

3. ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЕРЕВОПЕРЕРАБОТКИ

УДК 674.815

В.В. Васильев

СТРУКТУРА ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ НА ЗАВОДАХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ РАЗНОЙ МОЩНОСТИ

Введение. За последние 20 лет в Российской Федерации сформировалась развитая подотрасль древесных плит. Если в 2001 г. производство древесностружечных плит (ДСП) составляло 2,48 млн м³ в год [Шалашов и др, 2003], то в 2020 г. оно достигло уровня 8,36 млн м³ плит при среднегодовых темпах роста выпуска 6,1%.

Цифра 8,36 млн м³ получена нами расчетным путем. После организации производства в нашей стране древесных плит с ориентированной стружкой (OSB) Росстат РФ стал плюсовать объемы выпуска этих плит к объемам выпуска плит ДСП и указывать эту сумму в строке «Производство древесностружечных плит». В 2020 г. производство ДСП и OSB составило 9,86 млн м³ [Шалашов, 2021]. Выпуск OSB в 2018 г. находился на уровне 1,4 млн м³ [Шалашов, 2020]. Учитывая, что в 2019 г. осуществлялся запуск цеха OSB во Владивостоке мощностью 60 тыс. м³, приняли прирост производства плит с ориентированной стружкой в 2019–2020 гг. 0,1 млн м³, как результат роста производства действующих заводов и запуска новой линии. Таким образом, при выпуске OSB в 2020 г. 1,5 млн м³ расчетное производство ДСП составило $9,86 - 1,5 = 8,36$ млн м³.

Готовая ДСП состоит из трех основных компонентов: древесных частиц, сухой отвержденной смолы (8–14%) и влаги (5–13%). Соответственно доля древесных частиц составляет 73–87% от массы плиты. Таким образом, древесина является самым крупнотоннажным сырьевым материалом в производстве ДСП.

В конце XX в. в производстве ДСП основным сырьем являлась дровяная древесина. По данным ВНИИДрева в 1984 г. структура сырья была

следующей: деревянная древесина – 68,1%, технологическая щепка – 16,9%, отходы деревообрабатывающих производств – 13,1% [Отлев и др., 1990]. По этим же данным при изготовлении плит использовали 75–77% древесины лиственных пород и 23–25% хвойных, в том числе: осины и ольхи более 50%, берёзы 25–26, сосны и ели 20–21, прочих пород около 2%.

В 1970–1980 гг. в нашей стране проходила масштабная реконструкция отечественных заводов ДСП мощностью 25 тыс. м³ в год по увеличению их мощности до 100–200 тыс. м³ в год. Это связано с тем, что производство плит из утилизационного по переработке отходов фанерных и деревообрабатывающих предприятий становилось самостоятельным. Такая смена приоритетов обусловлена бурным развитием мебельной промышленности и строительства, требующих больших объемов плит с разными свойствами.

Для быстрого выхода на требуемый уровень производства ДСП закупили в Финляндии и установили 11 линий фирмы Rauma-Repola мощностью 110 тыс. м³ в год и четыре завода фирмы Valmet мощностью 250 тыс. м³ в год. Одновременно в Польше закупили большое количество линий ДСП малой мощности (от 5 до 30 тыс. м³), которые решали преимущественно утилизационные задачи. В середине 1980-х гг. в нашей стране работало более 100 линий производства плит. Таким образом, данные 1984 г. говорят о структуре сырья для заводов ДСП мощностью 5–250 тыс. м³ в год.

После стагнации 1990-х гг., когда перестали функционировать более 50 линий, произошёл интенсивный рост производства ДСП на уровне 6,1% в год за период 2001–2020 гг. Он объясняется широким использованием древесных плит в мебельном производстве, строительстве и других сферах. Они хорошо подвергаются механической обработке и отделке.

Увеличение производства осуществляется за счет ввода в действие новых и модернизации действующих предприятий. Новые заводы ДСП мощностью 200–500 тыс. м³ в год строят в основном известные зарубежные фирмы и оснащают их современным оборудованием на базе непрерывных ленточно-валковых прессов.

Таким образом, средняя мощность заводов ДСП значительно увеличилась, что может сказаться на сырьевой базе. Для заводов большой мощности экономически выгодно получать сырьё с минимальным плечом доставки. В этом случае целесообразно увеличивать долю отходов деревообрабатывающих производств, расположенных на доступном расстоянии от завода ДСП. К массовым видам отходов, пригодных в производстве плит, относятся привозная технологическая щепка, горбыль, опилки и отходы фанерного производства (карандаши, шпон-рванина).

