, Н. В. Гарынцева / Химия растительного сырья. - 2011. - № 3. – С. 65–68.

14. Трошин, Д. П. Влияние содержания карданола в спирторастворимых фенолкарданолформальдегидных смолах на изменение их свойств при хранении [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. - № 17. – С. 101–104.

15. Семенович, А. В. Сбор проливов нефтепродуктов модифицированной корой хвойных пород [Текст] / А. В. Семенович, С. Р. Лоскутов, Г. В. Пермьякова // Химия растительного сырья. - 2008. - № 2. – С. 113–117.

16. Фенолформальдегидные смолы, модифицированные лигнином. Новые аспекты реакции [Текст] / А. А. Варфоломеев [и др.] // Химия растительного сырья. - 2009. - № 3. – С. 11–16.

17. Холькин, Ю. И. Технология гидролизных производств [Текст] учебник для вузов / Ю. И. Холькин. – Москва : Лесн. пром-сть, 1989. – 496 с.

18. Богомоллов, Б. Д. Химия древесины и основы химии высокомолекулярных соединений [Текст] / Б. Д. Богомоллов. - Москва : Лесн. пром-сть, 1973. – 400 с.

19. Оптимизация метода взрывного автогидролиза коры древесины [Текст] / О. С. Беушева, Д. В. Ширяев, Н. П. Мусько, М. М. Черемис // Ползуновский вестник. – 2010. - № 3. – С. 223-224.

20. Композиционные материалы на основе модифицированного растительного сырья [Текст] / О. С. Беушева, Н. П. Мусько, Д. В. Ширяев, М. М. Черемис // Ползуновский вестник. – 2011. - № 4. – С. 255-257.

21. Попова, С. А. Алкилирование резорцина камфеном в присутствии твердых кислотных катализаторов и алкоксосолей [Текст] / С. А. Попова, И. Ю. Чукичева, А. В. Кучин // Бутлеровские сообщения. - 2011. - Т. 25. - № 6. - С. 81-85.

22. Особенности алкилирования 1-нафтола камфеном катализируемого фенолятом и изопропилатом алюминия [Текст] / И. Ю. Чукичева, А. В., О. А. Шумова, К. Ю. Супоницкий, А. В. Кучин // Известия Академии наук. Серия химическая. - 2011. - № 3. - С. 496-500.

23. Новые третичные аминотетильные производные на основе 2-изоборнил-6-метилфенола [Текст] / Е. В. Буравлёв, И. Ю. Чукичева, А. Е. Лумпов, А. В. Кучин // Бутлеровские сообщения. - 2011. - Т. 26. - № 9. - С. 26-29.

24. Взаимодействие метилфеофорбида *a* с ацетилацетонатом никеля при ультразвуковом облучении [Текст] / Д. В. Белых, Ю. С. Матвеев, И. С. Тарабукина, А. В. Кучин // Химия растительного сырья. - 2011. - № 1. - С. 101-103.

25. Синтез потенциальных противоопухолевых агентов – димерных и тримерных хлоринов – на основе метилфеофорбида [Текст] / М. В. Мальшакова, Д. В. Белых, Ю. А. Юдина [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. - 2011. - № 4. - С. 704 - 713.

26. Майорова, Л. П. Рациональное использование древесного сырья как эколого-экономическая основа функционирования лесопромышленного комплекса (на прим. Хабаровского края) [Текст] / Л. П. Майорова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009. – 230 с.

27. Глухих, В. В. Получение, свойства и применение биоразлагаемых древесно-полимерных композитов (обзор) [Текст] / В. В. Глухих, А. Е. Шкуро, Т. А. Гуда, О. В. Стоянов // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2012. - № 9. –

С. 75–82.

28. Шкуро, А. Е. Влияние содержания винилацетатных звеньев в этилен-винилацетатном сополимере на свойства древесно-полимерных композитов [Текст] / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, Н. М. Мухин [и др.] // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2012. – Т. 15. - № 14. – С. 150–153.

29. Шкуро, А. Е. Влияние содержания сэвилена в полимерной матрице на свойства древесно-полимерных композитов [Текст] / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, Н. М. Мухин [и др.] // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2012. – Т. 15. - № 17. – С. 92–95.

30. Шкуро, А. Е. Влияние содержания карданола в полимерной матрице на свойства древесно-полимерных композитов [Текст] / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, Н. М. Мухин [и др.] // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2012. – Т. 15. - № 22. – С. 97–100.

31. Шкуро, А. Е. Свойства древесно-полимерных композитов с сополимером этилена и винилового спирта [Текст] / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, Н. М. Мухин [и др.] // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2013. – Т. 16. - № 3. – С. 92–94.

32. Шкуро, А. Е. Влияние содержания сополимера этилена и винилового спирта на свойства древесно-полимерных композитов [Текст] / А. Е. Шкуро, В. В. Глухих, Н. М. Мухин [и др.] // Вестник Казанского технол. ун-та. – 2013. – Т. 16. - № 11. – С. 111–114.

33. Глухих, В. В. Синтез, свойства и применение продуктов полимеризации карданола (обзор) [Текст] / В. В. Глухих, А. Е. Шкуро, О. Ф. Шишлов // Химия растительного сырья. – 2013. - № 1. – С. 5–14.

34. Шкуро, А. Е. Получение и исследование древесно-полимерных композитов повышенной водостойкости [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.21.03 А. Е. Шкуро – Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. ун-т. 2013. – 16 с.

35. Шарыпов, В. И. Превращения сверхкритического этанола в присут-

ствии катализаторов на основе сульфатированного диоксида циркония [Текст] / В. И. Шарыпов, Н. Г. Береговцова, Л. И. Гришечко [и др.] // Журнал Сибирского федерального ун-та. Химия. – 2013.- Т. 6. - № 4. – С. 344-351.

36. Шарыпов, В. И. Термическое растворение лигнина в этаноле в до- и сверхкритических условиях [Текст] / В. И. Шарыпов, С. В. Барышников, Н. Г. Береговцова [и др.] // Сб. тр. V Всерос. конф. с междунар. участием «Новые достижения в химии и технологии растительного сырья». Барнаул, 24-26 апреля 2012. – Барнаул, 2012. С. 87-89.

37. Шарыпов, В. И. Термическая конверсия щелочного лигнина древесины осины в этаноле в присутствии сульфатированных катализаторов  $ZrO_2$  и  $ZrO_2-Al_2O_3$  [Текст] / В. И. Шарыпов, Н. Г. Береговцова, С. В. Барышников [и др.] // Журнал Сибирского федерального ун-та. Химия. – 2012. - Т. 5. - № 3. – С. 246-251.

38. Celzard, A. Carbon gels derived from natural resources [Text] / A. Celzard, V. Fierro, G. Amaral-Labat, L. I. Grishechko, B. N. Ruznetsov // Boletin del Grupo Español del Carbon. – 2012. – P. 2-7.

39. Гришечко, Л. И. Исследование процессов синтеза из древесного лигнина жидких углеводородов и аэрогелей [Текст] : автореф. дис. ... канд. хим. наук : 05.17.07 ; ИХХТ СО РАН / Л. И. Гришечко. – Красноярск, 2014. – 22 с.

40. Ивахнов, А. Д. Окислительная делигнификация древесины в среде сверхкритического углекислого газа [Текст] 1. Обработка еловой древесины с использованием пероксида водорода / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Сверхкритические флюиды: теория и практика, 2008. - № 4. – С. 45-51.

41. Ивахнов, А. Д. Окислительная делигнификация древесины в среде сверхкритического углекислого газа [Текст] 2. Функционализация лигнина еловой древесины / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Сверхкритические флюиды: теория и практика, 2010. - № 1. – С. 45-51.

42. Ивахнов, А. Д. Окислительная делигнификация древесины в среде

сверхкритического углекислого газа [Текст] 3. Химический состав волокнистого полуфабриката / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Сверхкритические флюиды: теория и практика, 2010. – Т. 5. - № 4. – С. 13-23.

