Энгельсский технологический институт

СГТУ ЭТИ имени ГАГАРИНА Ю.А.

Д. А. Тихонов

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА НА ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ЗАГОТОВКИ

Энгельс 2026 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 Li и Hi выкроить более мелкие заготовки размерами hi и bi в необходимом количестве pi. При этом необходимо раскроить минимальное количество больших листов размерами Hi и Li.

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

$$Kp = \frac{\Sigma li \cdot hi \cdot ni}{SN}$$

hi, li – габаритные размеры заготовок;

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

S - общая площадь листа.

N – количество больших листов, используемых для раскроя заготовок

Графический метод раскроя относится к эвристическим. Его суть заключается в следующем:

На миллиметровой бумаге вычерчивается раскраиваемый лист. Рядом с листом вычерчиваются две узкие шкалы, параллельно его сторонам .(рис 1)

1. На шкалах наносятся деления, соответствующие длине и ширине заготовки одного наименования (типоразмера) в следующем порядке:

- на первой (верхней) шкале вдоль листа в направлении слева направо наносятся деления, равные ширине заготовки;

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

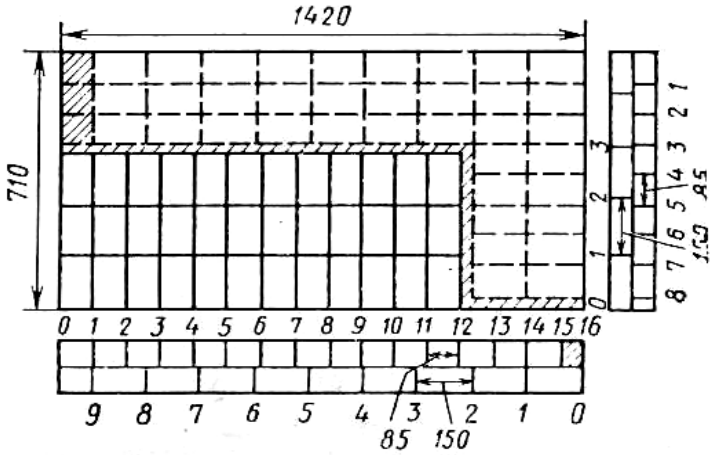

Рис 1 Графическая схема раскроя листа на прямоугольные заготовки

2. На шкалах, расположенных параллельно ширине листа наносятся деления в обратном порядке как показано на рисунке.

Алгоритм графического раскроя прямоугольного листа на прямоугольники с одинаковой шириной и различными длинами и дающий минимальные отходы приведен на рис 4 и включает следующие основные этапы расчета:

1. Находим числа m1= L/l и m2 = H/1 и рассчитываем значения

h1 = L - m1 x 1 h2 = H - m2 x 1

Проверяется отношение: h1 + h2 < 1 Если это условие выполняется, то выполяется другая процедура.

2.Из листа I. x H отрезается полоса вдоль ширины H шириной h1 и получается два куска- (L - h1) x H и h1x H.

3.Первый кусок (L – h1) x H режется на полосы единичной длины вдоль стороны (L - h1). Каждая полоса разрезается m1 прямоугольников длиной l

4.0т второго остатке с размерами h1 x H вдоль стороны h1 отрезается кусок шириной h2. Получаются остатки h1 x (H – h2) и h1 x h2.

5.Остаток размерами h1 x (H - h2) режется на полосы единичной ширины вдоль (H – h2) . Каждая полоса разрезается на m2 прямоугольников длиной 1. Остаток h1 x h2

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 Кр = 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 х 2840 мм на заготовки следующих размеров:

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

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

План раскроя листового проката 1250 х 2840 на заготовки размером 574 х1414 приведен на рис 3, а расчетные данные раскроя приведены в табл 21.

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

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

План раскроя остатка 102 х1414 на заготовки размером 60 х 60 мм показан на рис 3, а данные расчета приведены в таблице 24.

Общий коэффициент раскроя составляет Кр = 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.Основной критерий оптимального раскроя и методика его

определения?

5.ЛИТЕРАТУРА

1.