Активное вовлечение недорогих сырьевых материалов позволяет повысить экономическую эффективность производства. Социологический опрос специалистов отрасли показал, что вопросы снижения расхода древесного сырья и переработка низкокачественной древесины относятся к технологическим проблемам повышенной актуальности [Васильев, 2020].

Необходимо учитывать, что применение отдельных привозных древесных материалов требует создания специальных технологий их подготовки. Так, например, опилки необходимо последовательно очистить от кусковых отходов древесины (обрезки досок, рейки, отщепы древесины), крупных древесных частиц (щепа, станочная стружка), минеральных примесей и металла.

Для переработки каждого вида отходов необходимо установить свой специальный участок, в который входит технологическое и транспортное оборудование. Предприятия ДСП большой мощности имеют больше финансовых возможностей для реализации таких проектов.

При планировании использования отходов деревообработки необходимо также учитывать особенности каждого вида отходов, которые ограничивают верхний уровень доли их в составе сырья. Так, в горбыле увеличено содержание коры. Учитывать это необходимо, так как известно, что при изменении содержания коры в готовой ДСП от 0 до 40% прочность плиты при статическом изгибе снижается на 30%, а прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты уменьшается в 2 раза [Шварцман, Щедро, 1987]. Такое значительное ухудшение прочности плит при увеличении доли коры в составе ДСП объясняется низкими механическими свойствами коры, по сравнению с древесиной.

Другое немаловажное обстоятельство ограничения доли горбыля в составе сырья связано с присутствием в коре повышенного содержания минеральных примесей и кусочков металла. Это связано с условиями заготовки, производства и хранения древесного сырья. Так, трелевка бревен на лесосеке приводит к загрязнению коры частицами почвы, часть которых сохраняется на поверхности круглых сортиментов (балансы и технологическое сырье), но особенно много их в горбыле от лесопильного производства. Во время хранения пиловочника на складах, перегрузки и транспортировки в кору могут попадать не только минеральные, но и частицы металла.

Удаление минеральных и металлических примесей из древесного сырья и готовых древесных частиц рекомендуется производить с помощью различных специальных устройств на многих технологических участках, однако не всегда такое оборудование установлено в достаточном количестве. И тогда возможен вариант попадания примесей в древесностружеч-

ную плиту. Такая плита в процессе дальнейшей переработки вызовет быстрый износ пил и фрез. Особенно опасно присутствие примесей в микростружке для наружных слоев ДСП, поскольку крупные частицы минералов или металла могут вызвать дефекты шлифовальной ленты в виде вырывов или полос на абразивной поверхности.

Исследовали влияние вида древесного сырья на содержание минеральных и металлических примесей в микростружке наружных слоев ДСП [Меркулова, Васильев, 2017]. Дровяную древесину в количестве 43% от общей массы сырья заменили на горбыль и изготовили из него щепу. Анализ микростружки, поступающей в смеситель наружных слоёв, методом прокаливания в муфельной печи показал, что при замене части сырья на горбыль доля золы увеличивается почти в 2 раза – с 0,98 до 1,92%. В золе от сырья с горбылём помимо мелких частиц минерального песка и металла обнаружили кусочек металла массой 0,01 г диаметром около 1,5 мм и камешек массой 0,01 г диаметром около 3 мм. Такие большие инородные включения могут привести к порче шлифовальной ленты.

Верхний уровень применения опилок в составе сырья для производства ДСП связан с их размером вдоль волокон древесины, средняя величина которого не превышает 5 мм. Из такого сырья можно изготовить только микростружку для наружных слоёв плиты, средняя длина которой должна быть до 5 мм [Отлев и др., 1990]. Ориентиром для верхнего уровня содержания опилок в составе сырья служит массовая доля наружных слоёв ДСП, которая в зависимости от толщины плиты варьируется в диапазоне 30–50% [Отлев и др., 1990]. Цифры довольно большие и, казалось бы, перспективные для включения значительной доли опилок в состав сырья, но нужно учитывать, что при измельчении других видов древесного сырья будут тоже образовываться мелкие частицы. На заводах древесностружечных плит усилиями технологов и мастеров участков подобраны оптимальные рецептуры состава сырья.

Целью данного исследования является изучение структуры древесного сырья по видам сырья и породам древесины, сложившейся в настоящее время на предприятиях ДСП разной мощности, и выявление современных тенденций в этом вопросе.

