

УДК 674.023

И. С. МЕЖОВ

Костромской технологический институт

### ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ДРЕВЕСИНЫ НА КОМПЛЕКТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Экспериментально исследован раскрой досок на заготовки по ГОСТ 11047-88 и предложена целевая установка модели оптимизации раскроя древесины для выпуска заготовок кратных длин.

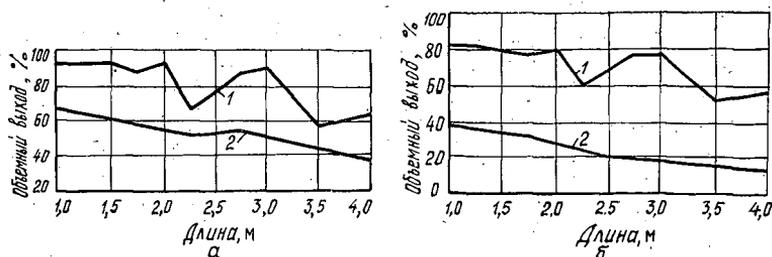
Cutting the boards to the lengths of GOST 11047-88 has been experimentally studied, and an optimization model aim of cutting timber to multiple lengths is set up.

Повышенный расход пиломатериала при выработке комплектных заготовок на домостроительных комбинатах происходит, в основном, за счет некратности длин пиломатериалов и вырабатываемых из них заготовок. Для исследования влияния соотношения длин пиломатериала и заготовок на выход последних нами в условиях ПДО «Шарьядрев» были проведены эксперименты раскроя пиломатериалов на заготовки по ГОСТ 11047—88. При проведении исследований выбраны пиломатериалы двух длин (4,5; 6,5 м) с основными сечениями, используемыми в производстве деталей стандартных панельных домов (50 × 100; 50 × 150; 25 × 100; 25 × 150 мм).

По сортам пиломатериалы подразделяли на две группы: первая (I—II сорт) и вторая (III сорт). Заготовки рассортировывали на три группы качества с градацией по длине через 25 см от 1 до 4 м. Из каждой доски вырабатывали заготовки только одной длины.

Связь между выходами и длиной заготовок, полученных при раскрое досок длиной 6 м и толщиной 50 мм показана на рисунке.

Анализ результатов экспериментов показывает, что на объемный выход заготовок 1-й группы решающее влияние оказывает длина заготовок и длина досок, из которых они вырабатываются. Зависимость объемного выхода заготовок от их длины приближается к прямолинейной, т. е. чем короче заготовки, тем больше их выход. Длина исходного материала значительно влияет на объемный выход заготовок 1-й группы качества. Так, по отдельным длинам заготовок отклонение объемного



Зависимость объемного выхода заготовок от их длины при поперечном раскрое обрезных пиломатериалов I, II (а) и III (б) сортов: 1 — 1, 2, 3; 2 — 1 группа качества по длине

выхода достигает 13 %. Значительно выше этот показатель для меньших сечений, что объясняется нормой допуска пороков на толщину заготовки.

Для заготовок 2-, 3-й групп качества решающее значение имеет соответствие кратности длины заготовки длине пиломатериала. В отдельных случаях объемный выход заготовок снижается более, чем на 20 %.

Проведенные исследования показали влияние длины и качества заготовок на их выход в зависимости от размеров и качества раскраиваемых пиломатериалов. Но комплекты деталей домов и стандартные дома имеют большое количество деталей, вырабатываемых из одних и тех же сечений пиломатериалов, поэтому параметры пиломатериалов и потребность в них должны определяться исходя из планируемых комплектных заготовок на один дом.

На основе спецификации деталей был определен состав основных заготовок по сечениям и длинам на дома серии 181-115-99/1,2 и 1195-501 и экспериментально изучен расход пиломатериалов каждого сечения в раскройных отделениях цехов ПДО «Шарьядрев».

