

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ РАСКРОЯ ПИЛОВОЧНИКА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ БРУСОВО-РАЗВАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

А.И. АГАПОВ, *проф.*, Вятский государственный университет, *д-р техн. наук*⁽¹⁾

kaf_mtd@vyatsu.ru

⁽¹⁾ Вятский Государственный Университет,
610046, Киров, ул. Московская, дом 83, кв. 94

Составлена математическая модель раскроя пиловочника с выпиливанием одного бруса и трех пар боковых досок с учетом ширины пропила. Математическая модель включает целевую функцию и четыре уравнения связи. Для решения математической модели использовался метод множителей Лагранжа. Определение оптимальных размеров бруса и боковых досок выполнялось численным методом. В связи с этим разработан алгоритм решения задачи в относительных единицах. С увеличением ширины пропила толщина бруса возрастает, а размеры боковых досок уменьшаются. При раскрое бруса с увеличением ширины пропилов толщина бруса незначительно уменьшается, а размеры боковых досок возрастают.

Ключевые слова: раскрой пиловочника, брус и доски, ширина пропила, критерий оптимальности, математическая модель, целевая функция, уравнения связи, метод Лагранжа, численный метод, алгоритм задачи.

Постановка задачи

Брусово-развальный способ раскроя пиловочника широко используется в промышленности, так как позволяет за два прохода сформировать обрезные доски. При раскрое пиловочника средних и больших размеров (диаметр бревна в вершинном торце 24–60 см) часто используется схема раскроя с выпиливанием одного бруса и трех пар боковых досок (рисунок) [1]. В теории максимальных поставов обычно определяются оптимальные размеры бруса и досок без учета ширины

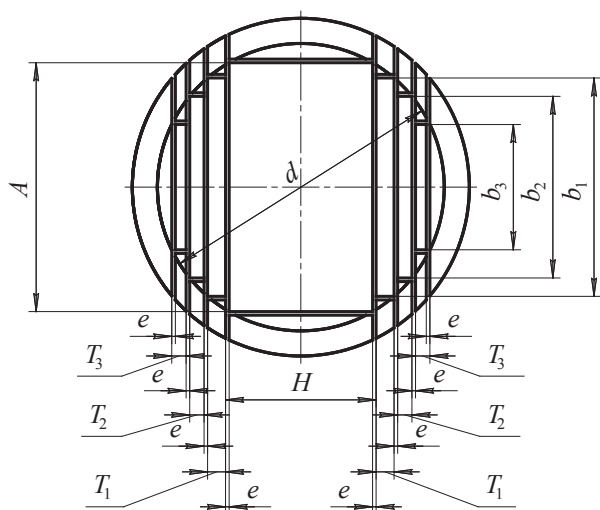


Рисунок. Схема раскроя пиловочника с выпиливанием одного бруса и трех пар боковых досок с учетом ширины пропила

Figure. The scheme of plank log cut with sawing a beam and three pairs of sideboards, taking into account the best opening face

пропила [1]. Затем при расчете поставов учитываются и ширина пропила и припуск на усушку. Такой подход упрощает постановку и решение задачи оптимизации раскроя пиловочника, хотя и вносит определенную погрешность в определение оптимальных размеров пиломатериалов. Безусловно, ширина пропила повлияет на оптимальные размеры пиломатериалов, но математическая модель при учете ширины пропила усложняется. Следует отметить, что в теории максимальных поставов ранее не учитывался раскрой бруса на обрезные доски (второй проход). В связи с этим была поставлена задача оптимизации с учетом ширины пропила и количества пропилов при раскрое бруса на обрезные доски. В таком варианте задача оптимизации раскроя пиловочника поставлена впервые.

Для такой схемы раскроя пиловочника пока не определены оптимальные размеры бруса и досок.

