

**В.Г. Турушев<sup>1</sup>, Н.В. Дерягин<sup>2</sup>, Е.Д. Гельфанд<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>Вологодский государственный университет

Турушев Валентин Гурьянович родился в 1928 г., окончил в 1952 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры лесопильно-строгальных производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет около 160 научных трудов по проблемам лесопиления и деревообработки.

Тел.: 8(8182) 21-89-66



Дерягин Руслан Валентинович родился в 1939 г., окончил в 1963 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теории и проектирования машин и механизмов Вологодского государственного университета. Имеет более 130 печатных работ в области динамики машин и оборудования деревообрабатывающей промышленности, металлургического оборудования, вопросов современных проблем технологии деревообработки.

E-mail: trmm@mh.vstu.edu.ru



Гельфанд Ефим Дмитриевич родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры биотехнологии Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет более 340 печатных трудов в области химической технологии древесины и биотехнологии, по разработки биологически активных средств и удобрений для лесного и сельского хозяйства.

E-mail: biotech@agtu.ru



## **ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ**

Выявлены проблемы производства товарных пиломатериалов, установлены основные причины возникновения и показано их влияние на производственные показатели работы лесопильного предприятия.

*Ключевые слова:* пакетирование пиломатериалов, пакетоспособность, партия запуска, первичный и вторичный остатки пиломатериалов.

Наиболее полно потребительский спрос на товарные пиломатериалы удовлетворяется при поставке их в плотных транспортных пакетах, содержащих, как правило, пиломатериалы одного поперечного сечения, одной длины (или ограниченного количества длин), одной группы качества. Такие пиломатериалы имеют современный товарный вид, конкурентоспособны. В основу построения производственного процесса лесопиления также положен пакетный метод обращения с пиломатериалами на базе технологических пакетов, заменивший штучное непроизводительное обращение с пиломатериалами.

На базе пакетного метода обращения с пиломатериалами было проведено техническое перевооружение лесозэкспортных предприятий нашей страны. Модернизация лесопиления была осуществлена в два этапа в основном на базе финского оборудования.

Рассмотрим финишную (наиболее затратную) часть производственного процесса окончательной обработки пиломатериалов (полуфабрикатов). На этой стадии выполняются следующие технологические операции: камерная сушка пиломатериалов; кондиционирование пиломатериалов и накопление партий запуска технологического оборудования для окончательной обработки пиломатериалов; окончательное торцевание и маркирование пиломатериалов; сортирование пиломатериалов по качеству (сортам, группам сортов), длине (группам длин) и их пакетирование; формирование отгрузочных партий пиломатериалов, их хранение и поставка потребителю.

На первом этапе модернизации лесопильного производства для окончательного торцевания и сортирования пиломатериалов по качеству были закуплены финские торцовочно-маркировочные установки (ТМУ) фирмы «Raute», для сортирования пиломатериалов по длине и пакетированию – сортировочно-пакетирующие установки (СПУ) фирмы «Sateko».

Опыт работы лесозэкспортных предприятий показал, что технология и оборудование, положенные в основу первого этапа модернизации лесопиления, многозатратны:

а) ТМУ и СПУ обладают низкой производительностью. Лесопильное предприятие средней мощности оснащалось несколькими комплексами, скомпонованными из этих установок. Для осуществления технологической связи между ними потребовалось строительство буферных складов;

б) многократное формирование и разборка технологических пакетов. Сушильный пакет (часть сушильного штабеля) поступает на ТМУ, где его поштучно разбирают. В результате обработки пиломатериалов на ТМУ формируется плотный технологический пакет только для того, чтобы передать его на буферный склад, где накапливается технологический запас пиломатериалов для СПУ;

в) на входном участке СПУ пакет снова разбирают, доски поштучно поступают на участок их сортирования. Из рассортированных по длине пиломатериалов окончательно формируется плотный транспортный пакет (готовая продукция).

