

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2021, №5, Том 13 / 2021, No 5, Vol 13 <https://esj.today/issue-5-2021.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/20SAVN521.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Горбатов, А. П. Раскрой круглых сортиментов на пиломатериалы радиальной распиловки для изготовления клееных / А. П. Горбатов, В. Е. Бызов // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — № 5. — URL: <https://esj.today/PDF/20SAVN521.pdf>

For citation:

Gorbatov A.P., Byzov V.E. Cutting round assortments for radial sawn timber for the manufacture of glued elements of load-bearing building structures. *The Eurasian Scientific Journal*, 13(5): 20SAVN521. Available at: <https://esj.today/PDF/20SAVN521.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

Горбатов Алексей Павлович

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет», Архангельск, Россия
Соискатель

E-mail: a.gorbatov@narfu.ru

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1089957

Бызов Виктор Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»,
Санкт-Петербург, Россия

Доцент кафедры «Прикладная механика и инженерная графика»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: mapana@inbox.ru

РИНЦ: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=514337

Раскрой круглых сортиментов на пиломатериалы радиальной распиловки для изготовления клееных

Аннотация. Пиломатериалы хвойных пород находят широкое применение для изготовления элементов несущих строительных конструкций. Также они используются для изготовления элементов конструкций из клееной древесины. Критическим свойством пиломатериалов для изготовления несущих конструкция является прочность. Важным свойством элементов конструкций из клееной древесины является формоустойчивость. Также макростроение древесины ламелей из которых состоят клееные конструкции должно предотвращать коробление элементов из клееной древесины при их эксплуатации. Эти условия выполняются, когда ламели изготавливаются из пиломатериалов радиальной распиловки. Наиболее эффективным способом получения радиальных пиломатериалов является радиально-сегментный способ раскроя круглых лесоматериалов.

Авторами статьи рассмотрены основные теоретические положения раскроя круглых лесоматериалов с целью получения пиломатериалов радиальной распиловки для изготовления ламелей элементов из клееной древесины. Приведен метод расчета ширины полупостава при раскрое сегментов для получения радиальных пиломатериалов имеющих угол наклона годовичных слоев древесины к пласти досок не менее 45° . Определены значения ширины крайних досок постава. Для практического применения при определении ширины постели сегмента для получения пиломатериалов радиальной распиловки и ширины крайних досок постава разработана номограмма. Разработаны поставки для получения пиломатериалов радиальной распиловки. С учетом припуска на усушку и пропилы найдены значения ширины средних досок постава. Исходя из размеров досок, полученных в результате раскроя и припусков на

фрезерование определены размеры поперечного сечения ламелей. Рассчитан объемный полезный выход ламелей при раскрое круглых лесоматериалов.

В результате исследований установлено, что раскрой круглых лесоматериалов развально-сегментным способом позволяет достаточно эффективно получать пиломатериалы для изготовления ламелей радиальной распиловки.

Ключевые слова: раскрой круглых лесоматериалов; развально-сегментный способ раскроя; пиломатериалы радиальной распиловки; элементы из клееной древесины; ламели радиальной распиловки; постав радиальной распиловки; угол наклона годичных слоев древесины; объемный полезный выход ламелей

Введение

Пиломатериалы хвойных пород древесины широко применяются для изготовления клееных элементов несущих элементов строительных конструкций. Важным показателем качества элементов несущих строительных являются высокие прочностные показатели. Также необходимым условием их эффективного применения является формоустойчивость в процессе эксплуатации [1]. Эти условия выполняются, когда для изготовления элементов из клееной древесины применяют ламели, изготовленные из пиломатериалов радиальной распиловки. Ламелями называются фрезерованные обрезные доски служащие для изготовления клееных элементов строительных конструкций. Они являются слоями, составляющими эти конструкции. Особенностью пиломатериалов радиальной распиловки является расположение годичных слоев древесины по отношению к пластям сортиментов. То есть у радиальных пиломатериалов для клееных конструкций угол между слоями древесины и пластью должен быть более 45° .