Составление математической модели

Для решения такой задачи составляем математическую модель [2]. В качестве критерия оптимальности выбираем выход обрезных пиломатериалов, получаемых после первого прохода раскроя пиловочника по данной схеме. Целевую функцию представляем в виде суммы поперечных сечений бруса и досок

$$Z = H \cdot A + 2T_1 \cdot b_1 + 2T_2 \cdot b_2 + 2T_3 \cdot b_3, \quad (1)$$

где H – толщина бруса;

A – ширина пласти бруса;

T_1, T_2, T_3 – толщины первой, второй и третьей пары боковых досок соответственно;
 b_1, b_2, b_3 – ширины наружной пласти первой, второй и третьей пары боковых досок соответственно.

Такое представление целевой функции отвечает физической сущности теории максимальных поставок при раскрое пиловочника. В формуле (1) одновременно суммарно учитываются площади поперечных сечений бруса и боковых досок. Можно предположить, что с увеличением объема бруса объем досок уменьшается и наоборот. Очевидно, имеется такое соотношение размеров бруса и досок, при котором объем этой пилопродукции получается максимальным. Такой системный подход отвечает также требованиям постановки и решения оптимизационных задач.

Уравнения связи представляем в виде зависимостей диаметра пиловочника в вершинном торце с размерами получаемого бруса и боковых досок [3]. Для этого воспользуемся теоремой Пифагора. Уравнение связи для бруса

$$d^2 - H^2 - A^2 = 0, \quad (2)$$

где d – диаметр пиловочника в вершинном торце.

Уравнение связи для первой пары боковых досок

$$\begin{aligned} d^2 - b_1^2 - (H + 2T_1 + 2e)^2 &= 0, \\ d^2 - b_1^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4e^2 - \\ - 4HT_1 - 4He - 8T_1e &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнение связи для второй пары боковых досок

$$\begin{aligned} d^2 - b_2^2 - (H + 2T_1 + 2T_2 + 4e)^2 &= 0, \\ d^2 - b_2^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 16e^2 - 4HT_1 - \\ - 4HT_2 - 8He - 8T_1T_2 - 16T_1e - 16T_2e &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Уравнение связи для третьей пары боковых досок

$$\begin{aligned} d^2 - b_3^2 - (H + 2T_1 + 2T_2 + 2T_3 + 6e)^2 &= 0, \\ d^2 - b_3^2 - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 4T_3^2 - 36e^2 - \\ - 4HT_1 - 4HT_2 - 4HT_3 - 8T_1T_2 - 8T_1T_3 - \\ - 8T_2T_3 - 12He - 24T_1e - 24T_2e - 24T_3e &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Полагаем, что математическая модель составлена.

Решение математической модели

Для решения задачи воспользуемся методом множителей Лагранжа [4]. Функция Лагранжа будет иметь вид

$$\begin{aligned} L = HA + 2T_1b_1 + 2T_2b_2 + 2T_3b_3 + \lambda(d^2 - \\ - H^2 - A^2) + \lambda_1(d^2 - b_1^2 - H^2 - 4e^2 - \\ - 4HT_1 - 4T_1^2 - 4He - 8T_1e) + \lambda_2(d^2 - b_2^2 - \\ - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 16e^2 - 4HT_1 - 4HT_2 - \\ - 8T_1T_2 - 8He - 16T_1e - 16T_2e) + \lambda_3(d^2 - b_3^2 - \\ - H^2 - 4T_1^2 - 4T_2^2 - 4T_3^2 - 36e^2 - 4HT_1 - \\ - 4HT_2 - 4HT_3 - 8T_1T_2 - 8T_1T_3 - \\ - 8T_2T_3 - 12He - 24T_1e - 24T_2e - 24T_3e), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – множители Лагранжа.

