



Д. А. Тихонов

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ
ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА
НА ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ
ЗАГОТОВКИ**

Энгельс 2025 г.

**Энгельсский технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю. А.»**

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА НА ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЗАГОТОВКИ

Методические указания

к выполнению практических занятий по дисциплине
«Технология холодной штамповки и прессования»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств» профиль подготовки «Технология машиностроения»

очной и заочной форм обучения

Электронное издание сетевого и локального распространения

Энгельс 2023

Цель работы - разработка модели оптимального раскроя листового материала на прямоугольные заготовки для получения минимального расхода листа на заданный набор (комплект) заготовок.

1.ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Решение задачи раскроя листового материала на прямоугольные заготовки сводится к следующему: необходимо из листового проката размером L_i и H_i выкроить более мелкие заготовки размерами h_i и b_i в необходимом количестве p_i . При этом необходимо раскроить минимальное количество больших листов размерами H_i и L_i .

При составлении плана раскроя требуется соблюдение следующих основных условий: первоначально лист кроится на полосы длиной l_i или на полосы шириной h_i , затем каждая полоса кроится на соответствующие заготовки l_i и h_i . Процедура раскроя проводится как по ширине листа H_i , так и по его длине L_i . Примеры раскроя листового материала на прямоугольные заготовки представлены на рис 1. Когда требуется определить оптимальный план раскроя листового материала прежде всего определяется коэффициент раскроя K_p , который характеризует экономичность раскроя и определяется по формуле

$$K_p = \frac{\sum l_i \cdot h_i \cdot n_i}{SN}$$

h_i, l_i – габаритные размеры заготовок;

n_i - число заготовок каждого наименования, вырезаемых из листа или его остатков;

S - общая площадь листа.

N – количество больших листов, используемых для раскроя заготовок

- на второй нижней шкале справа налево наносятся деления равные длине заготовки.

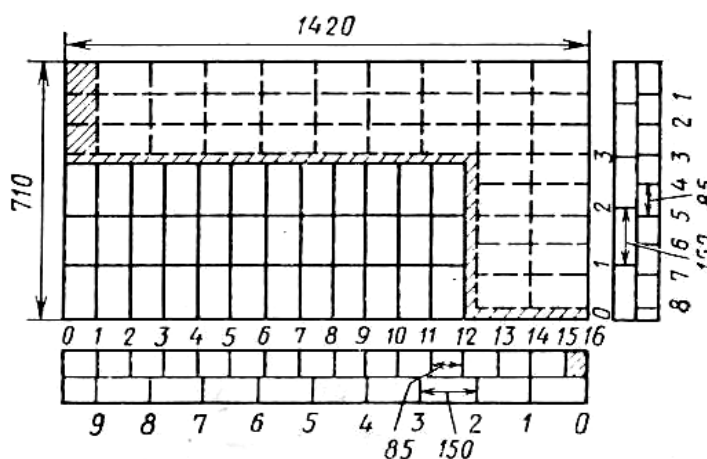


Рис 1 Графическая схема раскрыя листа на прямоугольные заготовки

1. Находим числа $m_1 = L/l$ и $m_2 = H/l$ и рассчитываем значения

$$h_1 = L - m_1 \times l \quad h_2 = H - m_2 \times l$$

Проверяется отношение: $h_1 + h_2 < l$ Если это условие выполняется, то выполняется другая процедура.

2. Из листа $L \times H$ отрезается полоса вдоль ширины H шириной h_1 и получается два куска- $(L - h_1) \times H$ и $h_1 \times H$.

3. Первый кусок $(L - h_1) \times H$ режется на полосы единичной длины вдоль стороны $(L - h_1)$. Каждая полоса разрезается m_1 прямоугольников длиной l

4. От второго остатка с размерами $h_1 \times H$ вдоль стороны h_1 отрезается кусок шириной h_2 . Получаются остатки $h_1 \times (H - h_2)$ и $h_1 \times h_2$.

5. Остаток размерами $h_1 \times (H - h_2)$ режется на полосы единичной ширины вдоль $(H - h_2)$. Каждая полоса разрезается на m_2 прямоугольников длиной l . Остаток $h_1 \times h_2$

При этом методе раскроя реализуется принцип размерной последовательности, который заключается в том, что из листа в первую очередь вырезаются заготовки с наибольшими размерами по длине или ширине. Количество листов для раскроя определяется количеством заданных программой заготовок. Из образующихся остатков выкраиваются заготовки следующего размерного ряда. Из вторичных остатков раскраиваются заготовки следующего размерного ряда и т.д.