43. Ивахнов, А. Д. Применение сверхкритического диоксида углерода для модификации древесины [Текст] / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Химия и технология растительных веществ : тезисы докладов V Всерос. науч. конф. – Сыктывкар ; Уфа, 2008. – С. 35.

44. Ивахнов, А. Д. Низкотемпературная делигнификация древесины в среде сверхкритического углерода [Текст] / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья : материалы IV Всерос. науч. конф. 21-23 апреля 2009 г. : в 2 кн. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2009. – Кн. 1. - С. 27.

45. Ивахнов, А. Д. Прямое ацелирование целлюлозы в среде сверхкритического диоксида углерода [Текст] / А. Д. Ивахнов, К. Г. Боголицын, Т. Э. Скребец // Сверхкритические флюидные технологии и решение экологических проблем : материалы Всерос. школы молодых ученых. – Архангельск, 2010. – С. 34-38.

46. Ивахнов, А. Д. Окислительные превращения компонентов лигноуглеводной матрицы в среде сверхкритического диоксида углерода [Текст] : автореф. дис. ... канд. хим. наук: 05.21.03 А. Д. Ивахнов. – Архангельск : САФУ, 2011. – 18 с.

47. Ягодин, В. И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени [Текст] / В. И. Ягодин – Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1981. – 224 с.

48. Пат. 2015150, Россия, МКИ<sup>5</sup> C09F1/00. Способ переработки древесной зелени хвойных пород [Текст] / В. И. Роцин, С. В. Васильев, И. С. Павлуцкая, Р. А. Баранова, Н. М. Скачкова. – № 5008359/05 ; заявл. 22.07.91 ; опубл. 30.06.94, Бюл. № 20.

49. Лесохимия и подсочка [Текст] : обзорная инф. / Т. В. Баранов, Г. Н. Черняева. – Москва : ВНИПИЭИЛеспром, 1974. – Вып. 8. – С. 9.

50. Пат. 2061487, Россия, МКИ<sup>6</sup> А61К35/78. Способ получения биологически активной суммы тритерпеновых кислот [Текст] / В. А. Ралдугин, С. А. Шевцов, Г. И. Щукин Г. В. Ляндрес, К. А. Михеев. – № 4952526/14 ; заявл. 28.06.91 ; опубл. 10.06.96, Бюл. № 19.

51. Пат. 2108803, Россия, МКИ<sup>6</sup> А61К35/78. Способ получения биологически активной суммы тритерпеновых кислот [Текст] / В. А. Ралдугин, А. Г. Друганов, В. П. Климов, А. Н. Шубин, В М Чекуров ; № 97105437/13 ; заявл. 08.04.97 ; опубл. 20.04.98, Бюл. № 11.

52. Пат. 2089208, Россия, МКИ<sup>6</sup> А61К35/78. Способ выделения липидов [Текст] / А. В. Кучин, Л. П. Карманова, А. А. Королева. – № 94017993/14 ; заявл. 17.05.96 ; опубл. 10.09.97, Бюл. № 25.

53. Карманова, Л. П. Экстракция водным раствором основания как основа новой технологии получения фунгицидов и стимуляторов роста растений [Текст] / Л. П. Карманова, А. В. Кучин, А. А. Королева [и др.]. // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения. – 2002. - № 7. – С. 61-64.

54. Карманова, Л. П. Выделение липидов из древесной зелени хвойных пород. Нейтральные вещества древесной зелени пихты [Текст] / Л. П. Карманова, А. А. Королева, А. В. Кучин. - Сыктывкар, 1996. - С. 6-12.

55. Пат. 2138283, Россия, МКИ<sup>6</sup> А61К35/78. Способ выделения нейтральных веществ липидов [Текст] / Л. П. Карманова, А. В. Кучин, А. А. Королева, Р. Л. Сычев. –№ 98112799/14 ; заявл. 06.07.98 ; опубл. 27.09.99. Бюл. № 27.

56. Пат. 2161149, Россия, МКИ<sup>7</sup> А61К35/78. Способ выделения биологически активной суммы кислот из древесной зелени пихты [Текст] / А. В. Кучин, Л. П. Карманова, Т. В. Хуршкайнен. – № 99115901/04 ; заявл. 22.07.99 ; опубл. 27.12.2000. Бюл. № 36.

57. Кучин, А. В. Эмульсионная технология получения экстрактивных веществ из древесной зелени пихты [Текст] / А. В. Кучин, Л. П. Карманова, Н. Н. Скрипова // Химия и технология растительных веществ. – Сыктывкар,

2005. – С. 32-48. – (Тр. Коми науч. центра УрО РАН, № 176).

58. Хуршкайнен, Т. В. Экстрактивные вещества древесной зелени ели и пихты для растениеводства и ветеринарии [Текст] / Т. В. Хуршкайнен, Н. Н. Скрипова // Ежегодник Института химии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2010. – С. 51-54.

59. Адаптогенные свойства полипrenoлов, выделенных из древесной зелени пихты, при иммобилизационном стрессе у крыс [Текст] / В. Н. Сыров [и др.] // Химико-фармацевтический журнал. – 2012. – № 7. – С. 34–36.

60. Влияние полипrenoлов пихты и карсила на течение алкогольного гепатита [Текст] / Е. В. Вайс [и др.] // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 2012. – Т. 75, № 4. – С. 26–29.

61. Жариков, Я. А. Влияние кормовых добавок из пихты на продуктивность дойных коров [Текст] / Я. А. Жариков, Т. В. Хуршкайнен // Зоотехния. – 2011. – № 5. – С. 9–11.

62. Использование регулятора роста растений Вэрва для повышения урожайности и качества картофеля [Текст] / А. Г. Тулинов [и др.] // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 41–42.

63. Коковкина, С. В. Основные элементы технологии выращивания свеклы столовой в условиях республики Коми [Текст] = Basic Elements of Technology of Cultivation beets of Table Republic Komi in Conditions / С. В. Коковкина, Г. Т. Шморгунов, Т. В. Хуршкайнен // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 6–8.

64. Сравнительное исследование эффективности регуляторов роста растений при выращивании льна-долгунца [Текст] / Е. Ю. Бахтенко [и др.] // Агрохимия. – 2011. – № 8. – С. 37–43.

65. Биологически активная добавка кормовая «ВЭРВА» [Текст] : пат. 2485793 РФ : МПК А23К1/16 / Т. В. Хуршкайнен [и др.] ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии, ООО «Научно-технологическое предприятие Института химии Коми НЦ УрО РАН». – № 2011114192/13 ; за-

явл. 11.04.2011 ; опубл. 27.06.2013, Бюл. № 18.

66. Способ стимулирования роста и развития растений озимой пшеницы [Текст] : пат. 2453114 РФ : МПК А01N65/00 / Т. В. Хуршкайнен [и др.] ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии, ООО «Научно-технологическое предприятие Института химии Коми НЦ УрО РАН». – № 2010142141/13 ; заявл. 13.10.2010 ; опубл. 20.06.2012.

67. Способ стимулирования роста и развития картофеля [Текст] : пат. 2425477 РФ : МПК А01С1/00 / Г. Т. Шморгунов [и др.] ; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Научно-исследовательский и проектно-технологический институт агропромышленного комплекса Республики Коми Россельхозакадемии, Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии. – № 2010100639/13 ; заявл. 11.01.2010 ; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 22.

68. Способ получения хвойной кормовой добавки [Текст] : пат. 2402233 РФ : МПК А23К1/14 / А. В. Кучин [и др.] ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии, ООО «Научно-технологическое предприятие Института химии Коми НЦ УрО РАН». – № 2009102684/13 ; заявл. 27.01.2009 ; опубл. 27.10.2010, Бюл. № 30.

69. Способ выделения биологически активной суммы кислот из древесной зелени пихты [Текст] : пат. 2161149 РФ : МПК С07С57/26; А61К35/78 / А. В. Кучин, Л. П. Карманова, Т. В. Хуршкайнен ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии. – № 99115901/04 ; заявл. 22.07.1999 ; опубл. 27.12.2000.

