

*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск,
Российская Федерация*

ПОРОДНЫЙ СОСТАВ ЛЕСНОГО ФОНДА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ, ОСОБЕННОСТИ ЕГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА

Аннотация: С целью управления потоками древесных отходов и обоснования выбора технологических процессов рециклинга в статье рассматривается основной лесной фонд Иркутской области и его распределение между субъектами Восточно-Сибирского района. Диаграмма рассредоточение земель лесного фонда представленная в статье показывает, что в Иркутской области сконцентрирована четверть всего лесного фонда Сибирского округа. Территория всего лесного фонда составляет 69418,3 тыс. га., из них покрыты лесной растительностью почти 62688,3 тыс. га. Также отмечено, что лесной фонд Иркутской области распределяется и по целевому назначению: защитные леса – 20,83% общей площади, эксплуатационные – 45,0%, резервные – 25,4%. Охарактеризованный в статье породный состав лесов Сибирского региона и его рассредоточение на природной Байкальской территории показал, что на территории области преобладают хвойные формации, занимающие около 80% общей площади лесов, хотя, как и во многих регионах России, распределены неравномерно. Приведен элементарный химический состав древесины, который включает в себя органические и минеральные вещества. Элементарный химический состав древесины разных пород в основном одинаков. Не значительное отличие химического состава наблюдается только в составе ствола и ветвей. Представлено структурное и микроскопическое строение древесины, которое показывает образование главной клеточной оболочки древесины (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы — пентозаны и гексозаны). Данные органические вещества составляют 95% от массы абсолютно сухой древесины. Приведенные данные о содержании органических веществ в древесине разных пород, позволяющие определить эффективный способ утилизации и переработки показали, что в древесине хвойных пород содержание органических веществ выше, чем у лиственных пород. Так же в статье рассматривается химический состав коры древесины. По сравнению с древесиной, кора содержит больше золы, экстрактивных веществ и лигнина, но значительно меньше целлюлозы (почти в 3 раза) и пентозанов, причем резкого различия по содержанию пентозанов в коре хвойных пород (сосне, ели) и лиственных (березе, осине) не наблюдается. Рассмотренный состав хвойных шишек показал, что основными компонентами древесной зелени являются вещества образующие лигнино-углеводный комплекс, состоящий из лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы, а также пектиновых веществ. Перечислены возможные технологии переработки древесных отходов, с использованием разных частей древесины (ствола, коры, шишек).

Ключевые слова: Лесной фонд, лесной план, лесной реестр, породный состав, химический состав, элементный состав, древесина, лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза.

E.E. Altynnikova, N.V. Russavskaya

¹ *Irkutsk State University of railway Transport, Irkutsk, the Russian Federation*

Abstract: In order to control the flow of wood waste and justify the selection of recycling technological processes, the article considers the main forest fund of the Irkutsk region and its distribution between the subjects of the East Siberian region. The forest land distribution diagram presented in the article shows that a quarter of the total forest fund of the Siberian District is concentrated in the Irkutsk Region. The territory of the entire forest fund is 69418.3 thousand ha., Of which almost 62,688.3 thousand ha are covered with forest vegetation. It is also noted that the forest fund of the Irkutsk region is distributed according to its intended purpose: protective forests - 20.83% of the total area, operational forests - 45.0%, reserve forests - 25.4%. The species composition of the forests of the Siberian region described in the article and its dispersal over the natural Baikal territory showed that coniferous formations prevail in the region, occupying about 80% of the total forest area, although, as in many regions of Russia, they are distributed unevenly. The elementary chemical composition of wood, which includes organic and mineral substances, is given. The elemental chemistry of wood of different species is basically the same. A slight difference in chemical composition is observed only in the composition of the trunk and branches. The structural and macroscopic structure of wood is presented, which shows the formation of the main cell wall of wood (cellulose, lignin, hemicelluloses - pentosans and hexosans). These organic substances make up 95% of the mass of absolutely dry wood. The data on the content of organic substances in wood of different species, allowing to determine an effective method of utilization and processing showed that the content of organic substances in coniferous wood is higher than that of hardwood. The article also considers the chemical composition of the bark of wood. Compared to wood, the bark contains more ash, extractives and lignin, but much less cellulose (almost 3 times) and pentosans, with a sharp difference in the content of pentosans in the bark of conifers (pine, spruce) and deciduous (birch, aspen) not visible. The coniferous cones considered above showed that the main components of woody greens are the substances forming the lignin-carbohydrate complex, which consists of lignin, cellulose, hemicellulose, and also pectin substances. Possible technologies for processing wood waste using various parts of wood (trunk, bark, cones) are listed.

Key words: Forest Fund, forest plan, forest register, species composition, chemical composition, elemental composition, wood, lignin, cellulose, hemicellulose.

Введение

В условиях стратегических направлений развития транспортной инфраструктуры, а именно увеличение провозной способности БАМа и

Транссиба активно ведется модернизация и расширение отдельных объектов инфраструктуры, с проведением работ вдоль полосы отвода существующих железных дорог. Одним из видов работ является вырубка леса вдоль железнодорожных путей, это необходимо для расположения станций, узлов, магистралей и расширения путей на отдельных участках.

