

УДК 674.093.6-412.85

С.Н. Рыкунин¹, Е.В. Кравцов²¹Московский государственный университет леса²ФГУП «Государственный научный центр лесопромышленного комплекса»
(ГНЦ ЛПК)

Рыкунин Станислав Николаевич родился в 1938 г., окончил в 1961 г. Институт лесничества и деревообработки в Зволене, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии деревоперерабатывающих производств Московского государственного университета леса. Имеет более 80 печатных работ в области древесиноведения, деревянного домостроения, лесопиления и деревопереработки.

E-mail: rikunin@mgul.ac.ru



Кравцов Евгений Викторович родился в 1979 г., окончил в 2002 г. Брянскую государственную инженерно-технологическую академию, заведующий отделом лесопиления и деревообрабатывающей промышленности ФГУП ГНЦ ЛПК, аспирант кафедры технологии лесопиления и деревообработки Московского государственного университета леса. Имеет 5 печатных работ в области деревянного домостроения, лесопиления и деревопереработки.

E-mail: kravtsovev@mail.ru



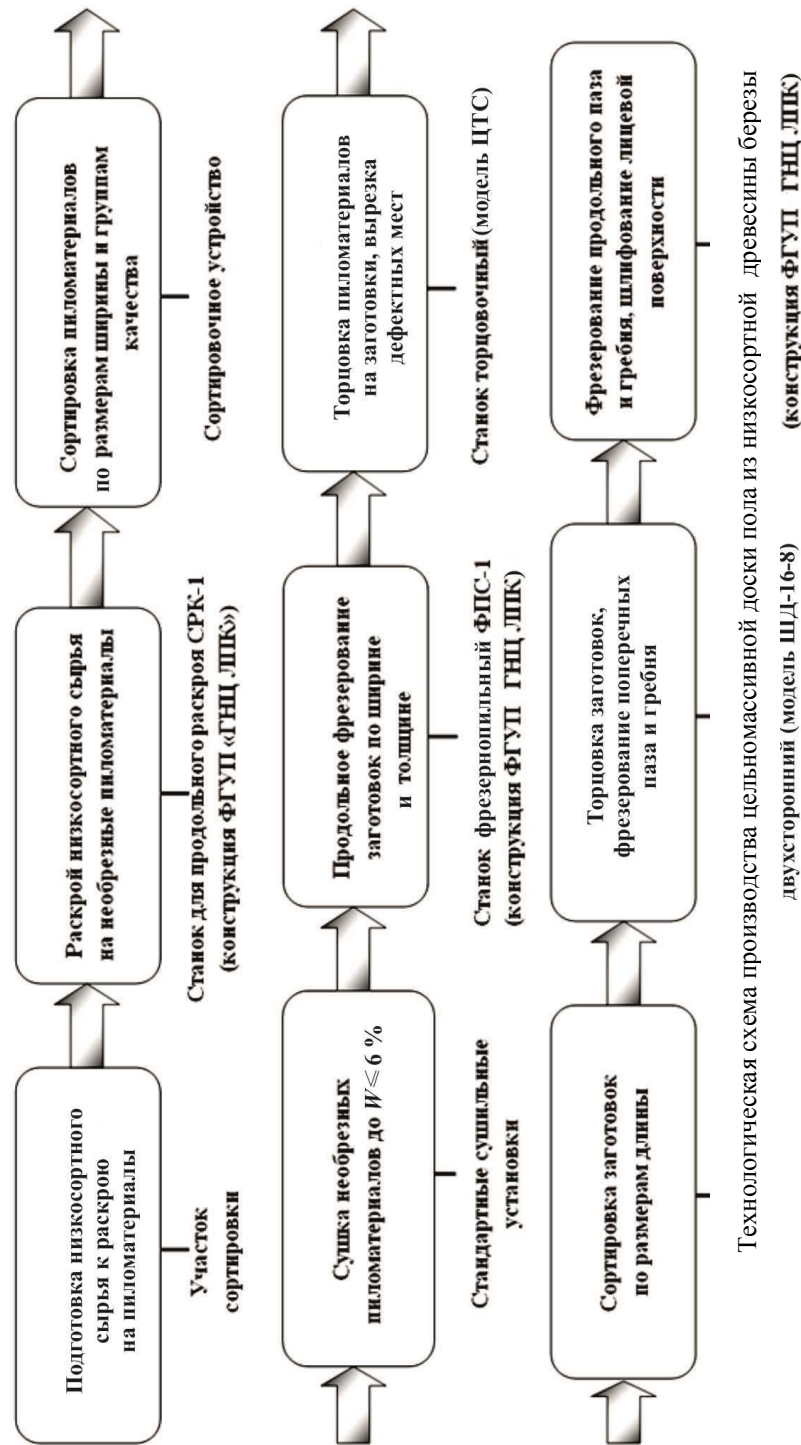
ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОПЕРЕЧНОГО РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

Предложена оптимизационная модель процесса поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки.