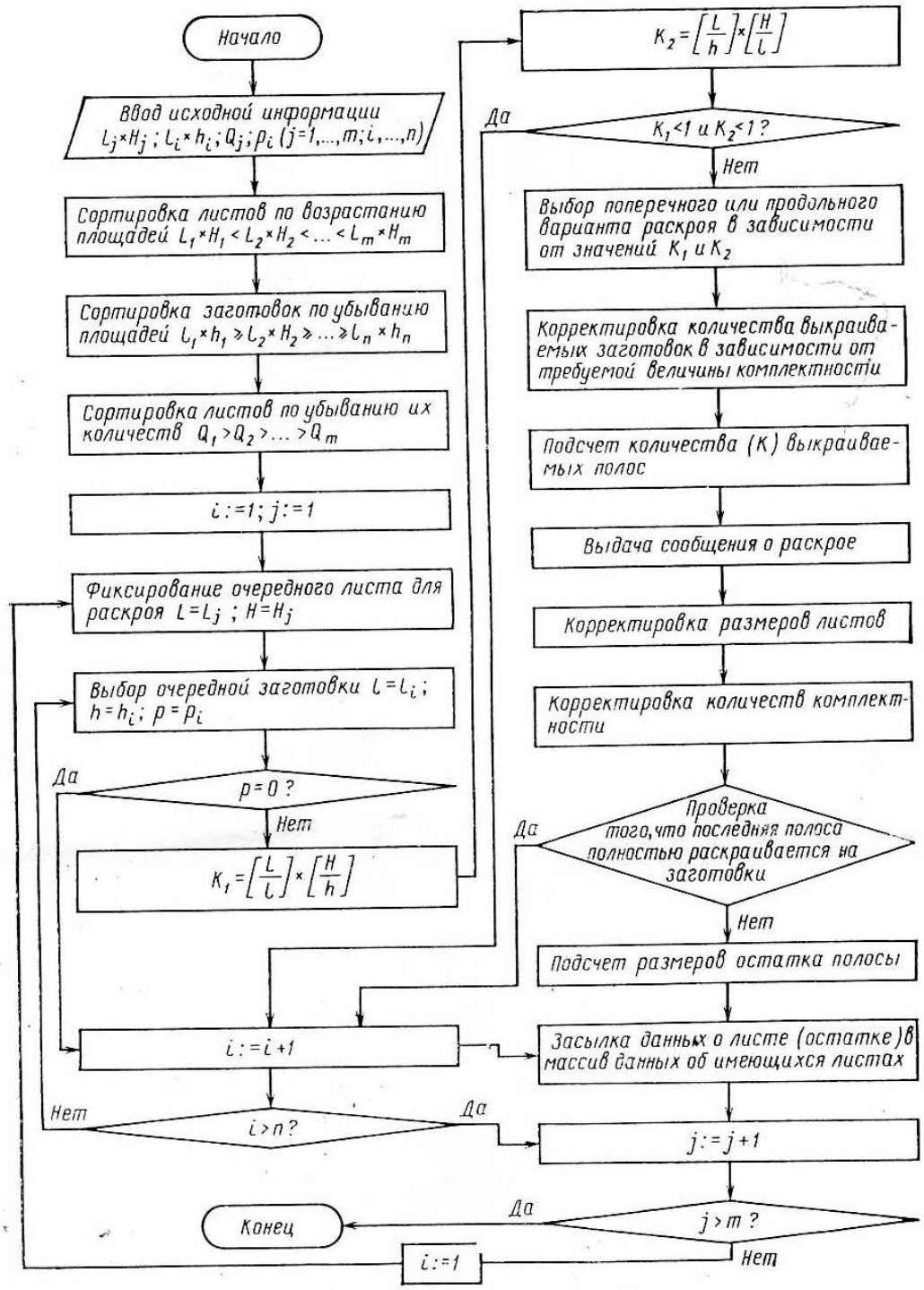

Рис. 1. Блок-схема алгоритма решения задачи раскроя листового проката на прямоугольные заготовки, основанного на методе размерной последовательности:

$L_j \times H_j$ — 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 1250×2840×2 мм на заготовки 574×1414×2 мм

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

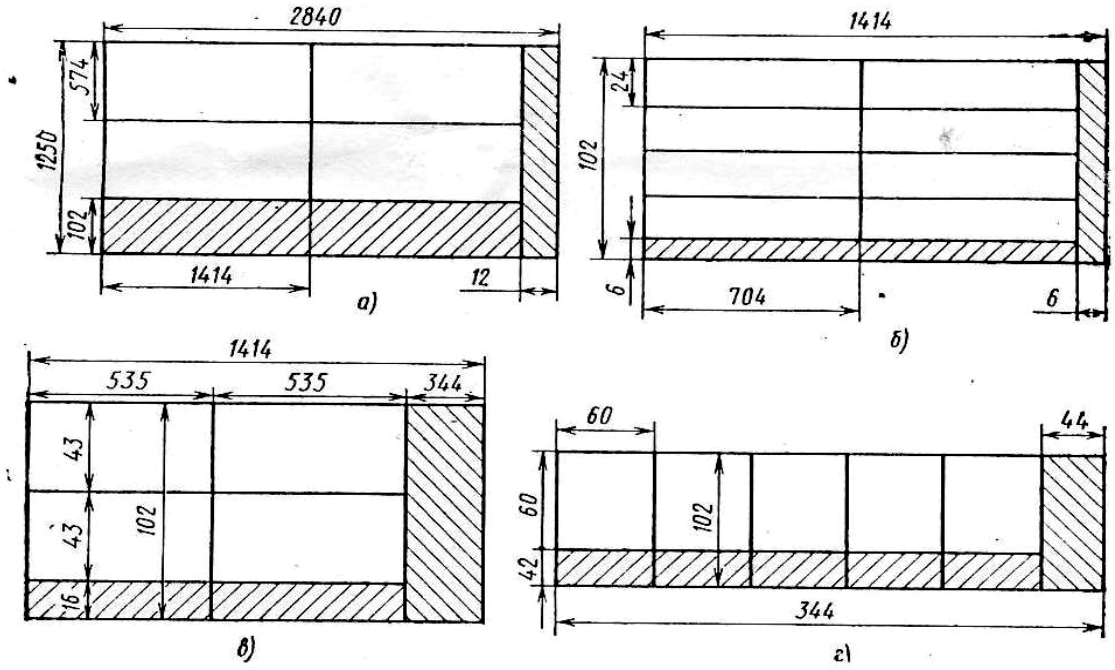

Рис Пример раскроя листового проката и остатков на требуемые заготовки

Таблица 2

План рационального раскроя остатка листа 102×1414×2 мм на заготовки 24×704×2 мм

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

Таблица 3

План рационального раскроя остатка листа 102×1414×2 мм на заготовки 43×535×2 мм

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

Таблица 4

План рационального раскроя остатка листа 102×344×2 мм на заготовки 60×60×2 мм

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

1875

щего и профессионального образования