70. Способ стимулирования роста и развития моркови столовой [Текст] : пат. 2346421 РФ : МПК А01С1/00 / Г. Т. Шморгунов [и др.] ; заявитель и патентообладатель ГУ Научно-исследовательский и проектно-технологический институт агропромышленного комплекса Республики Коми. – № 2006146890/13 ; заявл. 28.12.2006 ; опубл. 20.02.2009.

71. Способ стимулирования роста и развития капусты белокочанной [Текст] : пат. 2335876 РФ : МПК А01С 1/00 / Г. Т. Шморгунов [и др.] ; заявитель

тель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии, ГУ Научно-исследовательский и проектно-технологический институт агропромышленного комплекса Республики Коми. – № 2007124246/13 ; заявл. 27.06.2007 ; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 29.

72. Регулятор роста растений с фунгицидным действием «ВЭРВА» [Текст] : пат. 2298327 РФ : МПК А01N65/00; А01P21/00; А01P3/00 / А. В. Кучин [и др.] ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии. – № 2006101648/04 ; заявл. 20.01.2006 ; опубл. 10.05.2007, Бюл. № 13.

73. Способ выращивания льна-долгунца [Текст] : пат. 2314665 РФ : МПК А01N65/00, А01G1/00 / С. Л. Белопухов, А. В. Захаренко, А. В. Кучин, Т. В. Хуршкайнен ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии. – № 2006101952/12 ; заявл. 24.01.2006 ; опубл. 20.01.2008, Бюл. № 2.

74. Способ стимулирования роста и развития масличных культур [Текст] : пат. 2378817 РФ : МПК А01С21/00 / А. В. Кучин, Т. В. Хуршкайнен, Н. Н. Скрипова ; заявитель и патентообладатель Коми НЦ УрО РАН, Ин-т химии, ООО «Научно-технологическое предприятие Института химии Коми НЦ УрО РАН». – № 2008117777/12 ; заявл. 04.05.2008 ; опубл. 20.01.2010, Бюл. № 2.

75. Анашенков, С. Ю. Водно-щелочная экстракция древесной зелени [Текст] 1. Влияние конструктивных особенностей экстрактора роторно-пульсационного типа и гидромодуля на выход экстрактивных веществ / С. Ю. Анашенков, В. И. Роцин, О. А. Чернышова // Химия растительного сырья. – 2008. – № 3. – С. 65–70.

76. Анашенков, С. Ю. Водно-щелочная экстракция древесной зелени [Текст] 1. Влияние концентрации щелочи и времени экстракции в роторно-пульсационном аппарате на выход экстрактивных веществ / С. Ю. Анашенков, В. И. Роцин // Химия растительного сырья. – 2008. – № 4. – С. 105–108.

77. Пат. 2448119, Россия, МКИ7 А61К35/78. Способ получения полисахаридов из древесной зелени хвойных растений [Текст] / Е. Н. Макарова,

Е. В. Шахматов, О. А. Патова ; заявл. 28.05.10 ; опубл. 20.04.2012.

78. Макарова, Е. Н. Сезонная динамика и биологическая активность полисахаридов древесной зелени пихты сибирской «*Abies Sibirica ledeb*» [Текст] / Е. Н. Макарова, О. А. Патова, Е. А. Михайлова, В. А. Дёмин // Химия растительного сырья, 2011. - № 2. - С. 35–42.

79. Оводов, Ю. С. Полисахариды цветковых растений: структура и физиологическая активность [Текст] / Ю. С. Оводов // Биоорганическая химия. – 1998. – Т. 42. - № 7. – С. 483-501.

80. Макарова, Е. Н. Полисахаридный состав древесной зелени пихты (*Abies Sibirica*) [Текст] / Е. Н. Макарова, О. А. Бушнева, В. А. Дёмин // Химия и технология растительных веществ. – Сыктывкар, 2005. – С. 49-59. – (Тр. Коми науч. центра УрО РАН, № 176).

81. Карманов. А. П. Целлюлоза и лигнин. Свойства и применение [Текст] / А. П. Карманов, Л. С. Кочева. – Сыктывкар : Изд-во Коми НУ УрО РАН. – 2006. – 248 с.

82. Броварова, О. В. Изучение сорбции Fe(III) и Cr(IV) из водных растворов биосорбентами растительного происхождения [Текст] / О. В. Броварова, Л. С. Кочева, А. П. Карманов // Химия и технология растительных веществ. – Сыктывкар, 2005. – С. 4-13 (Тр. Коми науч. центра УрО РАН, № 176).

83. Казакова, Е. Г. Новый способ получения микрокристаллической целлюлозы [Текст] / Е. Г. Казакова, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82, вып. 3. - С. 502-505.

84. Удоратина, Е. В. Получение лигноцеллюлозного порошкового материала из вторичного сырья [Текст] / Е. В. Удоратина, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. 2007. - Т. 80, вып. 1. - С. 119–122.

85. Казакова, Е. Г. Получение порошковой целлюлозы [Текст] / Е. Г. Казакова, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. – 2009. – Т. 82, вып. 6. - С. 1033–1036.

86. Кувшинова, Л. А. Деструкция хвойной небеленой целлюлозы тетра-

хлоридом титана [Текст] / Л. А. Кувшинова, В. А. Дёмин // Химия и технология растительных веществ : сб. трудов Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар. – 2005. – № 176. – С. 24–31.

87. Фролова, С. В. Деструкция древесной целлюлозы кислотами Льюиса с целью получения порошковой целлюлозы [Текст] / С. В. Фролова, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. – 2008. – Т. 81. – № 1. – С. 152–156.

88. Дёмин, В. А. Модификация целлюлозы кислотами Льюиса [Текст] / В. А. Дёмин, С. В. Фролова, Л. А. Кувшинова // IV Всероссийская научная конференция «Химия и технология растительных веществ». – Сыктывкар, 2006. – С. 348.

89. Некрасова, В. Б. Лечебно-профилактические средства из биомассы древесины [Текст] : монография / В. Б. Некрасова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2006. – 192 с.

90. Некрасова, В. Б. Получение и использование биологически активных и сопутствующих продуктов из сульфатного мыла [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.03 / В. Б. Некрасова ; Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия. – Санкт-Петербург, 2006. – 355 с.

91. Толстиков, Г. А. Бетулин и его производные. Химия и биологическая активность [Текст] / Г. А. Толстиков, О. Б. Флехтер, Э. Э. Шульц // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – №13. – С. 1–30.

92. Толстикова, Т. Г. Терпеноиды ряда лупана - биологическая активность и фармакологические перспективы. Производные ряда лупана [Текст] / Т. Г. Толстикова, И. В. Сорокина // Биоорганическая химия. – 2006. – №1. – С. 42-55.

93. Толстикова, Т. Г. Терпеноиды ряда лупана - биологическая активность и фармакологические перспективы. Полусинтетические производные лупана [Текст] / Т. Г. Толстикова, И. В. Сорокина // Биоорганическая химия. – 2006. – №3. – С. 291-307.

94. Кузнецов, Б. Н. Выделение бетулина и суберина из коры березы, ак-

тивированной в условиях взрывного автогидролиза [Текст] / Б.Н. Кузнецов, В.А. Левданский // Химия растительного сырья. – 1998. - № 1. - С. 5–9.

95. Некрасова, В. Б. Получение и применение биокорректоров питания из биомассы дерева [Текст] / В. Б. Некрасова, Т. Г. Безбородова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – Санкт-Петербург : ЛТА, 2012. – Вып. 198. – С. 190-201.

96. О рациональном использовании коры осины [Текст] / В. И. Ягодин, В. Б. Некрасова, А. В. Бахтиярова, О. С. Олейник // Леса России в XXI веке : матер. Второй междунар. науч.-практ. интернет-конф. / Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия. – Санкт-Петербург : ЛТА, 2009. – С. 117-120.