Ключевые слова: оптимизационная модель, поперечный раскрой, пиломатериалы, заготовки.

Древесина березы зачастую имеет значительную кривизну и малый диаметр, в связи с чем ее невозможно перерабатывать на пиломатериалы по традиционным технологиям. Поэтому было принято решение о разработке технологии и технологического оборудования (см. рисунок), позволяющих более эффективно раскраивать березовые круглые лесоматериалы на пиломатериалы требуемых размеров с последующим изготовлением из них продукции высокой добавленной стоимости.

Обработка древесины березы происходит следующим образом. Тонкомерная древесина березы на раскрой подается с ориентацией стрелы кривизны в плоскости пиления. Для оптимального ведения производственного процесса необходимо, чтобы подаваемое на раскрой пиловочное сырье имело длину не более 3 м, для чего предусмотрен дополнительный поперечный раскрой [3]. Продольный раскрой на необрезные пиломатериалы толщиной от 20 до 28 мм производится на многопильном круглопильном станке [4]. Параметры



многопильного круглопильного станка позволяют перерабатывать круглые лесоматериалы, имеющие диаметр в верхнем торце 10 см и более, длину от 0,6 м и стрелу кривизны до 2 см на 1 м д 9*]].

лученные при раскросе необрезные пиломатериалы, предварительно отсортированные по ширине и по качеству, поступают на участок формирования сушильных пакетов. Высушенные пиломатериалы после технологической выдержки отправляют на четырехсторонний продольно-фрезерный станок [5], который обрабатывает эти заготовки до калиброванных по ширине и толщине пиломатериалов. Далее калиброванные пиломатериалы подают на участок поперечного раскроя (на линию оптимизации) для вырезки недопустимых пороков и получения заготовок заданных размеров по длине. Эти заготовки распределяют на группы по размерам длины.

Размеры по ширине и толщине предварительно калиброванных заготовок предусматривают соответствующие минимальные припуски для окончательной обработки при формировании

нужного поперечного сечения паркетных досок.

Полученные калиброванные заготовки далее подают на двухсторонний шипорезный станок для формирования поперечного паза и гребня. После этого заготовка поступает в четырехсторонний фрезерно-шлифовальный станок [1], на котором формируются продольный паз и гребень, фрезеруются компенсационные пазы, а также производится финишная обработка лицевой поверхности.

При реализации данной технологии стоит задача рационального раскроя. Решение ее заключается в получении из пиломатериалов заготовок требуемых размеров и качества с максимальной чистой прибылью.

Оптимизационную модель процесса поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки представим в виде целевой функции

$$\text{ПЧ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \text{П}_{ij} x_{ij} \rightarrow \max,$$

имеющей следующие ограничения:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m P_{ij} x_j \geq V_i, & j = \overline{1, 3(m)}; \\ \sum_{k=1}^n x_k \leq Q_j, & i = \overline{1, 9(n)}; \\ x_j \geq 0, & j = \overline{1, n}, \end{cases}$$

где ПЧ – чистая прибыль, р.;

П_{ij} – прибыль от реализации заготовок i -го вида, получаемых из пиломатериалов j -го вида, р.;

x_{ij} – объем пиломатериалов j -го вида для выработки заготовок i -го вида, м³;

P_{ij} – выход заготовок i -го вида из пиломатериалов j -го вида, м³;

V_i – объем заготовок i -го вида, м³;

Q_j – объем пиломатериалов j -го вида, м³.

Полученная оптимизационная модель, учитывающая размерно-качественные характеристики пиломатериалов и заготовок, является обобщенной математической моделью, описывающей технологический процесс поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки, применима для разработанной технологии производства заготовок из древесины березы для домостроения.

При формировании оптимизационной модели в явном виде необходимо иметь следующие данные: спецификация; коэффициенты объемного выхода заготовок, планируемых к выработке из пиломатериалов; затраты на производство этих заготовок.