Изучению схем раскроя круглых лесоматериалов с целью получения пиломатериалов радиальной распиловки посвящены многочисленные исследования отечественных ученых [2–5]. В частности, Г.Д. Власовым и С.А. Барановым установлены зоны радиальности для выпилки радиальных досок [2]. Н.А. Батиным были разработаны поставки на выпилку радиальных пиломатериалов [3]. В работе Н.А. Батина и А.А. Янушкевича [4] определены зоны круглых лесоматериалов для выпилки радиальных пиломатериалов. Л.К. Осиповой и И.С. Межевым проанализированы существующие способы получения радиальных пиломатериалов [5]. Наиболее эффективным способом распиловки круглых лесоматериалов признан развально-сегментный. В работе [6] приведена методика составления и расчета поставов на распиловку бревен комбинированным способом на радиальные пиломатериалы для изготовления клееных брусьев и дана технологическая схема лесопильного потока с механизацией переместительных операций. А.А. Пижурин и С.Н. Мчедлишвили предложили усовершенствованную развально-сегментную схему раскроя пиловочника на радиальные пиломатериалы. Раскрой круглых лесоматериалов по этой схеме увеличивает выход пиломатериалов радиальной распиловки. Данный способ распиловки закреплен патентом¹.

Высокой производительностью распиловки круглых лесоматериалов для получения радиальных пиломатериалов характеризуется развально-сегментный способ. Развально-сегментный способ распиловки характерен тем, что из средней части бревна выпиливается одна, или несколько досок, а сегменты, полученные из крайних частей бревна, распиливаются на втором и последующих проходах. Этот способ даёт возможность получить большее количество радиальных пиломатериалов [7–10]. Для раскроя круглых лесоматериалов на

¹ Способ получения радиальной пилопродукции из бревен / А.А. Пижурин, С.Н. Мчедлишвили // Патент 1989 года SU № 1530443 А1 МКИ В27В 1/00 СССР.

первом проходе целесообразно применять ленточнопильное бревнопильное оборудование. На втором проходе при раскросе сегментов высокую производительность распиловки обеспечивает применение многопильных круглопильных станков.

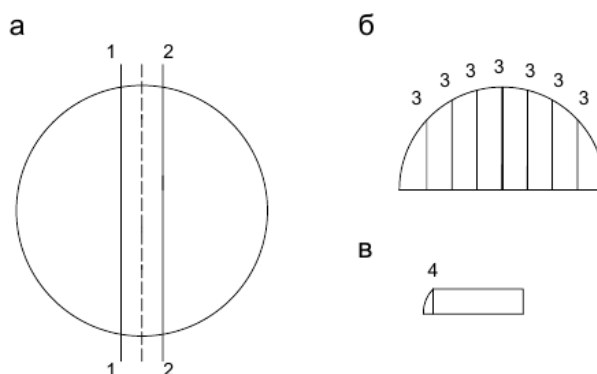
Как было указано выше имеется значительное количество исследований, посвященных вопросу получения пиломатериалов радиальной распиловки. Однако исследований по определению полезного выхода ламелей радиальной распиловки из круглых лесоматериалов практически не имеется.

Целью данного исследования является разработка схемы раскроса позволяющей получить максимальное количество ламелей для изготовления элементов клееных несущих строительных конструкций.

Метод раскроса

Раскрой круглых лесоматериалов для получения радиальных ламелей проводили с применением развально-сегментного способа распиловки. Схема раскроса приведена на рисунок 1.

Вначале на ленточнопильном станке делают пропилы 1-1 и 2-2. Таким образом круглые лесоматериалы раскраиваются на сердцевинный брус и два сектора. Затем на многопильном круглопильном станке сектора раскраиваются на необрезные пиломатериалы пропилами 3. Затем у необрезных пиломатериалов с одной обрезной кромкой на обрезном станке обрезают вторую кромку пропилом 4 и получают чистообрезные пиломатериалы.



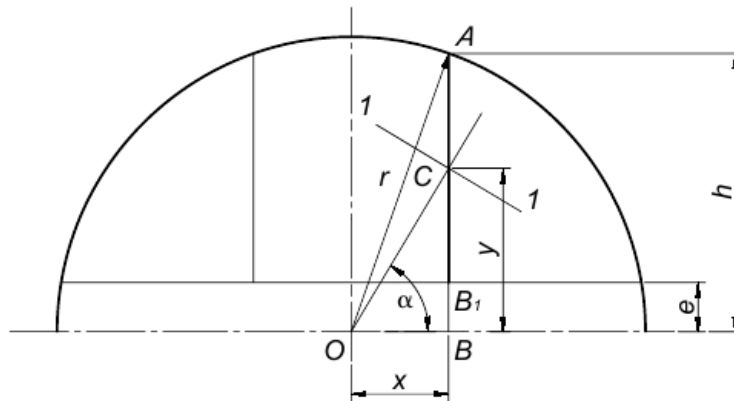
1, 2 — пропилы, выполненные на ленточнопильном станке; 3 — пропилы, выполненные на круглопильном многопильном станке; 4 — обрезка кромки на обрезном станке.