97. Ведерников, Д. Н. Экстрактивные вещества листьев березы повислой *Betula pendula* Roth. (*Betulaceae*) [Текст]. 1. Групповой состав, состав летучих соединений и кислот эфирных экстрактов / Д. Н. Ведерников, В. И. Роцин // Химия растительного сырья. – 2012. – № 1. – С. 93-100.

98. Ведерников, Д. Н. Экстрактивные вещества почек березы повислой *Betula pendula* Roth. (*Betulaceae*) [Текст] 1. Состав жирных кислот, углеводов и сложных эфиров / Д. Н. Ведерников, В. И. Роцин // Химия растительного сырья. – 2009. – № 3. – С. 69-73.

99. Ведерников, Д. Н. Экстрактивные вещества почек березы повислой *Betula Pendula* Roth (*Betulaceae*) [Текст] 3. Состав тритерпеновых кислот, флавоноидов, спиртов и эфиров / Д. Н. Ведерников, В. И. Роцин // Химия растительного сырья. – 2010. – № 4. – С. 67-75.

100. Ведерников, Д. Н. Экстрактивные вещества почек березы повислой *Betula Pendula* Roth (*Betulaceae*) [Текст] 4. Состав сесквитерпеновых диолов, триолов, флавоноидов / Д. Н. Ведерников, В. И. Роцин // Химия растительного сырья. – 2011. – № 1. – С. 111-118.

101. Короткий, В. П. Пилотный проект по созданию инновационно-производственного кластера «Зеленая химия» [Текст] / В. П. Короткий,

В. А. Рыжов, В. И. Роцин // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы II Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 6-7 февр. 2012 г.) / Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства ; гл. ред. А. В. Жигунов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбНИИЛХ, 2012. – С. 118-123.

102. Некрасова, В. Б. Лечебно-профилактические средства из биомассы древесины [Текст] : монография / В. Б. Некрасова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2006. – 192 с.

103. Средство для интимной гигиены женщин [Текст] : пат. RU 2493822 С 2 : МПК А61К 8/97, А61Q 19/10, А61К 36/15, А61Р 15/00 / Некрасова Валерия Борисовна [и др.] ; заявитель и патентообладатель ООО «Фитолон-наука». – № 2011148879/15 ; заявл. 30.11.2011 ; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.

104. Гуминовый концентрат, содержащий гуминовые кислоты, способ его получения и состав для ухода за волосами и кожей головы [Текст] : пат. RU 2394556 С 1 : МПК А61К 8/97, А61Q 5/12 / Некрасова Валерия Борисовна, Тарашкевич Надежда Викторовна ; заявитель и патентообладатель ООО «Фитолон-наука». – № 2008148069/15 ; заявл. 05.12.2008 ; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20.

105. Поглотитель газов и неприятных запахов (варианты) и органоминеральное удобрение [Текст] : пат. RU 2493905 С 2 : МПК В01J 20/02, В01D 53/34, В01D 53/52, С05F 15/00 / Некрасова Валерия Борисовна ; заявитель и патентообладатель ООО «Фитолон-наука». – № 2011148881/04 ; заявл. 30.11.2011 ; опубл. 27.09.2013, Бюл. № 27.

106. Применение биологически активной добавки к пище «провитам» в качестве ингибитора перекисного окисления липидов [Текст] : пат. RU 2408382 С 2 : МПК А61К 36/15, А23L 1/30, А61Р 9/00, А61Р 39/06 / Некрасова Валерия Борисовна [и др.] ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение «Федеральный центр сердца, крови и эндокринологии имени В. А. Алмазова Федерального агентства по высокотехнологичной

медицинской помощи», Государственное образовательное учреждение профессионального образования «Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия имени С. М. Кирова», ООО «Фитолон-наука». – № 2008143159/15 ; заявл. 30.10.2008 ; опубл. 10.01.2011, Бюл. № 1.

107. Лесмин – хвойные таблетки. Использование для оздоровления, в комплексной терапии и профилактике гриппа и других ОРВИ [Текст] : метод. пособие для врачей / Л. В. Осидак [и др.]. – Санкт-Петербург : ООО «Фитолон-Мед», 2006. – 24 с.

108. Некрасова, В. Б. Изучение и применение лечебно-профилактических препаратов на основе природных биологически активных веществ [Текст] / В. Б. Некрасова, Т. В. Никитина, В. Г. Курныгина. – Санкт-Петербург : Эскулап, 2000. - С. 92-96.

109. Фитолон. Использование для оздоровления и в качестве лечебно-профилактического средства [Текст]: метод. пособие для врачей / Л. В. Осидак [и др.]. / Санкт-Петербург : Нордмедиздат, 2008. - 36 с.

110. Алкилирование фенола камфеном в присутствии гетерополикислот, нанесенных на оксиды металлов [Текст] / С. А. Попова [и др.]. // Журнал физической химии. – 2013. – Т. 87, № 2. – С. 348–352.

111. Асимметрический синтез новых оптически активных сульфинамидов ментанового ряда и их производных [Текст] / Е. С. Измestьев [и др.] // Журнал органической химии. – 2012. – Т. 48, вып. 2. – С. 197–205.

112. Асимметрическое окисление неоментилсодержащих гетероциклических сульфидов [Текст] / М. Я. Демакова [и др.] // Журнал органической химии. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 118–123.

113. Взаимодействие 1-метил-2-терпенилсульфанилимидазолов с диоксидом хлора [Текст] / М. Я. Демакова [и др.]. // Журнал органической химии. – 2012. – Т. 48, вып. 11. – С. 1510–1512.

114. Влияние 4-метил-2,6-диизоборнилфенола на термоустойчивость поливинилхлорида [Текст] / И. Т. Габитов [и др.] // Вестник Башкирского университета. – 2012. – Т. 17, № 1. – С. 48–50.

115. Гомохиральные комплексы палладия на основе бензил- и альфа-метилбензилиминов камфары [Текст] / Я. А. Гурьева [и др.]. // Журнал общей химии. – 2012. – Т. 82, вып. 7. – С. 1117–1123.

116. Диоксид хлора в реакциях хемо- и стереоселективного окисления сульфидов [Текст] / А. В. Кучин [и др.] // Известия РАН. Серия химическая. – 2013. – № 1. – С. 1–5.

117. Синтез и цитотоксическая активность новых порфиринов переходных металлов на основе производных хлорофилла [Текст] / [коллектив авторов] // Химия и фармакология растительных веществ : тезисы докладов Всероссийской научной конференции. – Сыктывкар, 2014. - С. 168-171. – (Институт химии Коми НЦ УрО РАН).

118. Лезина, О. М. Новый синтез алкан- и арилсульfoxлоридов окислением тиолов и дисульфидов диоксидом хлора [Текст] / О. М. Лезина, С. А. Рубцова, А. В. Кучин // Журнал органической химии. – 2011. – Т. 47, вып. 8. – С. 1230–1231.

119. Окисление полифункциональных сульфидов диоксидом хлора [Текст] / И. В. Логинова [и др.] // Журнал органической химии. – 2011. – Т. 47, вып. 1. – С. 125–130.

120. Синтез новых производных на основе 2,6-диизоборнил-4-метилфенола [Текст] / Е. В. Буравлёв [и др.] // Журнал органической химии. – 2012. – Т. 48, вып. 7. – С. 943–947.

121. Пен, Р. З. Технология целлюлозы [Текст] : учеб. пособие для студентов спец. 260300 всех форм обучения в 2-х томах. Т. 1. Подготовка древесины. Производство сульфатной целлюлозы / Р. З. Пен – 2-е изд., доп. – Красноярск : СибГТУ, 2002. - 340 с.