В настоящее время проблема накопления древесных отходов в лесополосе вдоль железнодорожных путей является весьма актуальной. Вывоз древесины из некоторых участков не представляется возможным в ряде причин: невозможность подхода транспорта, особо охраняемые территории. Для сокращения накопления древесины, минимизации распространения ее гниения и заражения почв, а также здоровых деревьев необходимы достоверные и надежные данные о породном и химическом составе лесного фонда Иркутской области.

Лесные ресурсы России изучены недостаточно. Большая часть лесов северных и восточных районов оценена только аэровизуальным методом. Из 776 млн. га всей лесной площади Российской Федерации наземным способом обследовано лишь 350 млн. га. Лесами покрыто 50% территории страны, но распределены они дискретно. Иркутская область считается – одним из самых многолесных регионов России. В пределах области сконцентрировано 23% лесных ресурсов [1]. Рассредоточение земель лесного фонда между субъектами Восточно–Сибирского экономического района представлено на рисунке 1.

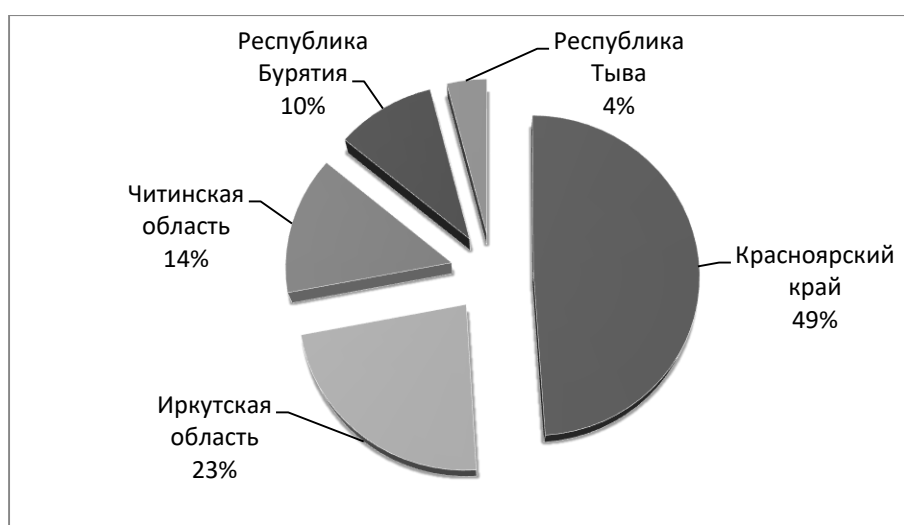


Рис. 1 Рассредоточение земель лесного фонда между субъектами Восточно–Сибирского экономического района

Согласно данным Государственного лесного реестра, основная часть территории Иркутской области занята землями лесного фонда, которая составляет – 69418,3 тыс. га. Площадь земель, покрытых лесной растительностью составляет – 62688,3 тыс. га, земли, не покрытые лесистостью – 2031,8 тыс. га, из них пригодные для выращивания леса – 963,1 тыс. га. По состоянию на 2018 год леса Иркутской области по целевому назначению распределяются следующим образом: защитные леса – 20,83% от общей площади, эксплуатационные – 45,0%, резервные – 25,4%.

На основании документа о лесном планировании региона – породный состав лесов Иркутской области характеризуется преобладанием хвойных пород около 85% от общего запаса, что составляет 9 млрд. м³. В том числе запас спелых и перестойных насаждений основных лесообразующих пород – более 5 млрд. м³. В ведении лесохозяйственных предприятий, подведомственных Иркутскому управлению лесами Рослесхоза, находится 67 млн. га или 95% общей площади земель лесного фонда Иркутской области.

Хвойные формации распределены по всей территории Иркутской области и занимают около 80% от общей площади лесов, но, как и во многих регионах России, распределение их иррегулярно и представлено в следующем процентном соотношении: от 43% в Аларском лесничестве до 92% в Мамском лесничестве. В центральной части региона преобладают сосновые леса с примесью березы и лиственницы, на юге, в горах Восточного Саяна – кедровники, а на севере и северо-востоке – лиственные леса [2,3].

Породный состав леса сибирского региона

В лесах Сибири превалируют хвойные породы деревьев. Среди них наиболее распространенной и ценной является сосна, которая является основным объектом лесозаготовок. Самые продуктивные леса, в которых произрастает знаменитая ангарская сосна, расположены в бассейнах Ангары и Енисея [4]. Здесь же произрастают особенно ценные и пользующиеся спросом на мировом рынке породы (лиственница, ель, кедр, пихта). Их среднегодовой прирост в целом по России оценивается в 250 млн. м³. Лесные ресурсы Байкальской природной территории представлены на рисунке 2. Карта растительного покрова Иркутской области на рисунке 3.