Второй этап модернизации лесопильного производства был проведен на базе комплексно-механизированных линий ЛТСП, предназначенных для окончательного торцевания, маркирования, сортирования пиломатериалов по сортам и длинам и их пакетирования. Была сделана попытка сразу устранить все недостатки, присущие технологии и оборудованию, на базе которого был проведен первый этап модернизации лесопиления.

Вместо многочисленных установок ТМУ и СПУ даже крупному предприятию (например, 8-рамному лесопильному заводу) достаточно иметь всего одну многооперационную комплексно-механизированную поточную линию типа ЛТСП. Производственная мощность лесопильного предприятия по выпуску сухих товарных пиломатериалов полностью зависит от производственной мощности (производительности) ЛТСП. Таким образом, ЛТСП по существу выполняет функции «головного» оборудования лесопильного предприятия. Все производственные службы предприятия имеют соподчиненный характер и обеспечивают рациональное функционирование линии.

В качестве базового оборудования при осуществлении второго этапа модернизации лесопиления были приняты отечественные линии модели БСП-1 и финские линии фирмы «Plan-Sell» (см. таблицу).

**Техническая характеристика линий ЛТСП**

Показатели	БСП-1	Plan-Sell
Размеры обрабатываемых пиломатериалов:		
длина, м	3...7	2...6,8
толщина, мм	19...75	19...100
ширина, мм	75...280	75...300
Длина обрабатываемых пиломатериалов, м	2,7...6,3	1,5...6,6
Размеры сушильных пакетов, м:		
длина	7	6,8
ширина	1,8	2,05
высота	1,5	5,0
Размеры транспортных пакетов, м:		
длина	2,7...6,3	1,5...6,6
ширина	<1,25	0,5; 1,2; 1,3
высота	<1,25	0,5; 1,2; 1,3
Число накопителей, шт.	42	36
Пропускная способность, шт./мин	32, 48, 63	30, 90
Обслуживающий персонал, чел.	9	10
Установленная мощность, кВт	180	480
Масса, т	120	320
Габаритные размеры, м:		
длина	64,5	106,0
ширина	22,0	11,0
высота	6,4	9,0

Выпуск отечественных линий БСП-1 ограничился опытно-промышленным образцом, который успешно работает на ОАО «Лесозавод № 2» (г. Архангельск). Второй этап модернизации лесопильной промышленности нашей страны был проведен в основном на базе финских ЛТСП фирмы «Plan-Sell».

Рассмотрим особенности технологии лесопиления на базе пакетного метода обращения с пиломатериалами на примере длительной эксплуатации линии ЛТСП фирмы «Plan-Sell». Эта линия предназначена для окончательного торцевания, маркирования и сортирования сухих пиломатериалов по сортам и длинам и их пакетирования.

На участке кондиционирования пиломатериалов (за лесосушильными камерами) накапливается некоторый запас однотипных (одного поперечного сечения) пиломатериалов, достаточный для беспереналадочной работы линии в течение определенного отрезка календарного времени. Этот запас был назван «партией запуска» линии ЛТСП.

После завершения окончательного торцевания пиломатериалов очередной партии запуска в карманах-накопителях сортировочного участка линии остается некоторое количество досок, недостаточное для формирования плотных транспортных пакетов и названное «первичным остатком». Только после обработки (опорожнения всех карманов-накопителей линии) первичного остатка начинается торцевание пиломатериалов следующей партии запуска. Происходит  
4 ное заполнение карманов-накопителей линии. С момента заполнения пиломатериалами  
одного из накопителей включается в работу участок их пакетирования.

Продолжительность переналадки, во-первых, включает время на обработку первичного остатка пиломатериалов, во-вторых – время на заполнение не менее чем одного накопителя и на начало пакетирования пиломатериалов очередной партии запуска.

Таким образом, продолжительность переналадки линии ЛТСП – это суммарные затраты времени на завершение обработки данной партии пиломатериалов и подготовку к обработке очередной партии.