Находим частные производные от функции Лагранжа и приравняв их к нулю

$$\begin{cases} \frac{dL}{dA} = H - 2\lambda A = 0, \\ \frac{dL}{dH} = A - 2\lambda H - 2\lambda_1 H - 4\lambda_2 T_1 - 4\lambda_3 T_1 - \\ - 2\lambda_2 H - 4\lambda_2 T_1 - 4\lambda_2 T_2 - 8\lambda_2 e - \\ - 2\lambda_3 H - 4\lambda_3 T_1 - 4\lambda_3 T_2 - 4\lambda_3 T_3 - \\ - 12\lambda_3 e = 0, \\ \frac{dL}{dT_1} = 2T_1 - 2\lambda_1 b_1 = 0, \\ \frac{db_1}{dL} = 2b_1 - 4\lambda_1 H - 8\lambda_1 T_1 - 8\lambda_1 e - 4\lambda_2 H - \\ - 8\lambda_2 T_1 - 8\lambda_2 T_2 - 16\lambda_2 e - 8\lambda_3 T_1 - \\ - 4\lambda_3 H - 8\lambda_3 T_2 - 8\lambda_3 T_3 - 24\lambda_3 e = 0, \\ \frac{dL}{dT_2} = 2T_2 - 2\lambda_2 b_2 = 0, \\ \frac{db_2}{dL} = 2b_2 - 8\lambda_2 T_2 - 4\lambda_2 H - 8\lambda_2 T_1 - 16\lambda_2 e - \\ - 8\lambda_3 T_2 - 4\lambda_3 H - 8\lambda_3 T_1 - 8\lambda_3 T_3 - 24\lambda_3 e = 0, \\ \frac{dL}{dT_3} = 2T_3 - 2\lambda_3 b_3 = 0, \\ \frac{db_3}{dL} = 2b_3 - 8\lambda_3 T_3 - 4\lambda_3 H - \\ - 8\lambda_3 T_1 - 8\lambda_3 T_2 - 24\lambda_3 e = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Решаем полученную систему уравнений (7) совместно с уравнением связи. Из предпоследнего уравнения системы (7) находим

$$T_3 = \lambda_3 b_3, \lambda_3 = T_3 / b_3. \quad (8)$$

Рассматриваем последнее уравнение системы (7), которое представляем в следующем виде

$$b_3 = 4\lambda_3 T_3 + 2\lambda_3 H + 4\lambda_3 T_1 + 4\lambda_3 T_2 + 12\lambda_3 e. \quad (9)$$

В последнее равенство (9) подставим выражение (8), получим

$$b_3^2 = 2T_3(H + 2T_1 + 2T_2 + 2T_3 + 6e). \quad (10)$$

Полученное равенство (10) подставляя в уравнение связи (5), получим

$$8T_3^2 + 6(H + 2T_1 + 2T_2 + 6e)T_3 + (H + 2T_1 + 2T_2 + 6e)^2 - d^2 = 0. \quad (11)$$

Решая полученное квадратное уравнение (11), получим

$$T_3 = \frac{1}{8}(\sqrt{8d^2 + (H + 2T_1 + 2T_2 + 6e)^2} - 3(H + 2T_1 + 2T_2 + 6e)). \quad (12)$$

Рассматриваем пятое уравнение системы (7), из которого находим

$$T_2 = \lambda_2 b_2, \lambda_2 = T_2 / b_2. \quad (13)$$

Рассматриваем шестое уравнение системы (7), которое с учетом последнего уравнения этой системы можно представить в виде

$$b_2 = 4\lambda_2 T_2 + 2\lambda_2 H + 4\lambda_2 T_1 + 8\lambda_2 e + b_3. \quad (14)$$