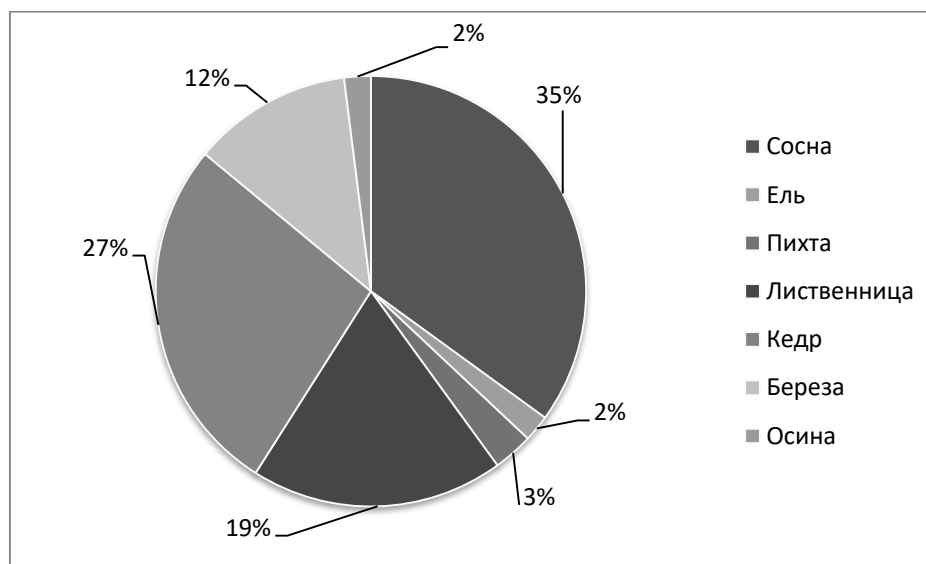


Рис. 2 Лесные ресурсы Байкальской природной территории

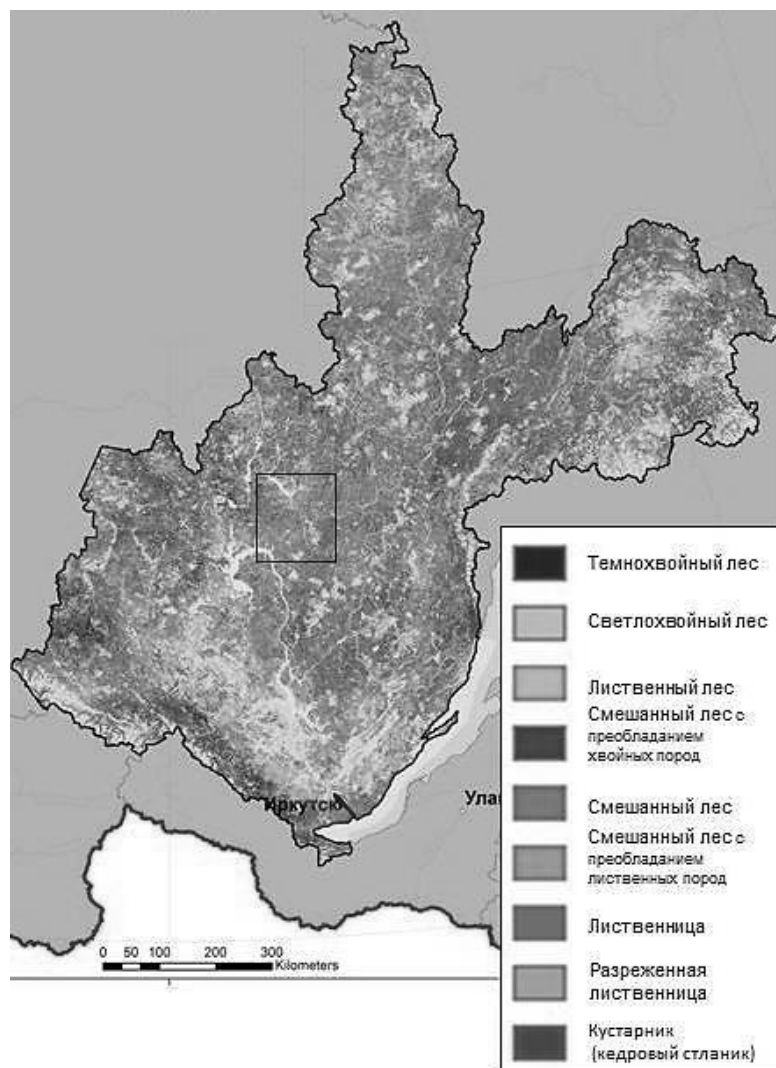


Рис. 3 Карта растительного покрова Иркутской области

Свойства древесины

Для древесины основными и наиболее важными являются такие свойства как:

- механические: (*прочность, твёрдость, деформативность, удельная вязкость*);
- физические свойства;
- химические свойства.

Древесина является анизотропным материалом, то есть материалом с неодинаковыми свойствами по направлениям относительно волокон. Химический состав древесины представлен на рисунке 4.