Рисунок 1. Схема раскроса круглых лесоматериалов брусово-сегментным способом:
а — раскрой на ленточнопильном станке; б — раскрой на круглопильном многопильном станке; в — обрезка кромки на обрезном станке (составлено с авторами)

Пиломатериалы радиальной распиловки подвергают сушке до эксплуатационной влажности древесины $14 \pm 2^\circ$. Указанное значение влажности древесины пиломатериалов необходимо для обеспечения возможности склеивания ламелей при изготовления клееных балок. Сухие пиломатериалы фрезеруют с целью достижения необходимой шероховатости поверхности и необходимых номинальных размеров. После этого полученные из пиломатериалов ламели склеивают по пласти или по кромке и пласти. Таким образом, изготавливают балки из клееной древесины.

Для определения объемного выхода пиломатериалов радиальной распиловки необходимо знать ширину полупостава при распиловке сегмента. У радиальных пиломатериалов для клееных конструкций угол между годичными слоями и пластью должен

быть более 45° . С целью получения таких пиломатериалов определяем ширину крайней доски постава, удовлетворяющую этому условию (рис. 1).



1-1 — касательная к годичному слою древесины на середине ширины доски; r — радиус поперечного сечения круглого сортимента; α — угол наклона годичных слоев древесины к пласти доски; y — расстояние от центра симметрии поперечного сечения круглого сортимента до середины доски; e — половина ширины сердцевинной доски; h — расстояние от дальнего ребра доски до центра симметрии поперечного сечения круглого сортимента; x — ширина полупостава до дальней пласти крайней радиальной доски

Рисунок 2. Схема определения ширины полупостава получения радиальных пиломатериалов из сегмента [2]

Ширина крайней доски постава радиальной распиловки при раскрое сегментов определяется отрезком MB_1 . Таким образом ширина доски, которую обозначаем b , рассчитываем по формуле:

$$b = h - e = 2(h - y),$$

где h — расстояние от крайней дальней от центра поперечного сечения сортимента точки радиальной доски до оси симметрии сортимента; e — половина ширины центральной доски вырезки; y — расстояние от дальнего центра ширины радиальной доски до оси симметрии сортимента.

Таким образом, $h = 2y - e$. Из треугольников OAB и OCB можем увидеть

$$h = \sqrt{r^2 - x^2} \text{ и } y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где r — радиус поперечного сечения сортимента; x — ширина полупостава для получения радиальных досок из сегмента; α — угол наклона к горизонту линии перпендикулярной касательной (1-1) к годичным слоям древесины круглых лесоматериалов.

Из этого следует, что $\sqrt{r^2 - x^2} = 2x \cdot \operatorname{tg} \alpha - e$.

Решением этого уравнения является формула определения значения ширины полупостава для получения досок с ограничением угла наклона волокон годичных слоев к поверхности пластей досок радиальной распиловки, получаемых из сегментов:

$$x = \frac{2e \cdot \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{r^2 \cdot (1 + 4\operatorname{tg}^2 \alpha) - e^2}}{1 + 4\operatorname{tg}^2 \alpha}, \quad (1)$$

Уравнение (1) применили для нахождения значения ширины полупостава для получения радиальных досок с углом наклона годичных слоев древесины к пласти доски не менее 45° при распиловке сегментов, получаемых из круглых лесоматериалов различных диаметров. Расчет ширины полупостава провели для круглых лесоматериалов диаметром от 30 до 46 см включительно. Градация диаметров составляла 2 см. Длину сортиментов приняли равной 5 м. При условном раскрое ширину сердцевинной вырезки приняли равной 50 мм. Получали только чистообрезные доски.