В последнее равенство (14) подставим выражение (13) и получим

$$b_2^2 = 4T_2^2 + 2HT_2 + 4T_1T_2 + 8T_2e + b_2b_3. \quad (15)$$

Из последнего равенства (15) можно выразить ширину второй пары боковых досок

$$b_3 = b_2 - \frac{2T_2}{b_2}(H + 2T_1 + 2T_2 + 4e). \quad (16)$$

Используя уравнение связи (5) и зная ширину третьей пары боковых досок, можно определить толщину третьей пары боковых досок

$$T_3 = \frac{1}{2}(\sqrt{d^2 - b_3^2} - (H + 2T_1 + 2T_2 + 6e)). \quad (17)$$

Рассматриваем третье уравнение системы (7), из которого находим

$$T_1 = \lambda_1 b_1, \lambda_1 = T_1 / b_1. \quad (18)$$

Рассматриваем четвертое уравнение системы (7), которое с учетом шестого уравнения этой системы можно представить в виде

$$b_1 = 2\lambda_1 H + 4\lambda_1 T_1 + 4\lambda_1 e + b_2. \quad (19)$$

В последнее равенство (19) подставляя выражение (18), получим

$$b_1^2 = 2HT_1 + 4T_1^2 + 4T_1e + b_1b_2. \quad (20)$$

Из последнего равенства (20) определяем ширину наружной пласти второй пары боковых досок

$$b_2 = b_1 - \frac{2T_1}{b_1}(H + 2T_1 + 4e). \quad (21)$$

Зная ширину второй пары боковых досок, толщину этих досок можно определить из уравнения связи(4)

$$T_2 = \frac{1}{2}(\sqrt{d^2 - b_2^2} - (H + 2T_1 + 4e)). \quad (22)$$

Рассматриваем первое уравнение системы(7), которое представляем в виде

$$H = 2\lambda A, \lambda = Y / 2A. \quad (23)$$

Рассматриваем второе уравнение системы(7), которое с учетом четвертого уравнения этой системы можно записать как

$$A = 2\lambda H + b_1. \quad (24)$$

В последнее равенство(24) подставляя выражение (23), получим

$$A^2 = H^2 + Ab_1. \quad (25)$$

Из уравнения связи (2) можно написать

$$A^2 = d^2 - H^2. \quad (26)$$

Используя равенство (26), выражение (25) можно представить в виде

$$d^2 - 2H^2 = Ab_1. \quad (27)$$

Из последнего равенства (27) можно определить ширину первой пары боковых досок

$$b_1 = \frac{A^2 - H^2}{A} = \frac{d^2 - 2H^2}{A}. \quad (28)$$

Зная ширину первой пары боковых досок, из уравнения связи (3) можно определить толщину этих досок

$$T_1 = \frac{1}{2}(\sqrt{d^2 - b_1^2} - (H + 2e)). \quad (29)$$

Если в формулу (29) подставить уравнение (28), а затем решить его, то получим

$$T_1 = \frac{1}{2} \left(H \sqrt{\frac{3d^2 - 4H^2}{d^2 - H^2}} - (H + 2e) \right). \quad (30)$$

Таким образом, рассмотрены все уравнения системы (7) и учтены все уравнения связи. Получены формулы для определения оптимальных размеров бруса и досок, но по которым непосредственно невозможно рассчитать оптимальные размеры бруса.

Алгоритм решения задачи

Для решения задачи воспользуемся численным методом. Задаемся толщиной бруса, а остальные размеры и величину целевой функции определяем по формулам. С целью упрощения расчетов и анализа результатов все полученные ранее формулы представляем в относительных единицах, полагая $m_H = H/d$. Тогда алгоритм решения задачи будет иметь следующий вид [5].

Относительная ширина пласти бруса

$$m_A = \frac{A}{d} = \sqrt{1 - m_H^2}. \quad (31)$$

Относительная ширина первой пары боковых досок

$$m_{b_1} = \frac{b_1}{d} = \frac{m_A^2 - m_H^2}{\sqrt{1 - m_H^2}} = \frac{1 - 2m_H^2}{m_A}. \quad (32)$$

Относительная толщина первой пары боковых досок

$$m_{T_1} = \frac{T_1}{d} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 - m_{b_1}^2} - (m_H + 2e)). \quad (33)$$