Рис. 4 Химический состав древесины

Древесина на 99% состоит из органических веществ, в состав которых входят углерод *C*, водород *H*, кислород *O* и немного азота *N*. Элементарный химический состав древесины разных пород в основном одинаков. В среднем абсолютно сухая древесина независимо от породы содержит 48% углерода, 44% кислорода (с азотом) и 6 % водорода. Азота в древесине содержится около 0,1%. Неорганическая часть: кальций (*Ca*), натрий (*Na*), калий (*K*), магний (*Mg*), фосфор (*P*), сера (*S*) и др. Элементарный химический состав древесины ствола и ветвей различается не значительно. Условия произрастания также практически не влияют на содержания основных элементов.

Не значительную часть примерно до 1% составляют минеральные вещества. При сжигании древесного материала и прокаливании остатка при высокой температуре образуется зола, количество которой колеблется в пределах 0,2 – 1,7%. Количество золы характеризует содержание минеральных веществ в древесине, но точно не равно ему, поскольку при сжигании и прокаливании компоненты минеральных веществ частично превращаются в оксиды и карбонаты металлов.

Количество золы зависит от части дерева, положения в стволе, возраста и условий произрастания.

В состав золы входят соли щелочноземельных металлов. В золе древесины сосны, ели и березы содержится свыше 40% солей кальция, свыше 20% солей калия и натрия и до 10% солей магния. Часть золы от 10 до 25% растворима в воде. Зола от коры содержит больше солей кальция до 50% у ели, но меньше солей калия, натрия и магния.

Основные химические элементы (*C*, *H* и *O*) образуют сложные органические вещества. Главнейшие из них формируют клеточную оболочку (целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы — пентозаны и гексозаны) и составляют 90 – 95% массы абсолютно сухой древесины. Остальные вещества называют экстрактивными, которые можно извлечь различными растворителями без заметного изменения состава древесины; из них наибольшее значение имеют смолы и дубильные вещества. Основные органические вещества, содержащиеся в древесине, в некоторой степени зависят от породы [5]. Содержание органических веществ в древесине разных пород приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание органических веществ в древесине разных пород

Органические вещества	Содержание органических веществ, % от массы абсолютно сухой древесины				
	Сосна	Ель	Пихта	Береза	Осина
Растворимые в эфире.	4,91	1,87	0,87	1,50	1,51
Растворимые в горячей воде	2,98	3,19	1,40	2,30	2,96
Целлюлоза, свободная от пентозанов	56,50	55,17	48,40	47,20	47,80
Лигнин	27,05	27,00	29,89	19,10	21,67
Пентозаны	10,45	11,24	5,30	28,70	23,52

На основании данной таблицы можно считать, что в древесине хвойных пород содержится 48 – 56% целлюлозы, 26 – 30% лигнина, 23 – 26% гемицеллюлоз (10 – 12% пентозанов и около 13% гексозанов); в то же время древесина лиственных пород содержит 46 – 48% целлюлозы, 19 – 28% лигнина, 26 – 35% гемицеллюлоз (23 – 29% пентозанов и 3 – 6% гексозанов). Из этих данных видно, что древесина хвойных пород содержит повышенное количество целлюлозы и гексозанов. Состав и строение древесины представлен на рисунке 5-6.