Условный раскрой круглых лесоматериалов проводили с целью получения ламелей радиальной распиловки для изготовления клееных балок. Номинальную толщину ламелей приняли равной 32 и 40 мм. Номинальную толщину ламелей принимали с градацией 5 мм. Раскрой проводили с учетом потерь древесины на пропилы, усушку и фрезерование пиломатериалов. Значения величины усушки пиломатериалов и припуска на фрезерование приняли в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

Рассчитали номинальную ширину ламелей, получаемых из крайних досок постава с необходимым углом наклона годичных слоев древесины. Кроме этого, нашли номинальную ширину ламелей, получаемых из средних досок постава. Их номинальную ширину рассчитывали с учетом толщины крайних досок постава. В завершение расчетов определили объемный полезный выход ламелей из пиломатериалов радиальной распиловки, получаемых из круглых лесоматериалов каждого диаметра. При условном раскрое форма круглых лесоматериалов принималась за усеченный параболоид вращения, а их поперечное сечение за круг. Фактическая форма и их поперечное сечение не всегда соответствуют этим положениям. Поэтому, для нормирования выхода ламелей необходимо устанавливать взаимосвязь между расчетным и фактическим выходом ламелей путем раскроя круглых лесоматериалов в технологическом процессе.

Результаты исследования

В результаты выполненных расчетов получены значения ширины полупостава для получения радиальных досок с углом наклона годичных слоев древесины к пласти доски не менее 45° при распиловке сегментов, получаемых из круглых лесоматериалов различных диаметров. Также определили размер ширины постели сегмента для получения пиломатериалов радиальной распиловки. Кроме этого, определили ширину крайних досок постава имеющих наклон годичных слоев древесины не менее 45° . Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ширина полупостава и крайних досок постава при получении пиломатериалов радиальной распиловки

Диаметр круглых лесоматериалов, см	Ширина полупостава, мм	Ширина постели бруса, для получения радиальных пиломатериалов, см	Ширина крайних досок постава, имеющих наклон волокон не менее 45° , см
30	77,08	154,16	104,2
32	81,55	163,11	113,1
34	86,03	172,05	122,1
36	90,50	181,00	131,0
38	94,97	189,94	139,9
40	99,44	198,89	148,9
42	103,91	207,83	157,8
44	108,39	216,77	166,8
46	112,86	225,72	175,7

Для определения ширины постели сегмента для получения пиломатериалов радиальной распиловки и ширины крайних досок постава имеющих наклон годичных слоев древесины не менее 45° была разработана номограмма (рис. 3).

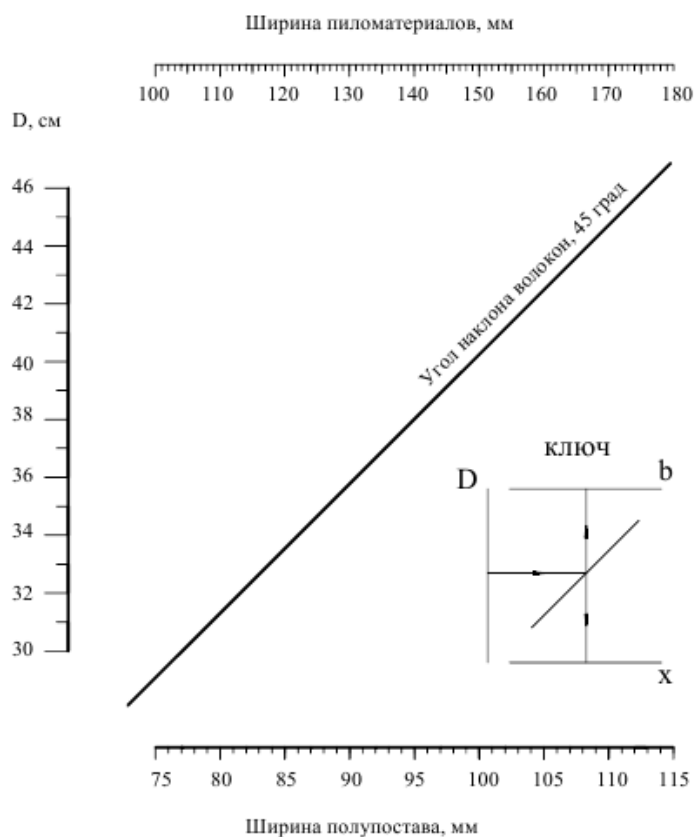


Рисунок 3. Номограмма

Постав, то есть количество и комбинацию пиломатериалов по толщине выбираем таким образом, чтобы максимально использовать ширину постели сегмента, для получения радиальных пиломатериалов. Раскрой сегментов проводили по симметричной схеме. Рассчитали полезный выход ламелей радиального распила из круглых лесоматериалов каждого из диаметров. Результаты расчета по принятым поставам приведены в таблице 2. Графическая интерпретация выходов ламелей из круглых лесоматериалов представлена на рисунке 4.