Относительная ширина наружной пласти второй пары боковых досок

$$m_{b_2} = \frac{b_2}{d} = m_{b_1} - \frac{2m_{T_1}}{m_{b_1}}(m_H + 2m_{T_1} + 2e). \quad (34)$$

Относительная толщина второй пары боковых досок

$$m_{T_2} = \frac{T_2}{d} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 - m_{b_2}^2} - (m_H + 2m_{T_1} + 4e)). \quad (35)$$

Относительная ширина наружной пласти третьей пары боковых досок

$$m_{b_3} = \frac{b_3}{d} = m_{b_2} - \frac{2m_{T_2}}{m_{b_2}}(m_H + 2m_{T_1} + 2m_{T_2} + 4e). \quad (36)$$

Относительная толщина третьей пары боковых досок

$$m_{T_3} = \frac{T_3}{d} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 - m_{b_3}^2} - (m_H + 2m_{T_1} + 2m_{T_2} + 6e)). \quad (37)$$

Относительная площадь поперечного сечения первой пары боковых досок

$$Z_{d1} = 2m_{b1} \cdot m_{T1}. \quad (38)$$

Относительная площадь поперечного сечения второй пары боковых досок

$$Z_{d2} = 2m_{b2} \cdot m_{T2}. \quad (39)$$

Относительная площадь поперечного сечения третьей пары боковых досок

$$Z_{d3} = 2m_{b3} \cdot m_{T3}. \quad (40)$$

Суммарная относительная площадь поперечного сечения боковых досок

$$Z_d = Z_{d1} + Z_{d2} + Z_{d3}. \quad (41)$$

Относительная площадь поперечного сечения бруса

$$Z_{бр} = m_H \cdot m_A. \quad (42)$$

Суммарная относительная площадь поперечных сечений бруса и досок

$$Z = Z_{бр} + Z_d. \quad (43)$$

При дальнейшем раскрое бруса (второй проход) получают обрезные доски, а также образуются потери в виде опилок. Объем опилок зависит от числа выпиливаемых досок из бруса. Поэтому количество пропилов может быть различным. Если боковые пропилы находятся (расположены) вне плас-

ти бруса, то количество учитываемых пропилов следует определять по формуле

$$i_1 = n - 1, \quad (44)$$

где n – число выпиливаемых обрезных досок из бруса.

Если один из пропилов расположен в зоне пласти бруса, то количество учитываемых пропилов необходимо определять по выражению

$$i_2 = n. \quad (45)$$

Если два боковых пропила расположены в зоне пласти бруса, то количество учитываемых пропилов необходимо определять по выражению

$$i_3 = n + 1. \quad (46)$$

Число досок, получаемых из бруса, может находиться, как правило, в пределах 3...8 в зависимости от диаметра пиловочника и толщины получаемых обрезных досок из бруса. Тогда потери древесины в опилки (площадь поперечного сечения пропилов) можно определить по формуле

$$Z_{пр} = i \cdot m_H \cdot m_e. \quad (47)$$

С учетом потерь древесины в опилки при распиловке бруса площадь поперечного сечения получаемых обрезных досок из него определится по формуле

$$Z_{дбр} = Z_{бр} - Z_{пр}. \quad (48)$$

С учетом потерь древесины в опилки, получаемых при раскрое бруса, объем обрезных досок определится по формуле

$$Z = Z_d + Z_{дбр}. \quad (49)$$

Результаты расчетов

В расчетах принимаем следующие варианты: $i = 0, i = 2, i = 4, i = 6, i = 8$.