Методика исследования. Проведен сбор материалов по применяемому древесному сырью на четырех предприятиях Северо-Запада России мощностью 100–480 тыс. м³ плит в год. Цех ДСП мощностью 200 тыс. м³/год входит в состав крупного фанерного комбината, остальные являются самостоятельными.

Средний состав древесного сырья рассчитывали по формуле

$$D_{\text{вк}} = \frac{\sum_1^{\text{вк}} D_{\text{в}} \times M_{\text{к}}}{\sum_1^{\text{к}} M_{\text{к}}}, \quad (1)$$

где $D_{\text{вк}}$ – средняя доля вида древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %; v – вид древесного сырья; k – завод ДСП; $d_{\text{в}}$ – доля вида древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %; $M_{\text{к}}$ – мощность завода ДСП, тыс. м³/год.

Средний состав хвойного и лиственного древесного сырья рассчитывали по формулам

$$D_{\text{хк}} = \frac{\sum_1^{\text{хк}} D_{\text{х}} \times M_{\text{к}}}{\sum_1^{\text{к}} M_{\text{к}}}, \quad (2)$$

$$D_{\text{лк}} = \frac{\sum_1^{\text{лк}} D_{\text{л}} \times M_{\text{к}}}{\sum_1^{\text{к}} M_{\text{к}}}, \quad (3)$$

где $D_{\text{хк}}$ – средняя доля хвойного древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %; $D_{\text{х}}$ – доля хвойного древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %; $D_{\text{лк}}$ – средняя доля лиственного древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %; $d_{\text{л}}$ – доля лиственного древесного сырья на k -ом заводе ДСП, %.

Приняли, что в горбыле, привозной щепе и опилках доля хвойных пород составляет 100%, а отходы производства фанеры на 100% лиственные (береза). Состав в отходах производства ДСП распределили поровну между хвойными и лиственными породами, а во вторсырье преобладают хвойные породы.

Расчет сырья по породному составу произвели по формулам, аналогичным (1)–(3).

Результаты исследования. В табл. 1 приведены вариабельные, в табл. 2 – усреднённые данные по применяемому древесному сырью на четырех предприятиях России разной мощности.

Приведенные данные показывают, что на каждом предприятии сложилась своя структура потребляемого сырья. Это определяется, главным образом, доступностью того или иного вида сырья на данной территории, затратами на его транспортировку и технологической схемой производства плит.

Таблица 1

Вариабельный состав древесного сырья по виду и породам древесины на заводах древесностружечных плит России различной мощности

The composition of wood raw materials by type and species of wood at the plants of particle boards of Russia of various capacities

Вид древесного сырья и породный состав	Доля сырья, %, для завода ДСП мощностью, тыс. м ³ /год			
	100	120	200	480
Дровяная древесина и балансы:				
хвойные породы, в том числе	30–60 Сосна 12–36 Ель 12–36	10–30 Сосна Ель	– – –	10 – 45 Сосна 5–30 Ель 5–30
лиственные породы, в том числе	40–70 Осина 40–70 Береза 0	55–70 Осина 55–70 Береза 0	60–65 Осина 24–26 Берёза 36–39	30–45 Осина 30–40 Береза 2–5
Горбыль	0	0–20	5–8	10–20
Привозная щепа	0	10–25	5–8	1–5
Опилки	0	Редко	1–3	10–15
Отходы производства шпона и фанеры	0	0	До 20	Менее 1
Отходы производства ДСП	0	0	2–3	Менее 2
Вторсырьё: щепа из древесной тары, поддонов и т. п.	0	0	0	До 5

Для цехов ДСП в составе крупных деревообрабатывающих предприятий на состав сырья влияет также наличие крупнотоннажных отходов, образующихся в соседних цехах, например при изготовлении пиломатериалов, фанеры, спичек. Обычно это цеха ДСП мощностью до 200 тыс. м³ в год. Крупные заводы плит мощностью более 200 тыс. м³ в год, как правило, являются самостоятельными предприятиями.

Данные табл. 1 и 2 показывают, что в настоящее время основное сырьё заводов ДСП – это массивная стволовая древесина в виде дровяной древесины и балансов. Доля ее составляет 63–100% от всего сырья, среднее значение по четырем предприятиям – 70,2%. Остальное сырьё (привозная щепа, горбыль, опилки и др.) является отходами различных деревообрабатывающих производств. Доля применяемых отходов увеличивается с ростом мощности завода ДСП от 0 до 32%. В меню сырья завода большой мощности появляется принципиально новая позиция – вторсырьё.