122. Бондаренко, А. «Целлюлозная» статистика [Текст] / А. Бондаренко // Целлюлоза, бумага, картон. – 2014. – № 6. – С. 24-25.
123. Рынок целлюлозы в России – 2014. Импорт [Текст] / ИА Лесолайн // Целлюлоза, бумага, картон. – 2014. – № 7. – С. 25-30.
124. Ершов, М. А. Будущее для биоэтанола в России [Текст] / М. А. Ершов, В. Е. Емельянов, Т. А. Климова // Международная биоэнергетика. - 2012 - № 3 - С. 23-25.
125. Макаров, А. А. Термическое разложение древесины в режиме быстрого абляционного пиролиза [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.05, 05.21.03 / Макаров Александр Александрович. - Казань, 2011. - 144 с. : ил. РГБ ОД, 61 11-5/3431.
126. Боголицин, К. Г. Разработка научных основ экологически безопасных технологий комплексной химической переработки, древесного сырья [Текст] / К. Г. Боголицин // Лесной журнал. - 1998. - № 2-3. - С. 40 – 52.
127. Сафин, Р. Р. Комплексная переработка древесной зелени хвойных пород / Р. Р. Сафин, А. Е. Воронин, Р. Р. Хасаншин [Текст] // Материалы X Междунар. молодежной науч. конф. «Севергеоэкотех-2009». – Ухта, 2009. - С. 241-244.
128. Кучин, В. А. Эмульсионная технология получения экстрактивных веществ из древесной зелени пихты [Текст] / В. А. Кучин, Л. П. Карманова, Н. Н. Скрипова // Химия и технология растительных веществ. – Сыктывкар, 2005. – С. 32–48. – (Труды Коми научного центра УрО РАН, № 176).
129. Growing industrial importance of adsorption technologies to drive the market for activated carbon worldwide, according to new report by global industry analysts [Электронный ресурс] // название сайта. – [www. strategyr. com](http://www.strategyr.com). Режим доступа : <http://www. strategyr. com/Activated Carbon Market Report. asp>. – (Дата обращения: 31.10.2014).
130. Пахучий, В. В. Лесосырьевые ресурсы как основа развития лесного сектора [Текст] / В. В. Пахучий, Л. М. Пахучая // Методология развития ре-

гиональной системы лесопользования в Республике Коми : сб. матер. науч. конф. (Сыктывкар, 30 ноября 2010 г.). – Сыктывкар : СЛИ, 2011. – С. 72–78.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ТИПОВЫЕ СХЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### ЛЕСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

#### Приложение А

#### Биохимический холдинг ПО «ОРГХИМ»

Базовым производственным предприятием холдинга стал химический завод в г. Урень Нижегородской области – производственное объединение «Оргхим», год основания 1932 г. (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Производственное объединение «Оргхим»

В 2002 г. создано производство дробленой канифоли и канифольного мыла. Организованы первые поставки канифольного мыла на завод ОАО «Воронеж синтезкаучук».

#### ***Частично омыленная диспропорционированная канифоль ДисКаС***

Описание: представляет собой высококачественную диспропорционированную канифоль.

Применение: в качестве эмульгатора при производстве синтетического каучука.

Преимущества: продукт удобный для транспортировки и применения

(выпускается в гранулах по «dust-free» технологии), упакован в бумажные мешки («биг-бэги»). ДисКаС легко растворяется в теплой щелочи при приготовлении рабочей концентрации калиевого мыла. При этом уменьшается расход гидроксида калия для омыления по сравнению с обычной диспропорционированной канифолью. Готовое мыло отличается улучшенной цветностью.

## КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ НА ТВЕРДЫХ НОСИТЕЛЯХ

Разработка высокопористого ячеистого каталитического носителя, каталитических систем на его основе и каталитических процессов с их участием.

Технология гидрообессеривания сульфатного скипидара.

Способ получения пинана.

Способ получения гидрированной канифоли.

Способ гидроочистки и диспропорционирования талловой канифоли.

Способ гидрирования жирных кислот.

## ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ И ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Селективная очистка нефтяных масел от полициклических ароматических углеводородов.

Получение монотерпеновых спиртов.

Получение гидроперекиси терпеновых углеводородов.

Получение гранулированной живичной канифоли.

Получение светлых глицериновых и пентаэритритовых эфиров живичной и талловой (диспропорционированной) канифоли.

Получение комплексных эмульгаторов на основе смеси смоляных и жирных кислот с заранее заданным составом, физико-химическими и потребительскими свойствами.

Получение дистиллированных жирных кислот заданного фракционного состава.

С 2012 года начались активные исследовательские работы по созданию масла-мягчителя для каучуков и пластификатора резиновых смесей для шин на

основе растительного сырья. Ведутся разработки нового продукта на основе терпеновых углеводов – терпеномалеиновые смолы для повышения клейкости резиновой смеси в автомобильных шинах. Хороший пример интеграции науки и реального производства – сотрудничество биохимического холдинга «Оргхим» и Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского (ННГУ). БХХ «Оргхим» совместно с ННГУ представят на выставке совместный проект «Создание высокотехнологичного производства на основе инновационной технологии глубокой переработки жидкофазных отходов лесной промышленности». Благодаря новой российской технологии будет спроектировано и открыто производство новых продуктов, уникальных для отечественного рынка.

Новая продукция, получаемая по технологии ТЕРПЕН-1:

масла-дезинфектанты (МС-85, МС-95) – обладают прекрасными флотизирующими свойствами, могут быть использованы для флотации руд цветных металлов, применяются также в составе жидких бактерицидных препаратов, лакокрасочных композиций и в машиностроении;

парфюмерный терпинеол – обладает бактерицидными и фунгицидными свойствами, применяется в качестве отдушек для мыл, дезинфектантов и синтетических моющих средств. В РФ терпинеол пока не производят;

фармокопейный терпингидрат – широко используется при изготовлении лекарственных препаратов, обладающих противокашлевым действием. В РФ промышленное производство терпингидрата отсутствует;

гидрированные терпены – растворители для лаков, при их окислении образуются соответствующие гидроперекиси, являющимся эффективными инициаторами низкотемпературной полимеризации при синтезе каучуков.

В рамках совместного проекта будет разработана технология ТЕРПЕН-1, создана промышленная установка для глубокой переработки жидкофазных отходов лесной промышленности и в итоге открыто новое высокотехнологичное производство.

Общая сумма инвестиций в проект составит 410 млн руб., из которых 220 млн руб. - собственные средства биохимического холдинга «Оргхим», которые пойдут на организацию работ по производству и научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки. Также 190 млн руб. поступит в виде государственной субсидии. Проект рассчитан на 3 года, начало реализации – II квартал 2013 года, дата завершения проекта – IV квартал 2015 года. Срок окупаемости проекта – 7 лет с начала запуска производственного комплекса.

**Патент RU 2210590 - способ получения эфирного  
масла из сырья растительного происхождения**

Изобретение относится к способам извлечения хвойных эфирных масел из растительного сырья и может быть использовано в лесной, фармацевтической, химической, медицинской и других отраслях промышленности. Осуществляют перегонку эфирных масел с водяным паром при температуре 90–100 С и давлении 0,07-0,15 МПа в течение 8-10 ч. В качестве растительного сырья используют измельченную до размеров 1-2 см кору ели аянской (*Picea jezoensis*), пихты белокорой, лиственницы даурской, сосны кедровой корейской – отходов деревьев от рубок главного и промежуточного пользования, а также от переработки древесины. Изобретение позволяет повысить содержание хамазулена в продукте.

Наиболее близким к заявляемому изобретению по технической сущности является способ извлечения эфирных масел из растительного сырья перегонкой с водяным паром. Недостатком известного способа, по сравнению с заявляемым, являются потери ценных соединений - азуленов. Азулены - небензоидные ароматические соединения, содержащие конденсированную систему 5- и 7-членного циклов. Простейший представитель - азулен. В природе многие азулены встречаются в эфирных маслах, например, хамазулен (1,4-диметил-7-этилазулен). Хамазулен интенсивно окрашен в синий цвет и придает хвойному эфирному маслу голубоватый оттенок.

Целью изобретения были поиск источников растительного сырья, содержащего азулен, и получение хвойного эфирного масла с их повышенным содержанием, в частности хамазулена; утилизация древесных отходов; расширение сырьевой базы биологически активных веществ. Эфирные масла, содержащие азулены, можно использовать в качестве сырьевой субстанции (основы) для создания лекарственных препаратов.