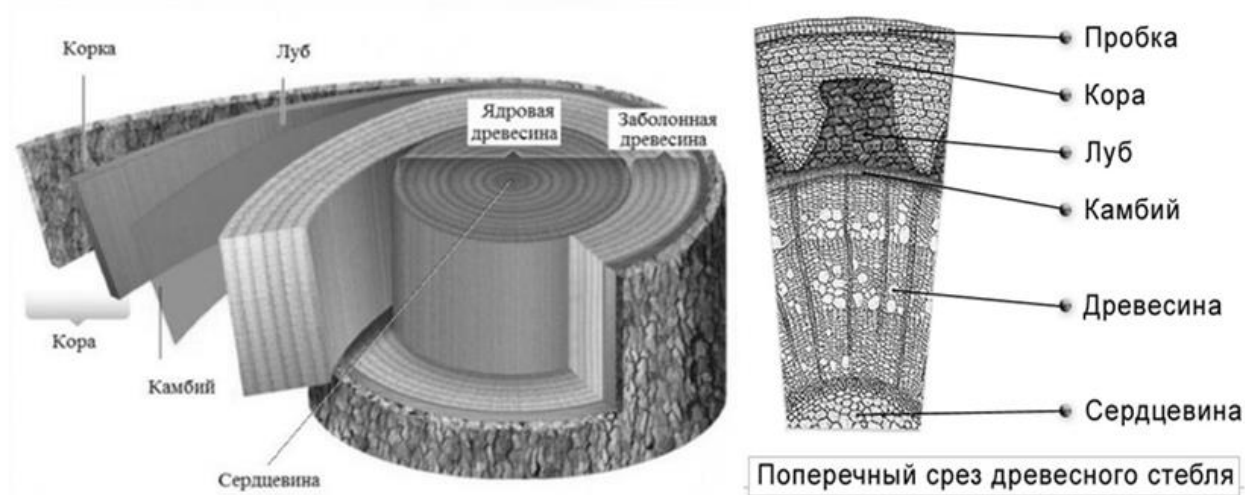


Рис. 5 Состав и строение древесины

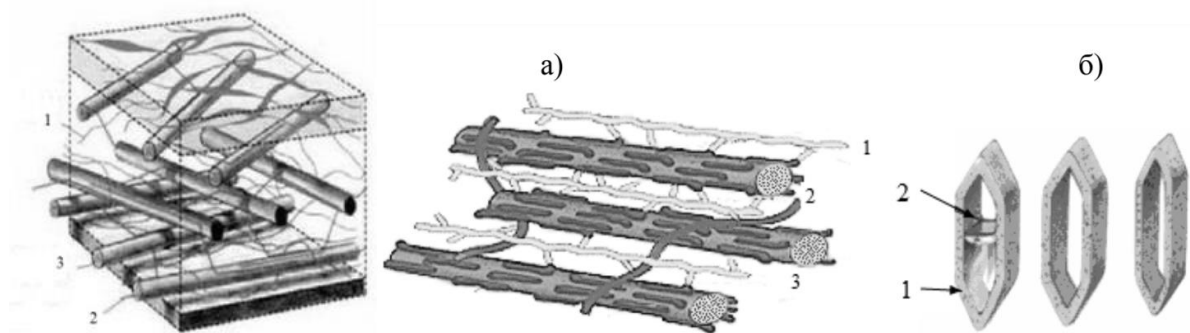


Рис. 6 Микроскопическое строение древесины
а - состав древесины: 1 – лигнин (желтые волокна); 2 – гемицеллюлоза (более темные «червячки» на волокнах); 3 – целлюлоза (длинные оранжевые волокна);
б – схема строения сосудов и капилляров: 1 – связанная (гигроскопическая) влага; 2 – свободная (капиллярная) влага

Химический состав ранней и поздней древесины в годовичных слоях, то есть содержание целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз, практически одинаков; ранняя древесина содержит лишь больше веществ, растворимых в воде и эфире; это особенно характерно для лиственницы. По высоте ствола химический состав древесины меняется мало. У сосны, ели и осины в возрасте спелости обнаружено незначительное увеличение содержания целлюлозы и понижение содержания лигнина и пентозанов в средней по высоте части ствола. В древесине ветвей сосны, ели и осины содержится меньше целлюлозы (44 – 48% вместо 52 – 59%), но больше лигнина и пентозанов [6-9].

Химический состав древесной коры значительно отличается от химического состава древесины (ксилемы). Нужно также отметить, что внутренняя и внешняя части коры, имеющие разное функциональное назначение и соответственно строение, существенно отличаются друг от друга и по составу.

По сравнению с древесиной, кора содержит больше золы, экстрактивных веществ и лигнина, но значительно меньше целлюлозы (почти в 3 раза) и пентозанов, причем резкого различия по содержанию пентозанов в коре хвойных пород (сосне, ели) и лиственных (березе, осине) не наблюдается. Химический состав коры некоторых пород приведен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав коры

Порода	Часть коры	Состав, % от массы абсолютно сухой коры				
		растворимых в воде	целлюлозы без пентозанов	лигнина	пентозанов + гексозанов	суберина
Сосна	Луб	20,84	18,22	17,12	12,14+16,30	-
	Корка	14,20	16,43	43,63	6,76+6,00	2,85
Ель	Луб	33,08	23,20	15,57	9,65+9,30	-
	Корка	27,91	14,30	27,44	7,10+7,70	2,82
Береза	Луб	21,40	17,40	24,70	15,20+5,10	-
Осина	Луб	31,32	8,31	27,70	11,80+7,00	0,91

Элементный состав древесной коры представлен на рисунке 7.