Если количество образующихся остатков будет недостаточно для раскроя всех заготовок в заданном количестве, тогда раскраивается новый лист, из которого в первую очередь будут раскраиваться заготовки с наибольшими размерами. Из образующихся остатков – заготовки меньших размеров и т.д.

Современные способы раскроя базируются на современную вычислительную технику и программное обеспечение. Методом перебора большого количества вариантов достигается оптимальное размещение заготовок разных типоразмеров на каждом листе с минимальным количеством отходов. Эти способы раскроя листа позволяют достигнуть

очень высокие значения коэффициента раскроя $K_p = 0.98..0.99$.

Работа по программе осуществляется следующим образом. Программа запрашивает:

1. Размеры листа (длина, ширина, толщина листа, материал листа, количество имеющихся в наличии листов.)
2. Размеры заготовок (длина, ширина, толщина) материал и количество заготовок (штук);
3. Включается автоматически поиск оптимального варианта раскроя.
4. Выдаются результаты раскроя:
 - план раскроя каждого листа;
 - количество и размеры остатков;
 - спецификация раскроя (для расчета коэффициента раскроя) или значение коэффициента раскроя.

Рассмотрим пример графического раскроя листового материала методом размерной последовательности.

Пример. Требуется раскроить листовой прокат размером 1250 x 2840 мм на заготовки следующих размеров:

- 574 x 1414 - 1000 шт
- 704 x 24 - 1000 шт
- 535 x 43 - 2000 шт
- 60 x 50 - 3000 шт

Раскрой производится по принципу " ширина заготовки раскраивается из ширины листа".

План раскроя листового проката 1250 x 2840 на заготовки размером 574 x 1414 приведен на рис 3, а расчетные данные раскроя приведены в табл 21.

План раскроя остатка листа 102 x 1414 на заготовки размером 704 x 24 показан, на рис 3, а данные расчета приведены в табл 22.

План раскроя остатка 102 x 1414 на заготовки размером 535 x 43 показан на рис 3, а данные расчетов приведены в табл 23.

План раскроя остатка 102 x 1414 на заготовки размером 60 x 60 мм показан на рис 3, а данные расчета приведены в таблице 24.

Общий коэффициент раскроя составляет $K_p = 0,993$.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Получить задание на выполнение работы у преподавателя.
2. Используя графические методы раскроя и исходя из заданного размера листа, методом размерной последовательности произвести раскрой на прямоугольные заготовки заданного и в требуемом количестве.
3. Определить общий коэффициент раскроя.
4. Составить другой план раскроя и определить новый коэффициент раскроя. Если расчетные значения общего коэффициента будут ниже значений 0,95 – 0,96, то необходимо составить новый третий вариант.
5. Принять за оптимальный вариант раскроя вариант с максимальным значением коэффициента раскроя.
6. Составить отчет по работе

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Исходные данные для расчета.
3. План оптимального раскроя листа и остатков на прямоугольные заготовки и расчет общего коэффициента раскроя.
4. Выводы по работе.

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Разновидности методов раскроя листового материала и их технологические особенности.
2. Сущность метода размерной последовательности при графическом раскрое листового материала?
3. Основным критерий оптимального раскроя и методика его

определения?

5.ЛИТЕРАТУРА

1.