Для проведения раскроя подбор пиломатериалов осуществляли следующим образом. На сортировочной площадке лесопильного цеха отбирали в один пакет доски заданного сечения I—III сортов полной длины, полученные из центральной зоны бревна. Длина досок соответствует расчетной длине наиболее длинной заготовки или кратная ей с учетом припусков на раскрой.

В другой пакет укладывали доски I—III сортов того же сечения. Их длина соответствовала кратности длин доминирующих заготовок. (К доминирующим относится группа заготовок, составляющих в спецификации данного сечения по объему более 50 %, если их суммарная длина не менее самой длинной заготовки.)

В третий пакет подбирали пиломатериалы без сортировки по длинам, т. е. доски одного сечения I—III сорта длиной от 4,5 до 6,5 м. После сушки пиломатериалы направляли в раскройное отделение домостроительного цеха.

Результаты определения состава заготовок по сечениям и длинам приведены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, снижение расхода пиломатериалов на комплектные заготовки при подборе длин пиломатериалов по сумме доминирующих заготовок по сравнению с раскромом обезличенных по длине пиломатериалов по отдельным сечениям для дома серии 1195-501 достигает 10,1 %. Снижение расхода пиломатериалов всех сечений составляет в среднем 7,2 %. Раскрой пиломатериалов, отсортиро-

Таблица 1

Сечение пиломатериалов, мм	Расход пиломатериалов на 1 м <sup>3</sup> комплектных заготовок, %		
	при обезличенных длинах пиломатериалов	по наиболее длинной заготовке	по сумме доминирующих заготовок
16 × 100	134,0/137,1	121,4/121,2	120,4/127,0
25 × 100	130,1/134,0	119,0/131,0	117,8/122,0
25 × 125	128,0/132,0	126,2/131,0	120,2/119,0
50 × 100	130,4/128,0	129,1/134,0	119,0/118,0
50 × 150	127,9/126,0	130,5/122,0	123,8/122,0
50 × 205	131,8/134,0	122,1/127,0	127,6/121,0

Примечание. Здесь и в табл. 2 в числителе приведены данные для домов серии 1195-501, в знаменателе — 181-115-99/1,2.

ванных по длинам исходя из размера наиболее длинной заготовки, также приводит к снижению расхода по сравнению с обезличенным подбором на 4,3 %.

Для отдельных заготовок также может быть получен меньший расход пиломатериалов при подборе исходной длины по наиболее длинной заготовке, а не по сумме длин доминирующих заготовок. В случае сечения  $50 \times 205$  мм наиболее длинная заготовка составляет 58,9 % от общего объема комплекта заготовок данного сечения, т. е. наиболее длинная заготовка является и доминирующей.

Снижение расхода пиломатериалов при подборе их длин по сумме доминирующих заготовок дома серии 181-115-99/1.2 достигает 10 % для сечений  $50 \times 80$  мм,  $50 \times 150$  мм (в среднем снижение расхода составляет 7,8 %), а при подборе длин пиломатериалов по наиболее длинной заготовке — 11 % для сечения  $16 \times 100$  мм (в среднем снижение расхода составляет 2,8 %).

Высокое снижение расхода пиломатериалов сечением  $16 \times 100$  мм связано с тем, что самая длинная заготовка составляет 68,6 % от общего объема комплекта данного сечения.

Полученные результаты исследований дают возможность определять оптимальные длины пиломатериалов для комплектов деталей одного вида изделий. (Под комплектом понимается набор деталей разных длин, необходимых для изготовления изделий.)

Целевая установка оптимизации длины пиломатериалов для выпуска комплектной продукции должна предусматривать минимальную величину отходов.

Введем обозначения:

$l_{jk}$  — длина  $i$ -й детали  $k$ -го сечения, входящей в  $i$ -й комплект готовой продукции;  $j = 1, \bar{n}$  ( $n$  — число длин деталей  $k$ -го сечения);

$x_{jlk}$  — число деталей  $j$ -й длины  $k$ -го сечения, входящей в  $i$ -й комплект;

$L_{ik}$  — длина пиломатериалов для  $i$ -го комплекта  $k$ -го сечения;  $i = 1, \bar{m}$  ( $m$  — число длин пиломатериалов  $k$ -го сечения);

$y_{ik}$  — количество пиломатериала  $k$ -го сечения, необходимого для выпуска комплектной готовой продукции;

$z_{ik}$  — длина отрезков  $k$ -го сечения, остающихся после раскроя пиломатериалов на заготовки;

$k$  — число сечений пиломатериалов, идущих на изготовление готовой продукции.