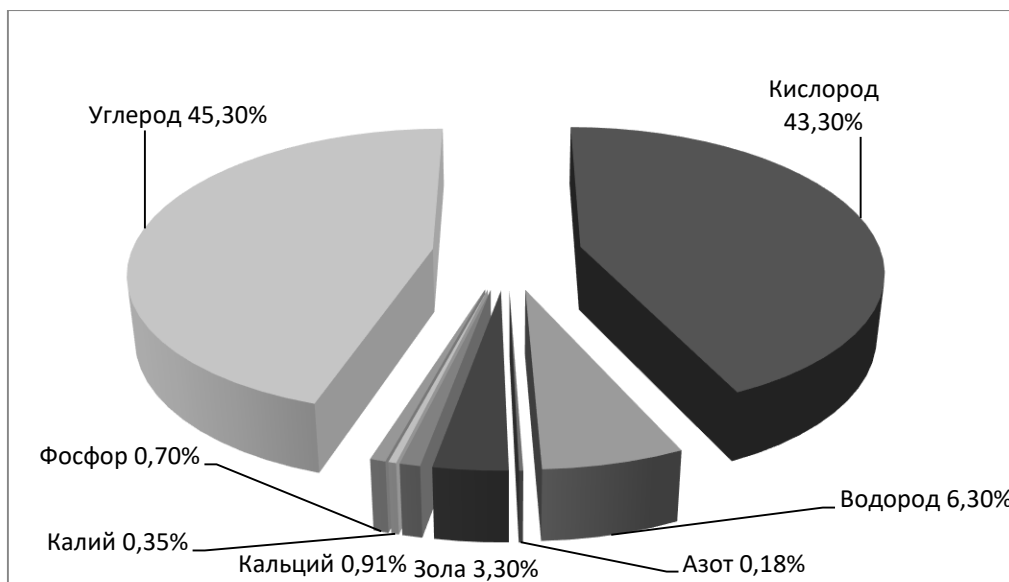


Рис. 7 Элементный состав древесной коры

Кора хвойных пород содержит комплекс веществ, обладающих высокой биологической активностью и представляющих практически все классы органических соединений, встречаемых в растениях (витамины, ферменты, белки, жиры, эфирные и другие вещества). Азот- и фосфорсодержащие соединения находятся во флоэме. Основная часть азота входит в состав структурных белков, а фосфор – в состав фосфолипидов и нуклидов. Среди микроэлементов преобладает кальций [10,11].

Химический состав древесной зелени, шишек и семян хвойных пород

Основными компонентами древесной зелени являются вещества образующие лигно-углеводный комплекс растения, который состоит из лигнина, целлюлозы, гемицеллюлозы, а также пектиновых веществ – необходимые компоненты современного питания, обладающие уникальными защитными свойствами от токсичных техногенных элементов (тяжелых металлов, радионуклидов и т.д.)

Гемицеллюлозы встречаются в одревесневших частях растений древесины, в семенах, косточках и т.д.

Химический состав гемицеллюлоз клеточных стенок хвойных шишек довольно специфичен. Так, в гидролизатах легкогидролизуемых полисахаридов содержание маннозы составляет около 50%, что указывает на преобладающее содержание в этих тканях полисахаридов, включающих остатки Л-маннозы. Методом количественной хроматографии авторами [12] был исследован углеводный состав гидролизатов легко- и трудногидролизуемых полисахаридов клеточных стенок спелых шишек сосны и ели, освобожденных от семян. Результаты анализа этих тканей приведены в таблице 3.

Состав полисахаридов в шишках

Таблица 3

Ткань	Тип углеводов	Содержание, % от абсолютно сухой ткани					
		D-глюкозы	D-галактозы	D-маннозы	D-ксилозы	D-арабинозы	Моносахариды Σ
Шишки сосны	легкогидролизуемые	15,41	1,62	3,63	1,24	1,57	23,47
	трудногидролизуемые	11,90	нет	0,56	0,14	нет	12,60
Шишки ели	легкогидролизуемые	0,70	4,51	9,76	3,28	2,32	20,57
	трудногидролизуемые	32,56	нет	2,00	1,74	нет	36,30

О химическом составе полисахаридов гемицеллюлоз других тканей дерева листьев, хвои, шишек пока имеется очень мало сведений [13-16].

Химический состав различных древесных пород существенно меняется. Но в общем можно сделать вывод о том, что в древесине наших обычных хвойных пород содержится больше лигнина – 28 % и меньше гемицеллюлоз – 25 %, чем в лиственных породах. Хвойные породы содержат больше гексозанов – 18% и меньше пентозанов – 12%), чем лиственные.

Выявление химического состава различных древесных пород принципиально важно, в особенности, при обосновании выбора возможных технологий переработки древесных отходов.

Переработка древесных отходов

В строительной промышленности, часто используют древесные отходы, как правило, при изготовлении кровельных материалов или теплоизоляционных элементов. Непригодные древесные отходы, для изготовления каких-либо изделий или деталей, используют в промышленных организациях, как топливо. При сжигании получают: электрическую энергию; тепловую энергию; пар; горячую воду.

Кусковые отходы – применяются как сырьё, для изготовления целлюлозно-бумажной продукции, на промышленных предприятиях этого направления.

Древесную стружку используют как фильтр, на очистных сооружениях, для очистки сточных вод из промышленных зон, от остатков нефти.

В некоторых отраслях, отходы деревообработки используют даже для получения химических продуктов, такой результат, конечно, требует сложных технологических процессов, но все же это ещё одна ниша применения вторичного материала.

Наиболее трудный процесс переработки, относится к древесной коре, так как она получена при мокрой окорке, то имеет высокий процент востребованности влаги, что требует её предварительной сушки, перед переработкой.

Эффективным способом переработки коры является пиролиз, то есть нагрев без доступа воздуха, в результате которого получается уголь-сырец, который можно активировать, увеличив количество пор в материале. Активацию выполняют термохимическим способом или перегретым паром. В

результате получается материал с огромным количеством пор и большой площадью активной поверхности (1000-2000 м² на 1г) и высокой сорбционной способностью. Активные угли применяют в самых разных областях промышленности, в основном в фильтрах для очистки различных жидкостей и сточных вод, для сбора разливов нефти.

Древесные угли изготавливают обычно из древесины березы, однако исследования, проведенные в СибГТУ (г. Красноярск) и других институтах, показали, что древесная кора тоже может быть сырьем для производства этого материала. Например, исследователи выяснили, что выход активных углей из пихтовой коры сплавной древесины составляет 32-33 % от массы коры (оптимальная температура пиролиза 750 °С). Опыты, проведенные на Енисейском ЛПК, показали, что активные угли, полученные из коры, успешно очищают сточные воды от метанола, формальдегида, фенола и других химических загрязнителей.