Опыт работы лесопильных предприятий показывает, что продолжительность переналадки составляет в среднем 2 ч. По существу на 2 ч приостанавливается «эффективная» деятельность предприятия, прекращается процесс окончательного торцевания пиломатериалов на головном оборудовании – линии ЛТСП (линии «Plan-Sell»).

Установлено, что средний объем первичного остатка досок в карманах-накопителях равен половине объема полных транспортных пакетов всех длин, вырабатываемых на линии ЛТСП:

$$V_{o-1} = \frac{lSn}{2q_1}, \quad (1)$$

где  $V_{o-1}$  – объем первичного остатка досок в карманах-накопителях ЛТСП, м<sup>3</sup>;

$l$  – средняя длина пакетов, м;

$S$  – площадь поперечного сечения пакета, м<sup>2</sup>;

$n$  – количество пакетов, одновременно вырабатываемых на ЛТСП (36 шт.);

$q_1$  – количество длин досок, укладываемых в один пакет.

Пример. На линии Plan-Sell одновременно формируется 36 шт. ( $n$  равно числу карманов-накопителей линии) плотных транспортных пакетов, имеющих среднюю длину  $l = 5$  м, площадь поперечного сечения  $S = 1$  м<sup>2</sup>. Объем первичного остатка находим по формуле (1):  $V_{o-1} = 90$  м<sup>3</sup>. Из этого остатка нельзя сформировать ни одного плотного транспортного пакета, содержащего пиломатериалы одной длины. Возможен ряд вариантов обработки первичного остатка пиломатериалов:

весь первичный остаток возвращается на буферный склад и вновь поступает на линию с очередной партией пиломатериалов этого же сечения;

первичный остаток непосредственно на линии (или на отдельном вспомогательном потоке) укладывают в пакеты, состоящие из пиломатериалов двух-трех длин.

Первый вариант позволяет формировать все плотные транспортные пакеты из пиломатериалов одной длины в каждом пакете. Однако при этом существенно возрастают производственные затраты, не перекрываемые большей отпускной ценой пиломатериалов, поставляемых в пакетах из досок одной длины. Большинство предприятий обработку первичного остатка производят по второму варианту. При этом неизбежно получается вторичный остаток пиломатериалов :

$$V_{o-2} = \frac{lSn}{2q_2}, \quad (2)$$

где  $q_2$  – количество длин досок, укладываемых в один пакет при пакетировании вторичного остатка.

Таким образом, практически каждую отгрузочную партию пиломатериалов приходится формировать из пакетов, содержащих доски заданного количества длин (например, одной или двух), а некоторая часть пакетов, формируемых из первичного остатка, содержит пиломатериалы большего количества длин. Контрактами на поставку экспортных пиломатериалов ограничивается доля «некондиционных» пакетов, состоящих из пиломатериалов большего количества длин.

Каждую отдельную отгрузочную партию пиломатериалов можно характеризовать коэффициентом кондиционности (критерием качества)  $K_k$ , представляющим собой отношение объема пакетов, содержащих доски заданного количества длин, к объему всех пакетов, полученных в результате обработки некоторой партии запуска.

Пиломатериалы, изготавливаемые по ГОСТ 26002–83 «Пиломатериалы хвойных пород северной сортировки, поставляемые для экспорта», сортируют по породам древесины, размерам поперечных сечений (по сечениям) и сортам на бессортные (включающие первый, второй и третий сорта, процентное соотношение которых должно соответствовать естественному выходу пиломатериалов из распиловки), отдельно четвертый сорт, отдельно пятый сорт.

Контракт на поставку экспортных пиломатериалов в качестве одного из основных условий содержит требование к кондиционности отгрузочной партии пиломатериалов. Это условие можно выполнить, если поступившая в обработку партия запуска ЛТСП обладает свойством пакетоспособности. В результате ее обработки получается отгрузочная партия пиломатериалов в плотных транспортных пакетах с заданным (контрактным) коэффициентом кондиционности  $K_k$ .