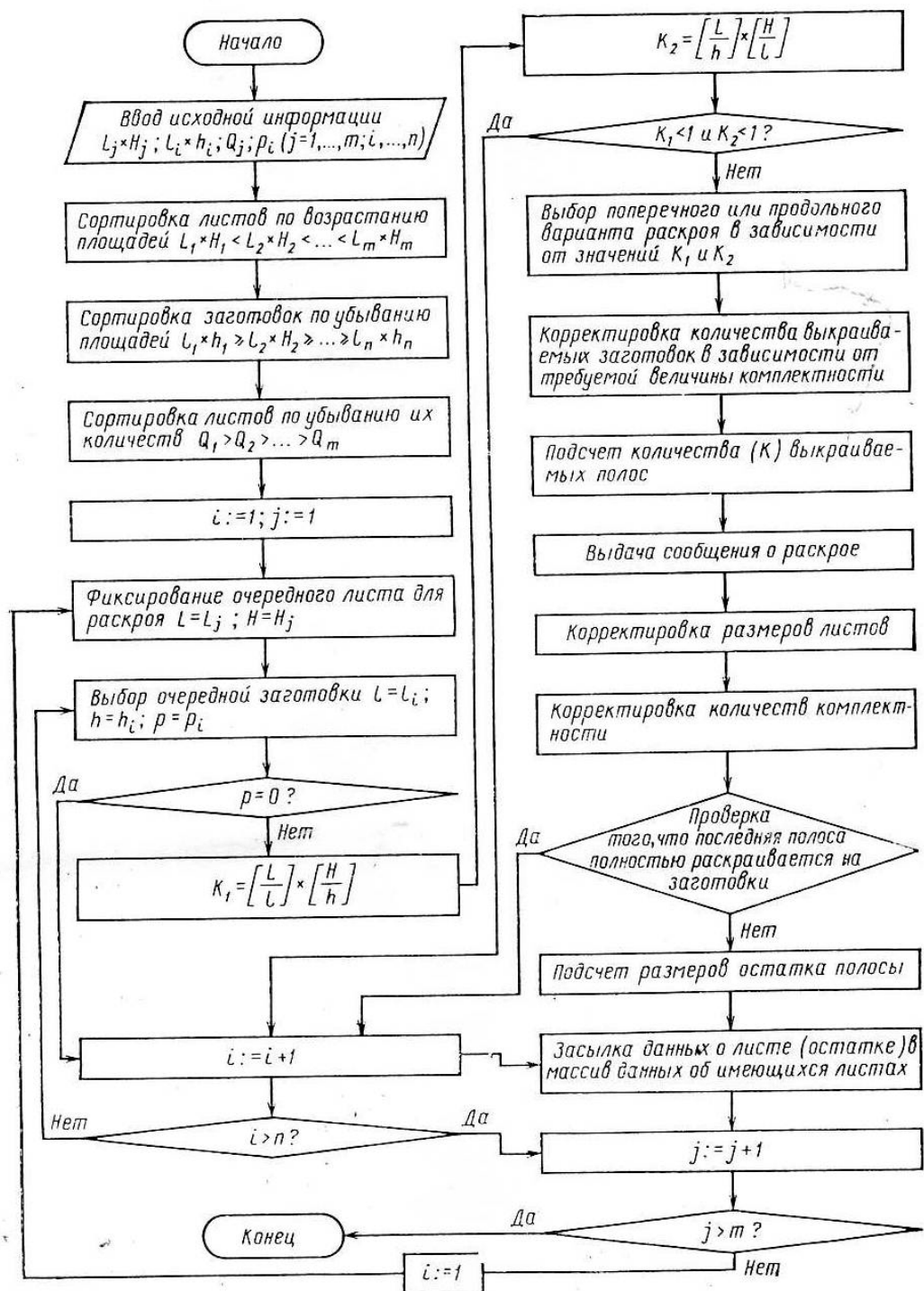


Рис. 1 Блок-схема алгоритма решения задачи раскроя листового проката на прямоугольные заготовки, основанного на методе размерной последовательности:

$L_j \times H_j$ — размеры (длина и ширина) j -го листа ($j=1, \dots, m$); Q_j — число листов j -го типа; $L_i \times h_i$ — размеры (длина и ширина) i -й заготовки ($i=1, \dots, n$); p_i — требуемое по заданию число заготовок i -го типа

Таблица 1

План рационального раскроя листового проката
 $1250 \times 2840 \times 2$ мм на заготовки $574 \times 1414 \times 2$ мм

Размеры листа, подлежащего раскрою, мм	Размеры заготовки, мм	Число заготовок, получающихся из одного листа	Комплектность заготовки, шт.	Число листов размером $1250 \times 2840 \times 2$, необходимое для удовлетворения комплектности	Остатки, мм	Количество, шт.
$1250 \times 2840 \times 2$	$574 \times 1414 \times 2$	4	1000	250	$102 \times 1414 \times 2$ $12 \times 1250 \times 2$	500 250