Это же касается и активных углей из коры сибирской лиственницы. В ходе комплексной переработки хвойной коры можно получать дубители, красители и углеродные сорбенты (активный уголь). Из коры осины производят витаминные и кормовые добавки и удобрения [17-18].

Заключение

Любая промышленная деятельность оказывает негативное влияние на окружающую среду. Выявление характера и степени опасности такого воздействия и принятие мер по предупреждению негативных последствий является главной задачей. В результате промышленной деятельности связанной с развитием транспортной инфраструктуры ее модернизации и строительства, образуется значительное количество древесных отходов, требующих переработки и утилизации. Для принятия эффективных решений по управлению потоками таких отходов и обоснование выбора перспективных технологических подходов к их переработке необходимы достоверные и надежные данные о породном и химическом составе лесного фонда Иркутской области.

Библиографический список

1. Винокуров М.А., Суходолов А.П. Экономика Иркутской области: В 4 т. – Иркутск: Изд-во: БГУПЭ, 1998. Т. 1. – 203 с.;
2. Указ Губернатора Иркутской области от 29 мая 2019 года № 112-уг «Об утверждении лесного плана Иркутской области на 2019-2028 годы»;
3. Приказ от 15 января 2019 года № 10 «Об утверждении Порядка ведения государственного лесного реестра и внесении изменений в Перечень, формы и порядок подготовки документов, на основании которых осуществляется внесение документированной информации в государственный лесной реестр и ее изменение, утвержденные приказом Минприроды России от 11 ноября 2013 г. № 496»;

4. Суходолов А.А., д.э.н., Лесные ресурсы Сибири и эффективность их использования, «Наука в Сибири» № 23 (2309) 15 июня 2001 г. <http://elib.ict.nsc.ru/jspui/handle/ICT/2681>. (дата обращения 19.11.2019);
5. Freudenberg, K. Biogenesis and constitution of lignin in wood [Text] / K. Freudenberg // Pur Appl.Chem. – 1962. – V.5.-N 1-2.-P.1171-1180;
6. Химические свойства древесины [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.drevesinas.ru/woodstructura/chemical/1.html> (Дата обращения 19.11.2019г.);
7. Боровиков А. М., Уголев Б. Н. Справочник по древесине: Справочник/П од ред. Б. Н. Уголева.— М.: Лесн. пром-сть, 1989.— 296 с. ISB N5— 7120—0137— 3;
8. ГОСТ 23431-79 от 06.04.2015 «Древесина. Строение и физико-механические свойства. Термины и определения»;
9. Химия древесины / Под ред. Б.Л. Браунинга. М., 1967.- 415 с.;
10. Килушев А.Ю., Химический состав коры сосны обыкновенной в северной подзоне тайги: Форум молодых ученых №3(7) Саратов : Изд-во ООО «Институт управления и социально-экономического развития»;
11. Дейнеко И.П., Фаустова Н.М. 2015. Элементный и групповой химический состав коры и древесины осины. Химия растительного сырья. 1 (мар. 2015), 51-62. DOI:<https://doi.org/10.14258/jcprm.201501461>;
12. M. Zamouche, S. Arris, M.B. LeHocine, International Journal of Hydrogen Energy, 30, 3, 1523-1531 (2014);
13. Шайхиев И.Г., Шайхиева К.И. Использование компонентов хвойных деревьев для удаления поллютантов из водных сред. 7. Псевдотсуговые // Вестник Казанского технологического университета. 2017. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-komponentov-hvoynyh-dereviev-dlya-udaleniya-pollyutantov-iz-vodnyh-sred-7-psevdotsugovye> (дата обращения: 25.03.2020);
14. Беляева Е.Ю., Беляев Л.Е. Применение целлюлозы в решении экологических проблем // Химия в интересах устойчивого развития.- 2000. - №8. – С. 755-761;
15. Донченко Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. – М.: ДеЛи, 2000. – 256 с.;
16. Шарков, В. И. Химия гемицеллюлоз / В. И. Шарков, Н. И. Куйбина. – М. : Лесн. пром., 1972. – 440 с.;
17. N. Fayoud, S. Tahiri, S.A. Younssi, A. Albizane, D. Gallart-Mateu, M.L. Cervera, M. de la Guardia, Desalination and Water Treatment, 57, 35, 16611-16625 (2016);
18. Технология и оборудование лесных складов и лесообрабатывающих цехов. Механическая окорка лесоматериалов: учеб. пособие / А.Р. Бирман, И.В. Григорьев, Б. М. Локштанов, А.Е. Гулько, В.В.Орлов, И.В. Бачерилов. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. 92 с.