После завершения обработки пакетоспособной партии запуска ЛТСП получим отгрузочную партию, обладающую контрактным коэффициентом кондиционности.

Минимальный объем пакетоспособной партии запуска ( $V_{\min}$ ) линии ЛТСП зависит от способа обработки первичного остатка пиломатериалов  $V_{o-1}$ .

*Первый способ.* Первичный остаток (1) полностью раскладывают в пакеты с большим количеством длин досок:

$$V_{\min} = \frac{lSn}{2K_c q_1 (1 - K_k)}, \quad (3)$$

где  $l$  – средняя длина досок, м;

$S$  – площадь поперечного сечения пакета, м<sup>2</sup>;

$n$  – количество длин сортируемых пиломатериалов, шт.;

4\* четный коэффициент сорта, выражающий отношение объема пиломатериалов того сорта, по которому ведется расчет минимальной партии запуска ЛТСП, к объему пиломатериалов всех сортов, входящих в отгрузочную партию (принимается по данным конкретного предприятия за некоторый период его работы;

$q_1$  – количество длин досок, укладываемых в один пакет при первичном пакетировании;

$K_k$  – коэффициент кондиционности.

*Второй способ.* Первичный остаток  $V_{o-1}$  раскладывают в нестандартные пакеты с увеличенным, но вполне определенным числом длин досок в пакете, вторичный остаток  $V_{o-2}$  передают на буферный склад:

$$V_{\min} = \frac{lSn(q_2 - q_1 K_k)}{2K_c q_1 q_2 (1 - K_k)}, \quad (4)$$

где  $q_2$  – количество длин досок, укладываемых в пакет при формировании его из первичного остатка  $V_{o-1}$ .

Формула (4) справедлива при  $q_2 > q_1$ .

Определим минимальный объем пакетоспособной партии запуска ЛТСП по формуле (3), когда первичный остаток полностью раскладывается в пакеты с увеличенным количеством длин досок. Посортный состав отгрузочной партии пиломатериалов: бессортные – 30 %; четвертого сорта – 50 %; пятого сорта – 20 % (0,3; 0,5; 0,2). Средняя длина досок  $l = 5,1$  м; суммарная площадь поперечного сечения досок, укладываемых в один пакет,  $S = 1$  м<sup>2</sup>; длина досок 2,7...6,6 м; количество длин обрабатываемых пиломатериалов  $n = 14$ ; количество длин досок, укладываемых в один пакет,  $q_1 = 1$ ; коэффициент кондиционности  $K_k \geq 0,8$ .

При наименьшем расчетном коэффициенте сорта  $K_c = 0,2$  (пиломатериалы пятого сорта) минимальный объем партии запуска  $V_{\min} = 892,5$  м<sup>3</sup>, пиломатериалы всех сортов имеют коэффициент кондиционности  $K_k \geq 0,8$ .

Минимальный объем пакетоспособной партии запуска, рассчитанный по бессортным пиломатериалам ( $K_c = 0,3$ ), равен 595 м<sup>3</sup>. При этом бессортные пиломатериалы, а также пиломатериалы четвертого сорта имеют коэффициент кондиционности  $K_k \geq 0,8$ , т. е. удовлетворяют требованиям потребителя.

Расчет объема пакетоспособной партии запуска по пиломатериалам четвертого сорта ( $K_c = 0,5$ ) позволяет уменьшить ее объем до  $357 \text{ м}^3$ , однако при этом бессортные пиломатериалы, а также пиломатериалы пятого сорта не отвечают требованиям рынка ( $K_k < 0,8$ ).