Таблица 2

**Средний состав по виду древесного сырья
на заводах древесностружечных плит России разной мощности**

**The average composition by type of wood raw materials
at the plants of particle boards in Russia of various capacities**

Вид древесного сырья	Доля вида сырья, %, для завода ДСП мощностью, тыс. м ³ /год				Средняя доля вида сырья по 4 заводам ДСП, %	Средняя доля вида сырья в 1984 году, %
	100	120	200	480		
Дровяная древесина и балансы	100	78	63	65	70,2	68,1
Привозная щепа	0	12	7	3	4,7	16,9
Горбыль	0	10	7	15	10,9	13,1
Опилки	0	0	2	12,5	7,1	
Отходы производства шпона и фанеры	0	0	18	0,5	4,3	
Отходы производства ДСП	0	0	3	1	1,2	Нет данных
Вторсырьё: щепа из древесной тары, поддонов и т. п.	0	0	0	3	1,6	Нет данных
Итого	100	100	100	100	100,0	98,1

Завод мощностью 100 тыс. м³/год практически не использует отходы, завод ДСП-120 потребляет до 22% отходов в виде горбыля и привозной щепы. Это те виды сырья, которые не требуют создания дополнительных технологических участков подготовки и переработки сырья. Оно перерабатывается в базовых технологиях изготовления древесных частиц. Горбыль измельчают в стружку на станках с ножевым валом или в щепу в рубительной машине, а привозную щепу добавляют к щепе собственного производства. Заводы ДСП мощностью 200 и более тыс. м³/год используют не только горбыль и привозную щепу, но и другие виды древесных отходов: опилки, отходы производства шпона, фанеры, ДСП, вторсырьё.

В горбыле увеличено содержание коры. Замеры соснового горбыля на бирже сырья завода ДСП-120 показало, что содержание коры составляет

37,6%, диапазон варьирования показателя – от 18,0 до 71,6%. Абсолютная влажность древесины горбыля – 19,1%, коры – 15,9%. При пересчете на сухое вещество содержание коры в горбыле составляет 38,2%, диапазон изменения показателя – от 18,4 до 72,2%.

Относительный объём коры в стволе сосны составляет 10–16%, среднее значение – 13% [Уголев, 2007]. Плотность коры сосны при влажности 8–13% – 370 кг/м³ [Полубояринов, 1976], а древесины сосны при влажности 12% – 505 кг/м³ [Уголев, 2007].

В кубометре стволовой сосны масса коры при среднем ее объёме 13% составит $370 \cdot 13/100 = 48$ кг/м³. Собственно древесина занимает объём $100 - 13 = 87\%$, а ее масса равна $505 \cdot 87/100 = 439$ кг/м³. Кубометр стволовой сосны влажностью 12% имеет массу $48 + 439 = 487$ кг. Доля коры по массе $48 \cdot 100/487 = 9,8\%$.

Таким образом, содержание коры в горбыле ($38,2/9,8 = 3,9$) в 3,9 раза выше, чем в стволовой древесине. Учитывать это необходимо при назначении верхнего уровня содержания горбыля в составе сырья, так как увеличение содержания коры в ДСП приводит к значительному снижению прочностных показателей плиты.

Сравнение потребляемого сырья в настоящее время и в 1984 г. показывает, что доля основного сырья – дровяная древесина и балансы поддерживается практически на одном уровне – 70,2 и 68,1%. Очень значительно, в 3,6 раза, сократилось потребление привозной щепы – с 16,9 до 4,7%. Использование отходов деревообрабатывающих производств (горбыль, опилки, отходы производства шпона и фанеры), наоборот, выросли в 1,7 раза – с 13,1 до 22,3%.

В табл. 3 приведен современный состав хвойного и лиственного сырья на заводах ДСП. Усредненные цифры показывают примерно равное соотношение: хвойные породы занимают 46,8%, лиственные – 53,2%. Основная масса лиственного сырья – это дровяная древесина и балансы (47,8 из 53,2%). Хвойное сырье в основном поступает в виде отходов деревообработки (щепа, горбыль, опилки).