Расчеты производятся следующим образом. Прежде всего, принимаем число пропилов i и для этого варианта выполняются расчеты. Вначале задаемся относительной шириной пропила, а затем относительной толщиной бруса в предполагаемом диапазоне 0,2...0,5 с градацией 0,05 и определяем все размеры бруса и досок, а также величину целевой функции. В результате расчета находим диапазон m_H , в котором целевая функция принимает максимальное значение. Далее для этого диапазона производим расчеты с градацией $m_H = 0,01$ и определяем все разме-

Оптимальные относительные размеры бруса и досок для различного количества пропилов при разной относительной ширине пропила

The optimal relative sizes of beams and boards of various amounts of cuts at different relative kerf width

I	m_e	m_H	m_A	m_{b_1}	m_{T_1}	m_{b_2}	m_{T_2}	m_{b_3}	m_{T_3}	$Z_{дбр}$	$Z_{д}$	Z
0	0	0,359	0,933	0,795	0,123	0,606	0,094	0,359	0,069	0,335	0,360	0,69586
	0,005	0,372	0,928	0,779	0,122	0,582	0,088	0,336	0,059	0,343	0,333	0,67671
0	0,01	0,386	0,922	0,761	0,121	0,554	0,081	0,307	0,049	0,352	0,306	0,65813
	0,015	0,4	0,916	0,742	0,120	0,524	0,075	0,279	0,039	0,360	0,279	0,64019
	0,02	0,415	0,909	0,720	0,119	0,491	0,068	0,246	0,028	0,369	0,254	0,62298
	0,025	0,434	0,900	0,692	0,119	0,443	0,062	0,192	0,017	0,380	0,226	0,60667
	0,03	0,456	0,889	0,656	0,119	0,382	0,054	0,117	0,004	0,392	0,199	0,59161
	0	0,359	0,933	0,795	0,123	0,606	0,094	0,359	0,069	0,335	0,360	0,69586
2	0,005	0,372	0,928	0,779	0,122	0,582	0,088	0,336	0,059	0,341	0,333	0,67485
	0,01	0,385	0,922	0,762	0,121	0,556	0,081	0,312	0,049	0,347	0,306	0,65428
	0,015	0,399	0,916	0,743	0,119	0,527	0,075	0,284	0,039	0,353	0,280	0,63420
	0,02	0,414	0,910	0,721	0,118	0,493	0,068	0,251	0,029	0,360	0,254	0,61469
	0,025	0,433	0,901	0,693	0,118	0,446	0,062	0,197	0,017	0,368	0,227	0,59585
	0,03	0,45	0,893	0,666	0,117	0,402	0,054	0,152	0,006	0,374	0,203	0,57802
4	0	0,359	0,933	0,795	0,123	0,606	0,094	0,359	0,069	0,335	0,360	0,69586
	0,005	0,371	0,928	0,780	0,122	0,584	0,087	0,340	0,059	0,337	0,334	0,67114
	0,01	0,383	0,923	0,764	0,120	0,561	0,081	0,321	0,049	0,338	0,308	0,64660
	0,015	0,396	0,918	0,747	0,119	0,535	0,075	0,299	0,039	0,339	0,282	0,62227
	0,02	0,41	0,912	0,728	0,117	0,505	0,068	0,271	0,029	0,341	0,257	0,59821
	0,025	0,425	0,905	0,705	0,116	0,471	0,061	0,239	0,019	0,342	0,232	0,57449
6	0,03	0,443	0,896	0,677	0,116	0,425	0,054	0,192	0,008	0,343	0,207	0,55124
	0	0,359	0,933	0,795	0,123	0,606	0,094	0,359	0,069	0,335	0,360	0,69586
	0,005	0,37	0,929	0,781	0,121	0,587	0,087	0,345	0,059	0,332	0,334	0,66743
	0,01	0,382	0,924	0,766	0,120	0,564	0,081	0,326	0,049	0,330	0,308	0,63895
	0,015	0,394	0,919	0,750	0,118	0,541	0,074	0,308	0,040	0,326	0,284	0,61041
	0,02	0,407	0,913	0,732	0,117	0,514	0,068	0,286	0,030	0,322	0,259	0,58186
8	0,025	0,421	0,907	0,711	0,115	0,483	0,061	0,260	0,020	0,318	0,235	0,55333
	0,03	0,436	0,899	0,689	0,114	0,447	0,054	0,229	0,009	0,313	0,211	0,52489
	0	0,359	0,933	0,795	0,123	0,606	0,094	0,359	0,069	0,335	0,360	0,69586
	0,005	0,37	0,929	0,782	0,121	0,587	0,087	0,345	0,059	0,328	0,335	0,66373
	0,01	0,381	0,924	0,767	0,119	0,567	0,081	0,331	0,050	0,321	0,309	0,63132
	0,015	0,392	0,919	0,752	0,118	0,546	0,074	0,317	0,040	0,313	0,285	0,59862
	0,02	0,404	0,914	0,736	0,116	0,522	0,067	0,300	0,030	0,304	0,260	0,56564
	0,025	0,417	0,908	0,717	0,114	0,494	0,061	0,279	0,020	0,295	0,237	0,53239
	0,03	0,43	0,903	0,698	0,113	0,466	0,054	0,259	0,010	0,285	0,214	0,49890