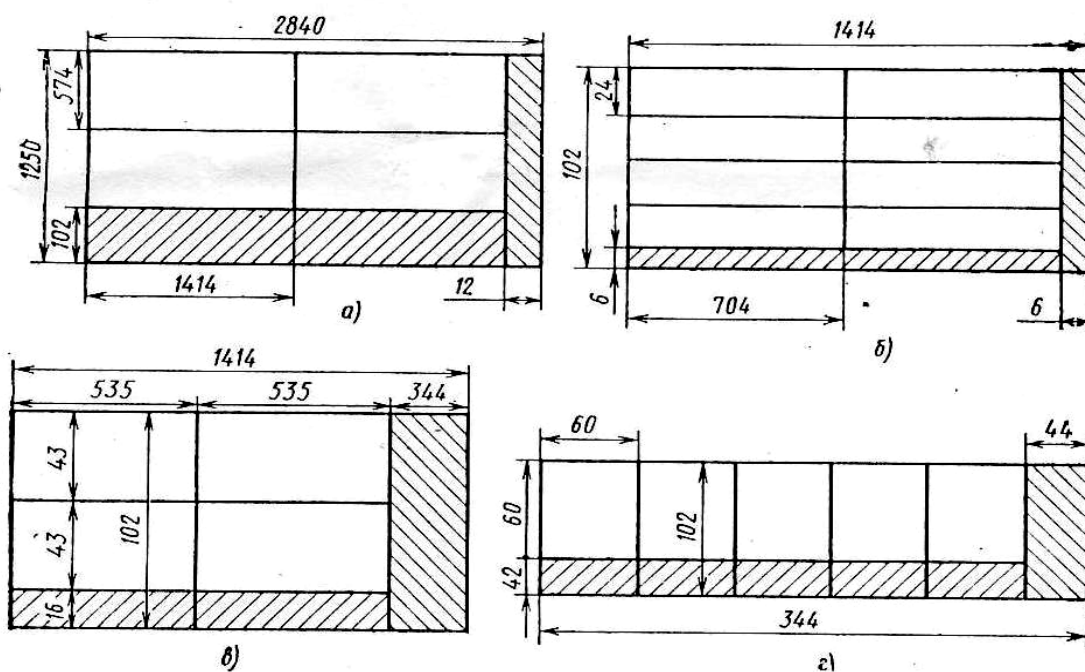


Рис Пример раскроя листового проката и остатков на требуемые заготовки

Таблица 2

План рационального раскроя остатка листа
 $102 \times 1414 \times 2$ мм на заготовки $24 \times 704 \times 2$ мм

Размеры остатка, подлежащего раскрою, мм	Размеры заготовки, мм	Число заготовок, получающееся из одного листа (остатка)	Комплектность заготовки, шт.	Число листов (остатков) размером $102 \times 1414 \times 2$ мм, необходимое для удовлетворения комплектности	Остатки (куски), мм	Количество, шт.
$102 \times 1414 \times 2$	$24 \times 704 \times 2$	8	1000	125	$102 \times 1414 \times 2$	375
					$6 \times 704 \times 2$	250
					$6 \times 102 \times 2$	125

Таблица 3

План рационального раскроя остатка листа
 $102 \times 1414 \times 2$ мм на заготовки $43 \times 535 \times 2$ мм

Размеры остатка, подлежащего раскрою, мм	Размеры заготовки, мм	Число заготовок, получающееся из одного листа (остатка)	Комплектность заготовки, шт.	Число листов (остатков) размером $102 \times 1414 \times 2$ мм, необходимое для удовлетворения комплектности	Недостающее число заготовок до полного комплекта из данного числа листов (остатков)	Остатки (куски), мм	Количество, шт.
$102 \times 1414 \times 2$	$43 \times 535 \times 2$	4	2000	500	500	$16 \times 535 \times 2$	750
						$102 \times 344 \times 2$	375

Таблица 4

План рационального раскроя остатка листа $102 \times 344 \times 2$ мм
на заготовки $60 \times 60 \times 2$ мм

Размеры остатка, подлежащего раскрою, мм	Размеры заготовки, мм	Число заготовок, получающееся из одного листа (остатка)	Комплектность заготовки, шт.	Число листов (остатков) размером $102 \times 344 \times 2$ мм, необходимое для удовлетворения комплектности	Недостающее число заготовок до полного комплекта из данного числа листов (остатков)	Остатки (куски), мм	Количество, шт.
$102 \times 344 \times 2$	$60 \times 60 \times 2$	5	2000	400	125	$42 \times 60 \times 2$	1875
						$44 \times 102 \times 2$	375

1875

63