В настоящее время выпускают препарат «Ромазулен», производимый в Румынии, обладающий антисептическим и дезодорирующим свойствами. Его применяют при гастритах, колитах, метеоризме, воспалительных заболеваниях слизистых оболочек и кожи.

Эфирные масла, содержащие азулен, например масло тысячелистника, ромашки, обладают антисептическим, противовоспалительным, спазмолитическим, седативным, обезболивающим, противоязвенным и ранозаживляющим действиями.

Выявление новых источников содержания азуленов, повышение их выхода - важное направление в ряде отраслей производства и потребления.

Эфирные масла, содержащие азулены, могут быть использованы и как сырьевая субстанция (основа) для создания лекарственных препаратов. Они могут быть использованы и как суммарные натуральные природные продукты в медицине, парфюмерии, косметике и ароматерапии.

Поставленная цель достигаема, если:

1) перегонку эфирных масел с водяным паром проводят при температуре 90–100 °С, давлении 0,07-0,15 МПа в течение 8-10 часов;

2) в качестве растительного сырья используют измельченную кору отходов деревьев от рубок главного и промежуточного пользования и от переработки древесины пихты белокорой, ели аянской, ели корейской, лиственницы даурской, сосны кедровой корейской.

*Примеры выполнения способа.*

Кору отходов деревьев от рубок главного и промежуточного пользования или от переработки древесины, измельченную до размеров 1–2 см, загружают в перегонный чан установки периодического действия, вместимостью 1-2 м<sup>3</sup> и пропускают через нее водяной пар из котла-парообразователя (типа КТФ-300) при температуре 90-100 °С и давлении 0,07-0,15 МПа. Проходящий пар извлекает эфирные масла и азулены и конденсируется в холодильнике, из которого их смесь вместе с водой поступает и разделяется в маслоотделителе

(флорентине). Из 1 т коры получают от 6,6 до 15,3 кг эфирного масла (субстанции), содержащего от 70 до 490 г азуленов, т. е. от 1,1 до 3,2 %.

Эфирное масло, содержащее указанное количество азуленов, может успешно использоваться в натуральном виде в виде сырьевой субстанции для извлечения фракции азуленов и последующего ее использования (в медицине, парфюмерии и косметике), а также в качестве биоактивной добавки в различные новые препараты на основе растительного лесного сырья.

#### *Описание 1.*

Измельченную до размеров 1–2 см кору ели аянской (*Picea jezoensis*) загружают в перегонный чан установки вместимостью 1–2 м<sup>3</sup>, пропускают через нее водяной пар из котла-парообразователя КТФ-300 при температуре 90 °С и давлении 0,07 МПа в течение 8–10 часов. Проходящий пар извлекает азулены и эфирные масла и конденсируется в холодильнике, из которого смесь их с флорентинной водой поступает и разделяется во флорентине (маслоотделителе). Масляный слой отделяют от флорентинной воды. Содержание азуленов в эфирном масле определяют методом газожидкостной хроматографии. Содержание хамазулена в эфирном масле составляет 1,1 %.

#### *Описание 2.*

Процесс осуществляется аналогично описанию 1 с тем же растительным сырьем (корой ели аянской, измельченной до размеров 1-2 см), но с повышением температуры до 100 °С и увеличением давления до 0,15 МПа. Получают эфирное масло с содержанием в нем азуленов в количестве до 3,22 %. Снижение температуры до 85 °С приводит к резкому снижению выхода эфирных масел и, соответственно, уменьшению содержания азуленов (хамазулена) до величины менее 0,1-0,2 %. При повышении температуры перегонки до 110 °С и выше азулены легко вступают в реакции замещения, которые ведут к сложным перегруппировкам электронов в молекуле, что приводит к образованию иных соединений. При этом также наблюдается снижение или отсутствие азуленов во фракциях эфирных масел.

### *Описание 3.*

Способ осуществляют следующим образом. Измельченную кору отходов хвойных деревьев от рубок главного и промежуточного пользования или от переработки древесины, например, ели аянской загружают в перегонный чан мобильной установки периодического действия вместимостью 1-2 м<sup>3</sup>, пропускают через нее водяной пар из котла-парообразователя, например типа КТФ-300, при температуре 90-100 °С и давлении 0,07-0,15 МПа. Проходящий пар извлекает эфирные масла и азулены, конденсируется в холодильнике, из которого смесь их с флорентинной водой поступает и разделяется во флорентине - маслоотделителе. Масло с азуленами накапливается в маслоприемнике.

Таким образом, этот процесс позволяет получать хвойные эфирные масла, содержащие свыше 3 % хамазулена, что дает основание использовать масло в качестве суммарного натурального эфирного масла, а также в качестве сырьевой субстанции для получения азуленовой фракции в медицине, парфюмерии и косметике.

### ООО «ПечораЭнергоРесурс» - производство эфирных масел

Непосредственное производство эфирных масел осуществляется в цехе эфирных масел и инновационных технологий. При этом важно отметить, что для бесперебойного снабжения производства пригодной хвойной массой соответствующего качества необходимо внедрить новые принципы механизированной заготовки древесины.

Отходы лесозаготовок доставляются на предприятие специализированным автотранспортом и разгружаются на складе. При этом хвоя и лапки не должны измельчаться. Лучше всего, чтобы маленькие ветви с толщиной веток не более чем 2,5 см были отделены от общей массы порубочных остатков, подобраны и доставлены в специальные бункеры на производственной площадке, откуда будет осуществляться их подача на переработку. Технологическая схема производства эфирных масел представлена на рис. 3.1.

Выделение эфирного масла из сырья основывается на способности его подвергаться отгонке с парами воды. Сущность этого процесса состоит в том, что через слой сырья пропускают пары воды, которые, прогревая его, увлекают с собой эфирное масло. Пары воды и эфирного масла проходят дальше в холодильник, а после конденсации паров масло легко отделяется от воды во флорентине.

Из бункеров (поз. 2) сырье подается в цех перегонки масла (поз. 3). С помощью тракторного погрузчика сырье укладывается на загрузочный стол дистиллятора и далее руками подается в открытый дистиллятор. Эта операция занимает не более 30 мин.

Дистиллятор оснащается двойным дном и перфорированным барабаном. Сырье укладывается в дистиллятор до тех пор, пока он не заполнится, при этом 3-дюймовое отверстие для выхода пара в конденсаторе должно оставаться

ся свободным.