References

1. Vinokurov M.A., Sukhodolov A.P. The economy of the Irkutsk region: 4 tons. - Irkutsk: Publishing house: BSUE, 1998. T. 1. - 203 p. ;
2. Decree of the Governor of the Irkutsk region dated May 29, 2019 No. 112-ug "On approval of the forest plan of the Irkutsk region for 2019-2028";
3. Order of January 15, 2019 No. 10 "On approving the Procedure for maintaining the state forest register and amending the List, forms and procedure for preparing documents on the basis of which documented information is entered into the state forest register and its change approved by order of the Ministry of Natural Resources of Russia from November 11, 2013 No. 496 ";
4. Sukhodolov AA, Doctor of Economics, Forest resources of Siberia and the efficiency of their use, "Science in Siberia" No. 23 (2309) June 15, 2001 <http://elib.ict.nsc.ru/jspui/handle/ICT/2681>. (appeal date 11/19/2019);
5. Freudenberg, K. Biogenesis and constitution of lignin in wood [Text] / K. Freudenberg // Pur Appl.Chem. - 1962. - V.5.-N 1-2.-P.1171-1180;
6. Chemical properties of wood [Electronic resource] - Access mode: <http://www.drevesinas.ru/woodstructura/chemical/1.html> (Date of treatment 11/19/2019);
7. Borovikov A. M., Ugolev B. N. Handbook of wood: Handbook / Ed. B. N. Ugoleva. - M.: Forest. industry, 1989.— 296 s. ISB N5— 7120—0137—3;
8. GOST 23431-79 dated 04/06/2015 "Wood. Structure and physico-mechanical properties. Terms and Definitions";
9. Chemistry of wood / Ed. B.L. Browning. M., 1967.- 415 p. ;
10. Kilyushev A.Yu., Chemical composition of the bark of Scots pine in the northern taiga subzone: Forum of Young Scientists No. 3 (7) Saratov: Publishing House LLC Institute of Management and Socio-Economic Development;
11. Deyneko I.P., Faustova N.M. 2015. Elemental and group chemical composition of aspen bark and wood. Chemistry of plant materials. 1 (Mar. 2015), 51-62. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.201501461>;
12. M. Zamouche, S. Arris, M.B. LeHocine, International Journal of Hydrogen Energy, 30, 3, 1523-1531 (2014);
13. Shaykhiev I.G., Shaykhieva K.I. The use of components of conifers to remove pollutants from aquatic environments. 7. Pseudo-retail // Bulletin of Kazan Technological University. 2017. No2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-komponentov-hvoynyh-dereviev-dlya-udaleniya-pollutantov-iz-vodnyh-sred-7-psevdotsugovye> (accessed: 03.25.2020);
14. Belyaev E.Yu., Belyaev L.E. The use of cellulose in solving environmental problems // Chemistry in the interests of sustainable development. - 2000. - No. 8. - S. 755-761;
15. Donchenko L.V. Technology of pectin and pectin products. - M.: DeLi, 2000.-- 256 p. ;
16. Sharkov, V. I. Chemistry of hemicelluloses / V. I. Sharkov, N. I. Kuybina. - M.: Lesn. prom., 1972. - 440s. ;

17. N. Fayoud, S. Tahiri, S.A. Younssi, A. Albizane, D. Gallart-Mateu, M.L. Cervera, M. de la Guardia, Desalination and Water Treatment, 57, 35, 16611-16625 (2016);

18. Technology and equipment of timber depots and forestry workshops. Mechanical debarking of timber: textbook. allowance / A.R. Birman, I.V. Grigoriev, B.M. Lokshtanov, A.E. Gulko, V.V. Orlov, I.V. Bacherikov. SPb .: SPbGLTU, 2013.92 s.

Информация об авторах

Алтынникова Екатерина Евгеньевна – аспирант кафедры «Техносферная безопасность», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: kanirina_msi@mail.ru;

Руссавская Наталья Владимировна – доктор химических наук, доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: rusnatali64@yandex.ru.

Authors

Altynnikova Ekaterina Evgen'evna – graduate student of Technosphere safety Department, Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: kanirina_msi@mail.ru

Russavskaya Natalia Vladimirovna – doctor of chemical sciences, professor, professor of Technosphere safety Department, Irkutsk state University of railway transport, Irkutsk, e-mail: rusnatali64@yandex.ru.

Для цитирования

Алтынникова Е.Е. Руссавская Н.В. Породный состав лесного фонда Иркутской области, особенности его химического состава [Электронный ресурс] / Е.Е. Алтынникова, Н.В. Руссавская // Наука и молодежь: электрон. науч. журн. — 2020. — №3(9). — Режим доступа: <http://mnv.ircups.ru/toma/39-2020>, свободный. — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ. (дата обращения: 19.05.2020).

For citation

Altynnikova E.E., Russavskaya N.V. *Species composition of the forest fund of the Irkutsk region, features of its chemical composition* [Elektronnyj resurs] / E. E. Altynnikova, N.V. Russavskaya // Nauka molodeg : elektron. nauch. zhurn. — 2020. — №4. — Rezhim dostupa: <http://mnv.ircups.ru/toma/11-2019>, svobodnyj. — Zagl. s ekrana. — YAz. rus., angl. (data obrashcheniya: 19.05.2020).