Сравнение с данными 1984 г. показывает увеличение хвойной древесины в составе современного сырья почти в 2 раза – с 23–25 до 46,8%. Такое изменение носит положительный эффект: прочность ДСП из стружки хвойных пород сосны и ели на 30–40% выше, чем у плит из осиновой стружки [Шварцман, Щедро, 1987]. Данные табл. 1 показывают, что среди хвойных пород использование сосны и ели примерно равное. В табл. 4 приведено распределение состава сырья между осинкой и берёзой.

Таблица 3

Состав хвойного и лиственного сырья на заводах древесностружечных плит России разной мощности

Composition of coniferous and deciduous raw materials at particle board factories in Russia of various capacities

Вид древесного сырья	Доля хвойного/лиственного сырья, %, для завода ДСП мощностью, тыс. м ³ /год				Средняя доля хвойного/лиственного сырья по четырем заводам ДСП, %
	100	120	200	480	
Дровяная древесина и балансы	45/55	20/58	-/63	27,5/37,5	22,3/47,8
Привозная щепка	0	12/-	7/-	3/-	4,8/-
Горбыль	0	10/-	7/-	15/-	10,9/-
Опилки	0	0	2/-	12,5/-	7,1/-
Отходы производства шпона и фанеры	0	0	-/18	-/0,5	-/4,3
Отходы производства ДСП	0	0	1,5/1,5	0,5/0,5	0,6/0,6
Вторсырьё: щепка из древесной тары, поддонов	0	0	0	2/1	1,1/0,5
Итого	45/55	42/58	17,5/82,5	60,5/39,5	46,8/53,2

Таблица 4

Средний состав осинового и берёзового древесного сырья на заводах древесностружечных плит России разной мощности

Average composition of aspen and birch wood raw materials at particle board factories in Russia of various capacities

Вид древесного сырья	Доля осинового/берёзового сырья, %, для завода ДСП мощностью, тыс. м ³ /год				Средняя доля осинового/берёзового сырья по четырем заводам ДСП, %
	100	120	200	480	
Дровяная древесина и балансы	55/-	58/-	25,2/37,8	34,1/3,4	37,6/10,2
Отходы производства шпона и фанеры	0	0	-/18	-/0,5	-/4,3
Отходы производства ДСП	0	0	0,3/1,2	0,4/0,1	0,5/0,1
Вторсырьё: щепка из древесной тары, поддонов	0	0	0	0,2/0,8	0,1/0,4
Итого	55/-	58/-	25,5/57,0	34,7/4,8	38,2/15,0

Осина преобладает: 38,2% против 15% берёзы. Это объясняется тем, что основная масса поступающей на предприятия дровяной древесины – осино-вые стволы. Берёза активно используется в цехах ДСП, расположенных на территории фанерных заводов для утилизации некачественного фанкряжа и отходов фанерного производства. По сравнению с 1984 г., доли осины и берёзы в составе сырья значительно уменьшились. Это связано с активным вовлечением в производство отходов деревообработки хвойных пород.

Выводы. 1. Исследовали состав древесного сырья на четырех заводах древесностружечных плит мощностью 100, 120, 200 и 480 тыс. м³ плит в год. В настоящее время основное сырьё заводов ДСП – это массивная стволовая древесина в виде дровяной древесины и балансов. Доля ее составляет 63–100% от всего сырья, среднее значение по четырем предприятиям 70,2%. Остальное сырьё является отходами различных деревообрабатывающих производств. Доля применяемых отходов увеличивается с ростом мощности завода ДСП от 0 до 32,0%. В среднем потребление отходов следующее: привозная щепа – 4,7%, горбыль – 10,9, опилки – 7,1, отходы производства шпона и фанеры – 4,3, отходы производства ДСП – 1,2, вторсырьё – 1,6%.

2. Заводы мощностью до 120 тыс. м³/год используют отходы, которые не требуют создания дополнительных технологических участков подготовки и переработки сырья: горбыль и привозную щепу. Оно перерабатывается в базовых технологиях изготовления древесных частиц. Горбыль измельчают в стружку на станках с ножевым валом или в щепу в рубительной машине, а привозную щепу добавляют к щепе собственного производства. Заводы ДСП мощностью 200 и более тыс. м³/год используют не только горбыль и привозную щепу, но и другие виды древесных отходов: опилки, отходы производства шпона, фанеры, ДСП, вторсырьё. Они требуют специальных технологий подготовки их на новых участках, в которые входит технологическое и транспортное оборудование.