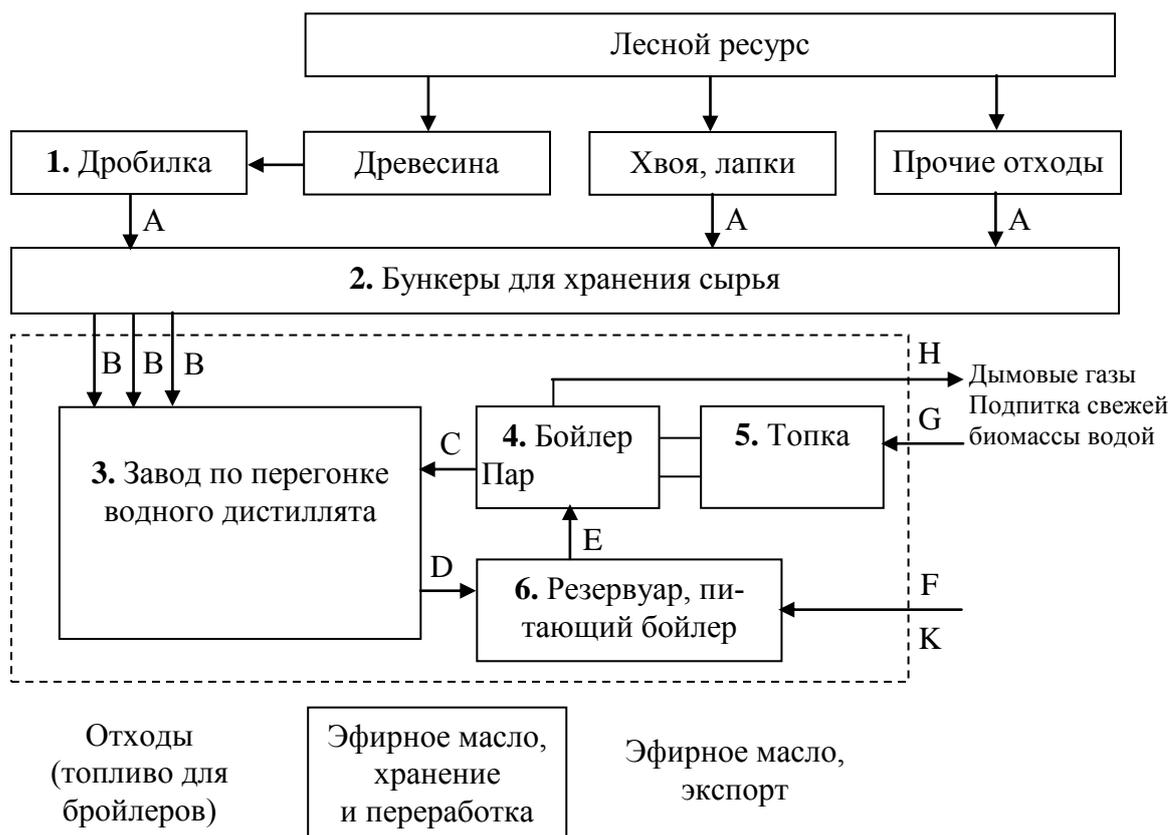


Рисунок 3.1 – Принципиальная технологическая схема производства на ООО «ПечораЭнергоРесурс» эфирных масел с использованием процесса дистилляции

Крышка дистиллятора опускается с помощью цепного подъемника, но предварительно нужно убедиться, что прокладка чистая и находится на месте, после этого крышка может быть зафиксирована с помощью затвора.

После того как крышку надежно закрыли, необходимо поднять предохранительный клапан, чтобы убедиться, что он находится в рабочем состоянии, включить циркуляционный насос и охлаждающий вентилятор.

После проверки, что бойлер (поз. 4), котел (поз. 5) и цистерна с водой для подпитки котла (поз. 6) функционируют и генерируют пар с надлежащим давлением (4–6 бар), необходимо открыть паровой клапан дистиллятора, а также паровой клапан паровой рубашки и сделать необходимую регулировку клапана, позволяющую установить величину расхода пара 120 кг/ч в днище

дистиллятора для проведения процесса паровой дистилляции.

После экстракции сырья, которая может занять от 2 до 12 часов (зависит от материала), закрывают паровой клапан, удаляют крепежи, открывают крышку, используя цепной подъемник, и подготавливают дистиллятор к разгрузке, затем выключают систему охлаждения.

Освободить дистиллятор необходимо, опуская разгрузочный крест в открытый дистиллятор и используя цепной подъемник. Для этого нужно соединить подъемный стержень с крестовиной, используя цепной подъемник, и вынуть корзину из дистиллятора. Когда корзина полностью вынута, необходимо двигать ее вдоль верхней двутавровой балки, затем отпустить корзину с отходами в грузовик.

Полученное эфирное масло хранится на складе в бочках либо подвергается дальнейшей переработке. В некоторых случаях водный дистиллят, который образуется как побочный продукт, также может храниться в резервуаре и повторно использоваться в технологическом процессе.

Ориентировочная стоимость оборудования цеха эфирных масел и инновационных технологий составляет 15,6 млн руб., в том числе оборудования для производства эфирных масел - 2,7 млн. руб. Планируется выпускать 45 360 кг эфирных масел в год.

### **Энергоэффективная технология получения тонкодисперсных порошков из древесных отходов**

Импеллерные мельницы производства машиностроительного предприятия «ТЕХПРИБОР» г. Щекино позволяют получать древесную муку  $D_{90} < 10$  мкм с расходом энергии всего 300 кВт \* ч, это в 3,5 - 4 раза меньше расхода энергии используемых в настоящее время молотковых мельниц.

Большинство полимерных материалов, выпускаемых промышленностью, имеют в своем составе «усиливающие» тонкодисперсные наполнители, которые значительно улучшают эксплуатационные свойства композиций, повышая их экономичность. В качестве наполнителей наиболее часто используются твердые дисперсные или волокнистые материалы как минерального, так и органического происхождения.

Важнейшими факторами, определяющими количественный и качественный состав полимерных материалов, является совместимость их компонентов, а также дисперсность наполнителя. С уменьшением размеров частиц (при условии их хорошего перемешивания) физико-механические характеристики наполненных полимеров, как правило, улучшаются, а максимальная концентрация смещается в сторону более высоких, до 70–80 % наполнений.

Эффективным способом улучшения совместимости полимеров с наполнителями является тонкий помол последних, который сопровождается образованием свежих, реакционно-активных поверхностей. По ряду признаков механическое измельчение - это наиболее универсальный и экономичный способ получения тонкодисперсных порошков из дешевых, практически «бросовых» материалов.

Одним из самых распространенных органических наполнителей полимерных материалов является древесная мука. Высокая прочность на изгиб и растяжение при малом объемном весе, низкая теплопроводность, волокнистая

структура обусловили ее применение в производстве изделий из пластмасс, резины и т. д. Качество этих полимерных материалов во многом определяется свойствами древесного наполнителя и прежде всего размерами частиц.

До недавнего времени механическое измельчение низкоплотных упругих материалов было сопряжено со значительными трудностями и сопровождалось высоким расходом энергии. Так, для получения относительно грубодисперсного продукта (марка 160-560) из древесных отходов традиционно используются молотковые мельницы, по сути, являющиеся модифицированными дробилками, способными выдавать порошок нужного качества только в замкнутом цикле помола с огромной циркуляцией «крупки». Попытки использования для помола древесных отходов вибрационных мельниц хотя и позволили получить порошки, соответствующие марке 100, однако расход энергии также оказался очень велик, порядка 1000–1200 кВт \* ч/т продукта. К тому же обязательным условием применения вибромельниц являлось предварительное тонкое дробление сырья, а также его сушка до влажности 4 %, что еще больше увеличивало энергозатраты на получение древесного порошка. Эксперименты с воздушоструйными мельницами также не увенчались успехом в плане повышения тонкости помола и снижения расхода энергии. Из-за плохой, по сравнению с минеральными веществами (кварц, известняк и т. д.), измельчаемости древесины эти агрегаты оказались не приспособлены для производства тонких марок 120 и меньше.

Основная проблема получения древесной муки с использованием мельниц, изначально созданных для работы с хрупкими материалами поликристаллического строения, связана с реализуемой ими моделью измельчения. Минеральное сырье, как правило, имеет прочность на сжатие в 8–10 раз больше чем на изгиб и растяжение, т. е. для его измельчения рационально использовать удар. И молотковые, и воздушоструйные мельницы относятся к типу измельчительного оборудования ударного действия, вибрационные мельницы – ударно-истирающего. Древесные отходы, такие, как опилки, стружка, щепка и т. д., ма-

материалы не хрупкие, а напротив упругие, удар по ним не приводит к их разрушению, значит, измельчение таких материалов должно производиться другими способами.

Совершенно очевидно, что низкий КПД используемых в производстве древесной муки молотковых мельниц связан с крайне неоптимальной моделью измельчения данного материала. Шарнирные ударные элементы сами по себе не способны разрушить упругие частицы древесины, они лишь сообщают им вихревой характер движения. Более чем скромные результаты измельчения получены не за счет «основного», а за счет «побочного продукта» перемещения помольных органов – закручивания потока и самоистирания частиц в этом потоке. Но сама конструкция молотковых мельниц ввиду больших рабочих зазоров и массивности ротора не способствует усилению положительного эффекта взаимного измельчения частиц в плотных потоках.