Целевая функция оптимизации длин пиломатериалов имеет вид

$$\sum_{k=1}^{\bar{k}} \sum_{i=1}^{\bar{m}} z_{ik} \rightarrow \min; \quad i = 1, \bar{m}; \quad k = 1, \bar{k}$$

и ограничения по балансу производства деталей и пиломатериалов

$$\sum_{j=1}^{\bar{n}} l_{jk} x_{jlk} - L_{ik} y_{ik} - z_{ik} = 0;$$

по количеству деталей

$$\sum_{i=1}^{\bar{m}} x_{jlk} = n_{jk},$$

где  $n_{jk}$  — число деталей  $j$ -й длины  $k$ -го сечения, необходимых для изготовления комплектной продукции.

В результате решения целевой функции можно определить следующее:

количество пиломатериала каждой заданной длины, необходимое для выпуска продукции ( $y_{ik}$ );  
 состав всех комбинаций деталей ( $x_{jik}$ );  
 количество отходов.

Для минимизации отходов можно применить параметрический анализ. Изменения значения  $L_{ik}$  в соответствии с требованиями стандартов длин пиломатериалов в заданных пределах с определенным шагом и сравнивая результаты, можно получить значения оптимальной длины пиломатериалов, что определяет оптимальную длину пиловочных бревен. С учетом оптимальной длины и числа досок в поставке определяем диаметр или группу диаметров бревен, необходимых для получения комплекта деталей. Если предприятие получает пиловочные бревна в сортаментах, можно внести коррективы, изменив заказ.

На основании результатов экспериментальных исследований и аналитических разработок определены рекомендуемые длины пиловочных бревен в зависимости от спецификации заготовок.

Таблица 2

Диаметр бревен, см	Рекомендуемая длина бревен, м	
	Основная	Дополнительная
14...16	5,0/5,5	5,5/4,0 6,5/6,5
18...20	5,0/5,5	5,5/4,0 6,5/6,0
22...28	4,5/4,5	6,5/5,5 —/6,5
30 и более	6,5/6,5	4,0/4,0

В табл. 2 представлены длины пиловочных бревен по группам диаметров. Для каждой группы в зависимости от типа дома даны значения основных и дополнительных длин бревен. Поставляемое на деревообрабатывающие предприятия сырье имеет две длины (4,5; 6,5 м). В группе диаметров свыше 20 см бревна длиной 6,5 м составляют более 95 %. В группе диаметров 14...20 см на долю бревен длиной 6,5 м приходится около 30, а длиной 4,5 м — 70 %.

На основании приведенных в табл. 2 данных можно сделать вывод, что основным размером бревен диаметром 22...28 см для обоих типов домов является длина 4,5 м, а бревен диаметром 14...20 см — 5,0 и 5,5 м, что не соответствует составу сырья, поступающего в сортаментах на предприятия. Поэтому при разделке хлыстов рекомендуется вырабатывать пиловочные бревна указанных длин.

### Выводы

На объемный расход пиломатериалов оказывают влияние длина и сортность вырабатываемых заготовок, причем для заготовок 2-й и 3-й группы качества несоответствие пиломатериалов по длине кратности длин заготовок приводит к дополнительным потерям, составляющим до 20 % объема потребляемых пиломатериалов. Поэтому при выработке комплектных заготовок необходимо учитывать длину потребляемых пиломатериалов. При переработке древесины в хлыстах рационально выдавать спецификацию на выработку бревен исходя из потребности перерабатывающих цехов с учетом длин или специфицировать их целевую поставку с лесозаготовительных предприятий.