3. При планировании использования отходов деревообработки необходимо учитывать особенности каждого вида отходов, которые ограничивают верхний уровень доли их в составе сырья. В сосновом горбыле содержание коры составляет 38,2%, что в 3,9 раза выше, чем в стволовой древесине. Значительное увеличение доли коры в плите приводит к снижению прочностных показателей ДСП. Кроме того, в коре горбыля могут быть минеральные примеси и кусочки металла. Они попадают туда при заготовке, транспортировке и хранении пиловочника. Находясь на поверхно-

сти плиты, они могут повредить шлифовальную ленту. Средняя длина частиц опилок не превышает 5 мм. Из такого сырья можно изготовить только микростружку для наружных слоёв плиты.

4. Состав хвойного и лиственного сырья примерно одинаков: доля хвойных пород – 46,8%, лиственных – 53,2%. Основная масса лиственного сырья – это дровяная древесина и балансы (47,8 из 53,2%). Хвойное сырьё в основном поступает в виде отходов деревообработки (щепы, горбыль, опилки). Использование сосны и ели примерно равное. Среди лиственных пород преобладает осина – 38,2% против 15,0% берёзы. Это объясняется тем, что основная масса поступающей на предприятия дровяной древесины – осиновые стволы. Берёза активно используется в цехах ДСП, расположенных на территории фанерных заводов для утилизации некачественного фанкряжа и отходов фанерного производства.

5. Сравнение потребляемого сырья в настоящее время и в 1984 г. показывает, что доля основного сырья – дровяная древесина и балансы поддерживается практически на одном уровне 70,2 и 68,1%. Очень значительно, в 3,6 раза, сократилось потребление привозной щепы – с 16,9 до 4,7%. Использование отходов деревообрабатывающих производств (горбыль, опилки, отходы производства шпона и фанеры) наоборот выросло в 1,7 раза – с 13,1 до 22,3%. В результате доля хвойной древесины в составе современного сырья увеличилась почти в 2 раза – 23–25 до 46,8%, а доля лиственных пород уменьшилась с 75–77 до 53,2%.

6. Руководителям деревообрабатывающих производств целесообразно организовать на своих предприятиях участки по переработке отходов (горбыль, рейки, обрезки досок, карандаши и др.) в технологическую щепу. Это качественное сырьё для заводов ДСП любой мощности.

Библиографический список

Васильев В.В. Актуальные технологические проблемы производства синтетических смол и древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 230. С. 173–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.173-186.

Меркулова А.Ф., Васильев В.В. Определение содержания минеральных примесей и металла в древесных частицах для производства древесностружечных плит // Древесные плиты: теория и практика: 20-я Междунар. науч.-практ. конф., 15–16 марта 2017 г. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. С. 76–80.

Отлев И. А., Штейнберг Ц.Б., Отлева Л.С., Бова Ю.А., Жуков Н.И., Конаш Г.И. Справочник по производству древесностружечных плит. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1990. 384 с. ISBN–5–7120–0242–6.

Полубояринов О.И. Плотность древесины. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 160 с.

Уголев Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. 351 с.

Шалашов А.П. Состояние и перспективы развития производства древесных плит в России // Древесные плиты и фанера: теория и практика: 24-я Всерос. науч.-практ. конф. 17–18 марта 2021 г. СПб.: Политех-Пресс, 2021. С. 10–13.

Шалашов А.П. Состояние и перспективы развития рынка древесных плит в России // Состояние и перспективы развития производства древесных плит: сб. докл. 23-й Междунар. науч.-практ. конф., 18–19 марта 2020 г. Балабаново: ВНИИДРЕВ, 2020. С. 3–15.

Шалашов А.П., Стрелков В.П., Щеглов П.П., Дейнеко Д.В., Жаравин В.Д. Современное состояние и предложения по развитию производства древесных плит в России // Древесные плиты: теория и практика: Шестая науч.-практ. конф. 19–20 марта 2003 г. СПб.: СПбГЛТА, 2003. С. 4–7.

Шварцман Г.М., Щедро Д.А. Производство древесностружечных плит. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Лесн. пром-сть, 1987. 320 с.

References

Vasil'ev V.V. Aktual'nye tekhnologicheskie problemy proizvodstva sinte-ticheskikh smol i drevesnykh plit. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2020, iss. 230, pp. 173–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.173-186. (In Russ.)

Merkulova A.F., Vasil'ev V.V. Opredelenie soderzhaniya mineral'nykh primesej i metalla v drevesnykh chasticah dlya proizvodstva drevesnostruzhechnykh plit. *Drevesnye plity: teo-riya i praktika: 20-ya Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*, 15–16 marta 2017 g. SPb.: Izd-vo Poli-tekhn. un-ta, 2017, pp. 76–80. (In Russ.)