Для кардинального уменьшения расхода энергии на получение тонкодисперсного древесного порошка требуется создание измельчительной машины принципиально иного типа, отличной от молотковых, вибрационных и струйных мельниц.

Машиностроительным предприятием «ТЕХПРИБОР» разработана и запущена в производство автоматизированная компакт-линия сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА-ДМ», предназначенная для тонкого помола древесных отходов. Мельница относится к типу измельчительного оборудования истирающего действия, ее рабочим органом является лопастной ротор-импеллер. Основное отличие компакт-линии сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА-ДМ» от оборудования аналогичного назначения – это возможность формирования в камере помола зоны интенсивного самоизмельчения тороидальной формы, где вихревой характер движения частиц дополняется их радиальным перемещением в плотном слое.

Оригинальная конструкция импеллера и статора мельницы позволяют

создать две практически независимые области измельчения: первая, с увеличенными рабочими зазорами для предотвращения поломок рабочих органов, связанных с попаданием в камеру помола недробимых включений, а вторая, напротив, с малыми зазорами для эффективного помола и динамической классификации частиц, согласно их размером.

Испытания автоматизированной компакт-линии сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА-ДМ» подтвердили высокую эффективность данного оборудования при помоле неподготовленных опилок хвойных и лиственных пород древесины.

Полученный порошок состоит из частиц размерами 2–5 микрон (микрон – мкм) (70 %) и 7–10 микрон (30 %) (исследования по изучению гранулометрии порошков проводились Государственным НИИ «Синтезбелок»). Производительность мельницы составляет 100 кг/ч. Расход энергии на получение одной ты тонкодисперсного порошка не превышает 300 кВт\*ч.

Таким образом, по сравнению с известными видами оборудования тонкого помола древесины, автоматизированная компакт-линия сушки-измельчения растительного сырья «МИКРОКСИЛЕМА-ДМ» имеет в 3,5-4 раза меньший расход энергии, на получение древесного порошка D 90-10 мкм, что позволяет говорить об успешной реализации в данном аппарате одной из наиболее эффективных моделей измельчения волокнистых материалов - самоистирание частиц в плотных потоках.

## Древесный уголь

На рис. 5.1 приведена принципиальная схема производства на заводе пиролиза древесины. Количество получающихся продуктов по материальному балансу дается округленно.

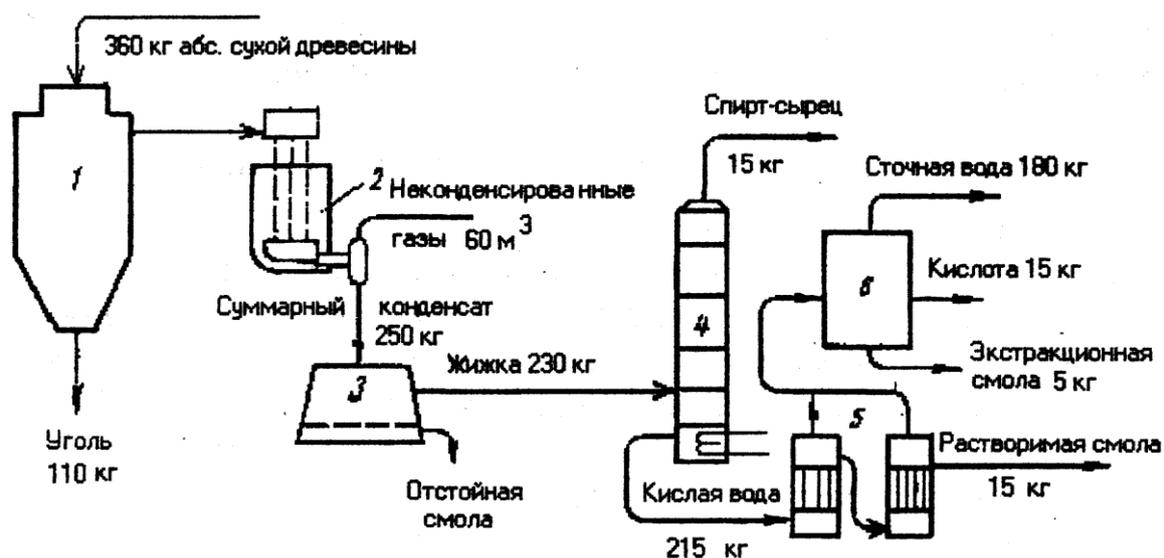
Масса 1 скл. м<sup>3</sup> высушенных дров твердых лиственных пород при относительной влажности 20 % принята равной 450 кг, т. е. абсолютно сухой древесины в 1 скл. м<sup>3</sup> содержится 360 кг. После пиролиза в реторте при обычной температуре 400-450 °С из этих дров получают 250 кг суммарного конденсата с содержанием кислот 22,5 кг (кислотность 9 %). Конденсация паров и охлаждение газов происходит в конденсаторе. Выход суммарного конденсата складывается из гигроскопической воды в количестве 90 кг и 160 кг дистиллята (44 % от а. с. д.), в который входит реакционная вода, кислоты и другие жидкие продукты пиролиза древесины.

Выход угля из дров лиственных пород получается обычно в пределах 90–125 кг/скл. м<sup>3</sup> (25-35 % от а. с. д.). При этом товарного угля получается обычно 80-110 кг/скл. м<sup>3</sup>. Выход неконденсируемых газов составляет 20–25 % от а. с. д., или 70-90 кг/скл. м<sup>3</sup>. Принимают 90 кг/скл. м<sup>3</sup>.

Выход газов по объему колеблется обычно в пределах 60 м<sup>3</sup>/скл. м<sup>3</sup> дров. Жижку отстаивают в отстойнике. При отстаивании жижки плотностью 1,025-1,035 г/см<sup>3</sup> из нее выделяется слой отстойной смолы плотностью 1,05-1,07 г/см<sup>3</sup>, не растворимой в воде.

Выход отстойной смолы может сильно колебаться в зависимости от условий пиролиза и обычно составляет 4-6 % от а. с. д. или 6-8 % от жижки в ретортах с внешним обогревом или до 30 кг/скл. м<sup>3</sup> в вертикальных циркуляционных ретортах. В балансе выход отстойной смолы принят 20 кг/скл. м<sup>3</sup>. Если от отстоявшейся жижки отогнать в колонне спиртовую фракцию и в испарите-

лях кислую воду, то в остатке получится растворимая (кубовая) смола в количестве 3-6 % от а. с. д., или 10-20 кг/скл. м<sup>3</sup>. В балансе принято 15 кг/скл. м<sup>3</sup>. Большой выход отмечен в реторте с внутренним циркуляционным нагревом, в которой перерабатывают более сухие дрова, а выход смолы резко увеличивается при уменьшении влажности сырья и ускорении выноса парогазов из реторты.



1 - реторта; 2 - конденсатор; 3 - отстойник; 4 - ректификационная колонна;  
5 - испарители; 6 - узел выделения кислоты

Рисунок 5.1 - Общая схема пиролиза древесины

Из колонны отгоняется спирт-сырец в количестве 6-7 % от жижки, или около 15 кг/скл. м<sup>3</sup>, из которого товарных продуктов получают 7-8 кг/скл. м<sup>3</sup> (из жижки от реторт с внешним обогревом). В циркуляционных ретортах этот выход не превышает 2-3 кг/скл. м<sup>3</sup>. Обесспиртованную кислую воду в количестве 215 кг экстрагируют или подвергают азеотропному обезвоживанию в аппаратах с целью выделения уксусной кислоты, в товарном виде ее получают около 15 кг/скл. м<sup>3</sup>. Если первоначальное содержание кислоты принять равным 22,5 кг/скл. м<sup>3</sup>, коэффициент ее выхода будет  $15 : 22,5 = 0,67$ . В результате разрушения, например, муравьиной кислоты потерь с отбросной водой,

спиртом и большим количеством кислоты, остающейся в смоле, теряется  $22,5 - 15 = 7,5$  кг/скл. м<sup>3</sup>. В процессе переработки кислой воды получают еще 5-6 кг экстракционной смолы.