Для нахождения коэффициентов объемного выхода основных заготовок воспользуемся полученным уравнением регрессии, описывающим объемный выход вырабатываемых заготовок из пиломатериалов:

$$P = 4,51389 \cdot 10^{-6} d_{\text{суч}} L_{\text{заг}} - 6,31752 \cdot 10^{-3} d_{\text{суч}} Y + 1,91098 \cdot 10^{-2} d_{\text{суч}} - 3,61806 \cdot 10^{-4} \times \\ \times L_{\text{заг}} + 0,154059 Y^2 - 0,543469 Y + 0,740141,$$

где P – коэффициент объемного выхода основных заготовок, %;

$d_{\text{суч}}$ – диаметр допускаемого сучка в заготовке, мм;

$L_{\text{заг}}$ – длина вырабатываемой заготовки, мм;

Y – насыщенность пласти заготовки пороками, %.

Коэффициенты объемного выхода для каждой из основных заготовок, вырабатываемой из пиломатериалов с заданными размерно-качественными характеристиками, представлены в таблице. При расчете чистой прибыли, кроме объемного выхода основных заготовок, учитывали объемный выход коротких заготовок.

Для получения математической модели в явном виде необходимо иметь не только полную информацию по отдельным процессам, но и найти по ним наиболее вероятные решения. В основе

по ресурсам пиломатериалов:

$$\text{ограничение б: } x_1 + x_4 + x_7 + x_{10} + x_{13} + x_{16} = 12;$$

$$\ll \quad 7: x_2 + x_5 + x_8 + x_{11} + x_{14} + x_{17} = 7;$$

$$\ll \quad 8: x_3 + x_6 + x_9 + x_{10} + x_{15} + x_{18} = 5.$$

В результате решения оптимизационной модели с заданными ограничениями был получен результат, отражающий максимальную чистую прибыль от изготовления и реализации заготовок различного качества, вырабатываемых из пиломатериалов соответствующей группы. ПЧ = 40540,27 р. при оптимальных значениях переменных, соответствующих объемам выработки основных заготовок и ресурсам пиломатериалов:

$$x_3 = 4,17; x_4 = 1,06; x_7 = 4,76; x_{10} = 3,7; x_{13} = 2,33; x_{16} = 0,15; x_{17} = 7; \\ x_{18} = 0,83.$$

Таким образом, при реализации математической модели в явном виде для конкретного процесса можно подобрать такую комбинацию объемов сортированных пиломатериалов соответствующего качества и длины, необходимых для выработки заготовок, которая обеспечит оптимальность рассматриваемого процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заявка 2011117528 РФ, МПК В27 С9/04. Продольно-фрезерный деревообрабатывающий станок / Крапухин Г.А., Косарев В.А., Кондратюк Д.В., Кравцов Е.В.; заявитель и патентообладатель Мин-во пром-сти и торговли РФ. № 2011117528/03, заявл. 05.05.2011.

2. *Кондратюк Д.В., Кравцов Е.В.* Технологические решения переработки листовых короткомерных сортиментов // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. № 8 (91). С. 38–41.

3. *Кравцов Е.В.* Технология производства цельномассивной доски пола из низкосортной древесины // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. № 8 (91). С. 94–96.

4. Пат. 112859 РФ, МПК В27 В7/00. Станок для продольной распиловки круглых лесоматериалов / Кондратюк Д.В.; заявитель и патентообладатель Мин-во пром-сти и торговли РФ. №2011137979/13; заявл. 16.09.2011; опубл. 27.01.2012, Бюл. № 3. 2 с.

5. Пат. 2433034 РФ, МПК В27 С9/04. Четырехсторонний продольнофрезерный деревообрабатывающий станок / Крапухин Г.А., Косарев В.А., Кравцов Е.В., заявитель и патентообладатель Мин-во пром-сти и торговли РФ. №2009144446/03; заявл. 02.12.2009; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 31. 8 с.

Поступила 19.12.12

S.N. Rykunin¹, E.V. Kravtsov²

¹Moscow State Forest University

²State Scientific Centre of Timber Industry Complex

Optimization Model for Timber Cross-Cutting into Blanks

In the course of the study there was developed an optimization model for timber cross-cutting into blanks.

Key words: optimization model, cross-cutting, timber blanks.