Otlev I.A., SHtejnberg C.B., Otleva L.S., Bova YU.A., ZHukov N.I., Konash G.I. Spravochnik po proizvodstvu drevesnostruzhechnykh plit. 2-e izd. pe-rerab. i dop. M.: Lesn. prom-st', 1990. 384 p. ISBN-5-7120-0242-6. (In Russ.)

Poluboyarinov O.I. Plotnost' drevesiny. M.: Lesn. prom-st', 1976. 160 p. (In Russ.)

SHalashov A.P. Sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva drevesnykh plit v Rossii. *Drevesnye plity i fanera: teoriya i praktika: 24-ya Vserossij-skaya nauch.-praktich. konferenciya*. 17–18 marta 2021 g. SPb.: Politekh-Press, 2021, pp. 10–13. (In Russ.)

SHalashov A.P. Sostoyanie i perspektivy razvitiya rynka drevesnykh plit v Rossii. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva drevesnykh plit: sb. dokl. 23-ya Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.*, 18–19 marta 2020 g. Balabanovo: ZAO «VNIIDREV», 2020, pp. 3–15. (In Russ.)

SHalashov A.P., Strelkov V.P., SHCHeglov P.P., Dejneko D.V., ZHAravin V.D. Sovremennoe sostoyanie i predlozheniya po razvitiyu proizvodstva drevesnykh plit v Rossii. *Drevesnye plity: teoriya i praktika: Shestaya nauch.-praktich. konferenciya*. 19–20 marta 2003 g. SPb.: SPbGLTA, 2003, pp. 4–7.

Shvartsman G.M., Schedro D.A. Proizvodstvo drevesnostruzhechnykh plit. 4-e izd., pererab. i dop. M.: Lesn. prom-st, 1987. 320 p. (In Russ.)

Ugolev B.N. Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie. M.: GOU VPO MGUL, 2007. 351 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 20.12.2021

Васильев В.В. Структура древесного сырья на заводах древесностружечных плит разной мощности // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 238. С. 137–151. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.238.137-151

Исследовали состав древесного сырья на четырех заводах древесностружечных плит мощностью 100, 120, 200 и 480 тыс. м³ плит в год. В настоящее время основное сырьё заводов плит – это массивная стволовая древесина в виде дровяной древесины и балансов. Доля её составляет 63–100% от всего сырья, среднее значение по четырём предприятиям – 70,2%. Остальное сырьё является отходами различных деревообрабатывающих производств. Доля применяемых отходов увеличивается с ростом мощности завода плит от 0 до 32%. В среднем потребление отходов следующее: привозная щепа – 4,7%, горбыль – 10,9, опилки – 7,1, отходы производства шпона и фанеры – 4,3, отходы производства плит – 1,2, вторсырьё – 1,6%. Заводы мощностью до 120 тыс. м³/год используют отходы, которые не требуют создания дополнительных технологических участков подготовки и переработки сырья: горбыль и привозную щепу. Они перерабатываются в базовых технологиях изготовления древесных частиц. Заводы мощностью 200 и более тыс. м³/год используют не только горбыль и привозную щепу, но и другие виды древесных отходов: опилки, отходы производства шпона, фанеры, плит, вторсырьё. Они требуют специальных технологий подготовки их на новых участках, в которые входит технологическое и транспортное оборудование. При планировании использования отходов деревообработки необходимо учитывать особенности каждого вида отходов, которые ограничивают верхний уровень доли их в составе сырья. В сосновом горбыле содержание коры составляет 38,2%, что в 3,9 раза выше, чем в стволовой древесине. Значительное увеличение доли коры в плите приводит к снижению прочностных показателей плиты. Кроме того, в коре горбыля могут быть минеральные примеси и кусочки металла. Они попадают туда при заготовке, транспортировке и хранении пиловочника. Средняя длина частиц опилок не превышает 5 мм. Из такого сырья можно изготовить только микростружку для наружных слоёв плиты. Состав хвойного и лиственного сырья примерно одинаков: доля хвойных пород – 46,8%, лиственных – 53,2%. Основная масса лиственного сырья – это дровяная древесина и балансы (47,8 из 53,2%). Хвойное сырьё в основном поступает в