Таким образом, в рассмотренном примере в целом партия запуска пакетоспособна ( $K_k \geq 0,8$ ) только при наименьшем коэффициенте сорта ( $K_k = 0,2$ ), принятом при ее расчете, однако при этом она имеет наибольший объем. Для ее накопления необходимы буферные склады большой вместимости. Так, лесопильное предприятие, одновременно вырабатывающее пиломатериалы десяти размеров поперечных сечений, должно иметь крытый буферный склад вместимостью  $8925 \text{ м}^3$ .

Минимальный объем пакетоспособной партии запуска (3), рассчитанный по бессортным пиломатериалам, составит  $595 \text{ м}^3$ . При этом пиломатериалы пятого сорта раскладываются в пакеты, состоящие из досок нескольких длин. Минимальная партия запуска, определенная по четвертому сорту, равна  $357 \text{ м}^3$ . В случае выполнения этого условия (формирование пакетов из досок нескольких длин) укрупненному сортированию подлежат бессортные пиломатериалы, а также пиломатериалы пятого сорта, что совершенно неприемлемо.

В практике лесопиления из-за ограниченного числа карманов-накопителей на линиях ЛТСП, как правило, минимальную партию запуска определяют по второму варианту (по бессортным пиломатериалам,  $K_c = 0,3$ ). При этом укрупнено сортируют только пиломатериалы пятого сорта.

Ни линия Plan-Sell, ни линия БСП-1 по числу карманов-накопителей не обеспечивают сортирование всех окончательно обработанных пиломатериалов в соответствии с требованиями рынка. Только для пиломатериалов длиной  $2,7 \dots 6,6 \text{ м}$  необходимо 48 карманов-накопителей. Кроме того, требуется достаточно большое число накопителей для короткомерных пиломатериалов (дielen), неизбежного «отпада» от экспорта (пиломатериалы внутреннего рынка) и «технического» брака.

Таким образом, лесопильные предприятия, оснащенные линиями Plan-Sell и БСП-1, практически лишены возможности выпускать пиломатериалы по ГОСТ 26002–83 в плотных транспортных пакетах с регламентированным коэффициентом кондиционности и вынуждены значительную часть экспортных пиломатериалов сортировать укрупнено, с повышенным количеством длин досок в одном пакете, и реализовать их по меньшей цене. Кроме того, на линиях ЛТСП не созданы необходимые условия для сортирования дилен и пиломатериалов внутреннего рынка (отпада от экспорта).

Некоторые лесопильные предприятия (ЗАО «Лесозавод № 25», ОАО «Онежский ЛДК») частично решают проблему повышения эффективности работы линий ЛТСП за счет увеличения числа карманов-накопителей с 36 до 50 и более. Однако это техническое мероприятие приводит к усугублению проблем, связанных с эксплуатацией линий ЛТСП, и дальнейшему усложнению всего процесса окончательной обработки пиломатериалов:

увеличивается объем первичного остатка (1) пропорционально возрастанию числа карманов-накопителей;

возрастает продолжительность переналадочного периода, в течение которого по существу приостанавливается выпуск готовых пакетов товарных пиломатериалов;

увеличиваются минимальный объем пакетоспособной партии запуска линий ЛТСП и вместимость буферных складов для их накопления;

возрастает себестоимость производства пакетированных пиломатериалов.

И наконец, еще одно противоречие: чем выше производительность линии ЛТСП, тем чаще ее переналадка, вызванная переходом на обработку пиломатериалов очередного типоразмера.

Пути преодоления проблем в производстве сухих товарных пиломатериалов в плотных транспортных пакетах будут опубликованы в ближайших номерах «Лесного журнала».

Поступила 17.06.11

*V.G. Turushev<sup>1</sup>, N.V. Derjagin<sup>2</sup>, E.D. Gelfand<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

<sup>2</sup>Vologda State University

**Problems of Commodity Sawm Timber Production**

Problems of commodity sawn timber production have been disclosed. Basic reasons of processing procedure irregularities and their effect on a sawmill productivity are described.

*Keywords:* sawn timber packaging, suitability of sawn timber for packaging, production run, primary and secondary sawn timber stock pile.