ры бруса и досок, а также величину целевой функции. Затем по результатам расчетов находим диапазон m_H , в котором целевая функция принимает максимальное значение. Далее для этого диапазона окончательно производим расчеты при изменении m_H с градацией 0,001 и определяем максимальное значение целевой функции. Этот результат принимаем за искомый вариант решения задачи, так как такая точность расчета вполне достаточна. Результаты расчетов записываем в таблицу.

Результаты расчетов показывают, что с увеличением ширины пропила при первом проходе раскроя бревна толщина бруса возрастает,

а размеры боковых обрезных досок уменьшаются. При раскрое бруса на обрезные доски (второй проход) толщина бруса с увеличением числа пропилов уменьшается, а толщина боковых досок изменяется незначительно. Ширина боковых досок с увеличением количества пропилов при распиловке бруса возрастает. В связи с этим площадь поперечного сечения бруса уменьшается, а площади поперечных сечений боковых досок возрастают.

Анализируя результаты расчетов, следует отметить, что при раскрое двухкантного бруса с числом пропилов $i = 4...6$ и относительной ширине пропила $m_e = 0,01...0,025$ оп-

тимальная относительная толщина этого бруса изменяется в пределах $m_H = 0,38...0,42$ и в среднем составляет 0,4 от диаметра бревна в вершинном торце.

Выводы и рекомендации

Решена задача оптимизации раскроя пиловочника средних размеров с получением бруса и трех пар боковых досок с учетом ширины пропила и количества пропилов при раскрое бруса на обрезные доски. Численным методом получены оптимальные относительные размеры бруса и досок в зависимости от ширины пропила, которые рекомендуется использовать при выборе варианта постава. Подтверждается ранее принятая гипотеза о том, что с увеличением объема бруса объем боковых досок уменьшается и наоборот. Таким образом, имеется такое соотношение размеров бруса и боковых досок, при котором объем этой пилопродукции получается максимальным. С увеличением ширины пропила толщина бруса возрастает, а размеры боковых досок уменьшаются. При раскрое бруса с увеличением количества пропилов оптимальная толщина бруса незначительно уменьшается,

а оптимальные размеры боковых досок незначительно возрастают. Алгоритм решения задачи рекомендуется использовать при расчете и составлении поставок.