виде отходов деревообработки (щепа, горбыль, опилки). Использование сосны и ели примерно равное. Среди лиственных пород преобладает осина – 38,2% против 15% у берёзы. Это объясняется тем, что основная масса поступающей на предприятия дровяной древесины – осиновые стволы. Сравнение потребляемого сырья в настоящее время и в 1984 г. показывает, что доля основного сырья – дровяная древесина и балансы поддерживается практически на одном уровне 70,2 и 68,1%. Очень значительно, в 3,6 раза, сократилось потребление привозной щепы – с 16,9 до 4,7%. Использование отходов деревообрабатывающих производств (горбыль, опилки, отходы производства шпона и фанеры), наоборот, выросли в 1,7 раза – с 13,1 до 22,3%. В результате доля хвойной древесины в составе современного сырья увеличилось почти в 2 раза с 23–25 до 46,8%, а доля лиственных пород уменьшилась с 75–77 до 53,2%.

Ключевые слова: древесностружечные плиты, древесное сырьё, дровяная древесина, балансы, технологическая щепа, горбыль, опилки, отходы производства фанеры, древесное вторсырьё, хвойные и лиственные породы, структура сырья, мощность завода.

Vasilyev V.V. The structure of wood raw materials at factories of particle boards of different capacities. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhniceskoj Akademii*, 2022, iss. 238, pp. 137–151 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2022.238.137-151

The composition of wood raw materials was investigated at four chipboard plants with a capacity of 100, 120, 200 and 480 thousand m³ of boards per year. Currently, the main raw material for board factories is solid stem wood in the form of firewood and pulpwood. Its share is 63...100% of all raw materials, the average value for four plants is 70.2%. The rest of the raw material is waste from various wood-processing industries. The proportion of used waste increases with an increase in the capacity of the board plant from 0 to 32.0%. On average, the consumption of waste is as follows: imported chips 4.7%, slab 10.9%, sawdust 7.1%, waste from veneer and plywood production 4.3%, waste from board production 1.2%, recyclable materials 1.6%. Plants with a capacity of up to 120 thousand m³/year use waste that does not require the creation of additional technological sections for the preparation and processing of raw materials: slab and imported chips. They are processed in the basic technologies for making wood particles. Plants with a capacity of 200 and more thousand m³/year use not only slab and imported chips, but also other types of wood waste: sawdust, waste from the production of veneer, plywood, boards, and recyclable materials. They require special technologies for their preparation in new areas, which include technological and transport equipment. When planning the use of woodworking waste, it is necessary to take into account the peculiarities of each type of waste, which limit the upper level of their share in the composition of raw materials. In pine slab, the bark content is 38.2%, which is 3.9 times higher than in stem wood. A significant increase

in the proportion of bark in the slab leads to a decrease in the strength characteristics of the slab. In addition, the bark of the slab may contain mineral impurities and pieces of metal. They get there during the harvesting, transportation and storage of the sawlogs. The average length of sawdust particles does not exceed 5 mm. Only microchips for the outer layers of the slab can be made from such raw materials. The composition of coniferous and deciduous raw materials is approximately the same: the share of conifers is 46.8%, deciduous 53.2%. The bulk of deciduous raw materials are firewood and pulpwood (47.8 out of 53.2%). Coniferous raw materials mainly come in the form of wood processing waste (wood chips, slabs, sawdust). The use of pine and spruce is roughly equal. Aspen predominates among deciduous species – 38.2% versus 15.0% for birch. This is due to the fact that the bulk of the firewood supplied to the enterprise is aspen trunks. Comparison of the consumed raw materials at present and in 1984 shows that the share of the main raw materials, firewood and pulpwood, is maintained practically at the same level of 70.2 and 68.1%. Consumption of imported wood chips decreased by 3.6 times from 16.9 to 4.7%. The use of waste wood processing industries (slab, sawdust, waste veneer and plywood), on the contrary, increased 1.7 times from 13.1 to 22.3%. As a result, the share of coniferous wood in the composition of modern raw materials has almost doubled from 23...25% to 46.8%, and the share of deciduous species has decreased from 75...77% to 53.2%.

Keywords: particle boards, wood raw materials, wood-burning wood, pulpwood, technological chips, slab, sawdust, plywood production waste, wood recyclable materials, coniferous and deciduous species, structure of raw materials, plant capacity

ВАСИЛЬЕВ Виктор Владимирович – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук. SPIN-код 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: victorvasil@mail.ru

VASILYEV Victor V. – Associate Professor, PhD (Technical), St.Petersburg State Forest University. SPIN-cod 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: victorvasil@mail.ru