Таблица 2

Выход ламелей радиального распила из круглых лесоматериалов

Диаметр круглых лесоматериалов, см	Постав раскроя секторов	Объем ламелей из одного сортимента, кбм.	Объемный полезный выход, %
30	1д 40x120; 2д 40x95	0,124	29,5
32	1д 40x130; 2д 40x100	0,132	27,5
34	2д 32x140; 2д 32x110	0,160	29,6
36	2д 32x150; 2д 32x120	0,173	28,8
38	2д 32x155; 2д 32x130	0,182	27,2
40	2д 32x165; 2д 32x135	0,192	25,9
42	2д 40x175; 2д 40x145	0,256	31,6
44	1д 32x190; 2д 32x185; 2д 32x155	0,278	31,3
46	1д 32x200; 2д 32x190; 2д 32x165	0,291	29,7

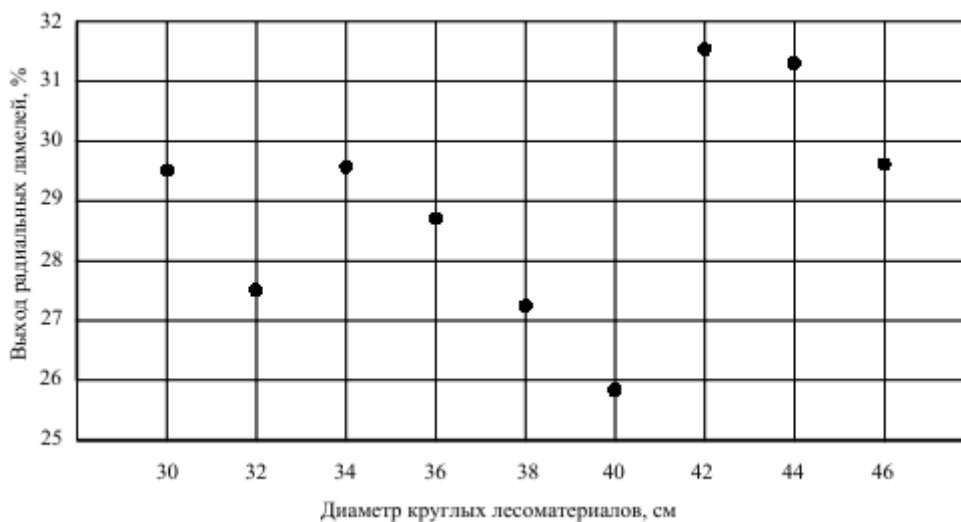


Рисунок 4. Зависимость объемного выхода ламелей от диаметра круглых лесоматериалов (составлено авторами)

Анализ данных приведенных в таблице 2 и на рисунке 3 показывает, что полезный выход ламелей, изготовленных из пиломатериалов радиального распила, составляет около 30 %. Снижение объемного выхода из круглых лесоматериалов некоторых диаметров можно объяснить тем, что при толщине выпиливаемых пиломатериалов только для получения ламелей номинальной толщиной 32 и 40 мм не всегда достигается полное использование зон сегментов, из которых возможно получить пиломатериалы радиальной распиловки. Объемный выход ламелей зависит от диаметров круглых лесоматериалов и насколько полно размеры пиломатериалов для изготовления ламелей вписываются в размеры радиальных зон раскраиваемых сегментов. При изменении толщины ламелей меняется их объемный выход. Поэтому его следует определять с учетом конкретных размеров получаемых ламелей.

Выводы

Раскрой круглых лесоматериалов развально-сегментным способом позволяет достаточно эффективно получать пиломатериалы для изготовления ламелей радиального распила. В результате исследований установлено:

1. Ширина постели сегмента для получения пиломатериалов радиального распила примерно равняется половине диаметров круглых лесоматериалов, из которых они выпиливаются.
2. Объемный полезный выход ламелей, изготовленных из пиломатериалов радиального распила, составляет около 30 %.
3. Объемный выход ламелей зависит от диаметров круглых лесоматериалов и насколько полно размеры пиломатериалов для изготовления ламелей вписываются в размеры радиальных зон раскраиваемых сегментов.
4. Предложенная в статье схема раскроя круглых лесоматериалов целесообразна для получения радиальных ламелей, для изготовления клееных конструкций, применяемых в строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волынский В.Н. Первичная обработка пиломатериалов на лесопильных предприятиях / В.Н. Волынский, С.Н. Пластинин // ООО «Риэл-пресс» — Москва, 2005 г. — 256 с.
2. Власов Г.Д. Исследование процессов радиальной и тангентальной распиловки бревен / Г.Д. Власов, С.А. Баранов // Лесная пром-сть — Москва, 1957, № 12. С. 18–22.
3. Батин, Н.А. Практические графики и вспомогательные таблицы для составления и расчета поставок на распиловку бревен / Н.А. Батин, А.Б. Лахтанов, Ю.А. Бруевич // Лесная пром-сть — Москва, 1966 г. — 103 с.
4. Батин Н.А. К составлению поставок на распиловку радиальных пиломатериалов / Н.А. Батин, А.А. Янушкевич // Механическая технология древесины — Минск: Вышэйшая школа, 1971. — Вып. 1. — С. 9–13.
5. Межов И.С. Исследование влияния основных факторов на выход радиальных пиломатериалов / И.С. Межов, Ф.Н. Карпунин, Л.К. Осипова // Деревообраб. пром-сть — 1996, № 3. — С. 8–10.
6. Янушкович А.А. Совершенствование технологии распиловки бревен на радиальные пиломатериалы для клееных брусьев / А.А. Янушкевич, А.Г. Карпович // Тр. БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-ть. 2019. Вып. VII. С. 262–265.
7. Янушкевич А.А. Обоснование способа распиловки бревен на пиломатериалы для клееных брусьев / А.А. Янушкевич, Д.Л. Рапинчук // Тр. БГТУ. Сер. II. Лесная и деревообраб. пром-сть. — Минск: БГТУ, 1999. — Вып. VII. С. 162–164.
8. Ясинский В.С. Планирование раскроя пиломатериалов с учетом их качественных характеристик / В.С. Ясинский // Деревообраб. пром-сть — 1976, № 5. — С. 20–21.
9. Черных П.П. Основные положения раскроя сырья на радиальные пиломатериалы с использованием оборудования фирмы "KARA" / П.П. Черных // Лесопромышленник — 2004, № 3. С. 2–3.
10. Янушкевич А.А. Совершенствование лесопиления на основе индивидуальных моделей раскроя / А.А. Янушкевич, М.К. Яковлев // Деревообраб. пром-сть. — 1991. № 3. — С. 18–19.

Gorbatov Aleksej Pavlovich

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

E-mail: a.gorbatov@narfu.ru

RSCI: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=1089957

Byzov Viktor Evgenievitch

Saint-Petersburg State Forest Technical University named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

E-mail: mapana@inbox.ru

RSCI: https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=514337

Cutting round assortments for radial sawn timber for the manufacture of glued elements of load-bearing building structures

Abstract. Softwood lumber is widely used for the manufacture of elements of load-bearing building structures. They are also used for the manufacture of laminated timber structural elements. Strength is a critical property of lumber for load-bearing construction. An important property of laminated timber structural elements is dimensional stability. Also, the macrostructure of the wood of the lamellas that make up the glued structures should prevent warping of the elements made of glued wood during their operation. These conditions are met when the lamellas are made from radial sawn timber. The most efficient way to produce radial sawn timber is the radial segment method of cutting round timber.

The authors of the article considered the main theoretical principles of cutting round timber in order to obtain radial sawn timber for the manufacture of lamellas of elements from glued wood. A method for calculating the half-width width when cutting segments to obtain radial sawn timber with an angle of inclination of annual layers of wood to the planks of at least 45° is given. The values of the width of the extreme planks of the post are determined. A nomogram has been developed for practical use in determining the width of the segment bed for obtaining radial sawn timber and the width of the outermost boards. Suppliers for radial sawn timber have been developed. Taking into account the allowance for shrinkage and cuts, the values of the width of the middle planks were found. Based on the dimensions of the boards obtained as a result of cutting and the allowances for milling, the dimensions of the cross-section of the lamellae are determined. The volumetric useful output of lamellas is calculated when cutting round timber.

As a result of the research, it was found that cutting round timber by the break-up-segment method makes it possible to efficiently obtain lumber for the manufacture of radial cut lamellas.

Keywords: cutting of round timber; split-segment cutting; radial sawn timber; timber for building structures; glued timber elements