Библиографический список

1. Аксенов, П.П. Теоретические основы раскроя пиловочного сырья / П.П. Аксенов. – М: Лесная пром-сть, 1960. – 216 с.
2. Агапов, А.И. Алгоритм определения оптимальных размеров брусев и досок при раскрое пиловочника брусом-развальным способом / А.И. Агапов // Механика технологических процессов в лесном комплексе: междунар. научно-практическая конференция, Воронеж, 25-27 марта 2014 г. – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – С. 287–291.
3. Агапов, А.И. Оптимизация раскроя пиловочника средних размеров при брусом-развальном способе распиловки / А.И. Агапов // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения: 7-я междунар. дистанционная науч. конф., Липецк, 20-21 февраля 2014 г. – Липецк: МАКСИМАЛ, 2014. – С. 16–24.
4. Агапов, А.И. Оптимизация раскроя пиловочника с выпиливанием трех брусев разной толщины и двух пар боковых досок / А.И. Агапов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: междунар. научно-технич. конф., Вологда, 3–4 декабря 2013 г. – Вологда: ВОГУ, 2014. – С. 62–66.
5. Агапов, А.И. Влияние ширины пропила на оптимальные размеры брусев и досок при раскрое пиловочника с выпиливанием трех брусев одинаковой толщины и четырех пар боковых досок / А.И. Агапов // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4, № 2. – С. 128–135.

OPTIMIZATION ALGORITHM OF SOLVING THE TASK OF PLANK MEDIUM-SIZED AND LARGE-SIZED LOG CUT BY LOG SQUATTER BREAK-UP METHOD

Agapov A.I., Prof. Vyatka State University, Dr. Sci. (Tech.)⁽¹⁾

kaf_mtd@vyatsu.ru

⁽¹⁾ Vyatka State University, 610046, Kirov, st. Moscow, 83, Apt. 94

Summary: the mathematical model of plank log cut by cutting out a bar and three pairs of lateral boards taking into account the width has been developed. The mathematical model includes the target function and four equations of link. To solve the mathematical model the method of Lagrange multipliers has been used. The determination of the optimal size of a beam and side boards was carried out by the numerical method. In this regard, the algorithm of solving this problem in relative units has been developed. With increasing width of cut, the beam width increases, and the size of lateral boards decreases. When cutting plank logs with increasing width of the cuts, the beam width is slightly reduced, and the size of lateral boards increases.

Keywords: cutting of logs, a beam and boards, the optimality criterion, mathematical model, the objective function, equations of link, Lagrange method, numerical method, an algorithm of the problem.

References

1. Aksenov P.P. *Teoreticheskie osnovy raskroya pilovochного syr'ya* [Theoretical Foundations of cutting sawlogs]. Moscow: Forest Industry, 1960. 216 p.
2. Agapov A.I. *Algoritim opredeleniya optimal'nykh razmerov brus'ev i dosok pri raskroe pilovochnika brusovo-razval'nyim sposobom* [The algorithm for determining the optimal size of beams and planks when cutting logs by log squatter method]. Mechanics of technological processes in the forest complex: Intern. Scientific Conference, Voronezh, 25-27 March 2014. Voronezh: VGLTA, 2014. pp. 287-291.
3. Agapov A.I. *Optimizatsiya raskroya pilovochnika srednikh razmerov pri brusovo-razval'nom sposobe raspilovki* [Optimization of cutting logs with a medium-sized lumber sawing break-up method]. Modern science: current problems and their solutions: 7th Intern. Remote scientific. Conf., Lipetsk, 20-21 February 2014. Lipetsk: MAXIMUM, 2014. pp. 16-24.
4. Agapov A.I. *Optimizatsiya raskroya pilovochnika s vypilivaniem trekh brus'ev raznoy tolshchiny i dvukh par bokovykh dosok* [Optimization of cutting sawing logs with three beams of different thicknesses and two pairs of side boards]. Actual problems of forest sector development: Intern. Scientific-Technical. Conf., Vologda, December 3-4, 2013. Vologda: VOGU, 2014. pp. 62-66.
5. Agapov A.I. *Vliyanie shiriny propila na optimal'nye razmery brus'ev i dosok pri raskroe pilovochnika s vypilivaniem trekh brus'ev odinakovoy tolshchiny i chetyrekh par bokovykh dosok* [The effect of cutting width on the optimum size of beams and boards when cutting logs into three beams of the same thickness and four pairs of sideboards]. Vyatka State University, FAM, Dept. of Forestry MTD. 2014. T. 4, № 2. pp. 128-135.