

Изобретение относится к прокатному производству и может быть использовано в прокатных цехах металлургических заводов при резке и обработке заготовок.

Известен способ резки и обработки пруткового материала [1], в котором с последней клетки прутковый материал подают на механические ножницы. Режут прутковый материал на мерные заготовки длиной  $L + l_1$  и  $L + l_2$ . Охлаждают мерные заготовки на охлаждающем стеллаже. Выравнивают мерные заготовки относительно концов. Режут мерные заготовки на две части длиной  $L$  и  $l_1$ , и  $L$  и  $l_2$ . Заготовки длиной  $L$  разрезают на  $n$  мерных готовых прутков. Заготовки длиной  $l_1$  и  $l_2$  подвергаются произвольной резке. Готовые прутки сортируют, обвязывают и передают на обработку. Произвольно резанные прутки сортируют, обвязывают и передают на обработку.

Недостатком указанного способа является образование большого количества продукции нестандартной длины, так как длина заготовки, которая подвергается раскрою на мелкосортном стане, колеблется в широких пределах и зависит от длины заготовки, передаваемой на мелкосортный стан.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому техническому результату является способ обработки (Прокатные станы: Справ. - В 3 - х т. - Т.2. Средне-, мелкосортные и специальные станы. - С.251 - 257 / В.Г. Антипин, С.В. Тимофеев, Д.К. Нестеров, Н.Ф. Грицук, В.А. Степанов, З.В. Пудинов, В.И. Григорьев, Е.Л. Орлов, И.Е. Пацека, В.И. Меляков, В.В. Ланько. - 2 - е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия. - 1992), при котором заготовку прокатывают на заготовочном стане на заданное сечение, после чего ее режут на прессе горячей резки с минимальным количеством технологических отходов на данном участке прокатки. Затем заготовку прокатывают на сортопрокатном стане на следующее заданное сечение и режут ее летучими ножницами на прутки заданной длины с минимальным количеством технологических отходов на данном участке прокатки. Прутки охлаждают на холодильнике. Охлажденные прутки пакетируют. Пакеты прутков режут на конечные мерные длины на ножницах холодной резки.

Недостатком указанного способа обработки проката является образование большого количества продукции нестандартной длины, что приводит к дополнительным потерям готовой продукции.

Основной причиной образования большого количества нестандартных длин является несогласованность раскрою на заготовочном и сортопрокатном станах, заключающаяся в том, что масса раскrojенных на заготовочном стане заготовок не кратна массе конечной мерной длины. Разномассовость заготовок обуславливается колебаниями массы исходных слитков, колебаниями объема заготовок за счет отсутствия контроля площади поперечного сечения заготовок.

В основу предполагаемого изобретения поставлена задача усовершенствования способа обработки проката, в котором за счет поддержания объемов заготовок по всей технологической линии в таких пределах, чтобы они были кратны объему конечного продукта с учетом технологических отходов, обеспечивается сокращение количества продукции нестандартной длины, что приводит к снижению потерь готовой продукции.

В предлагаемом способе обработки проката, при котором после прокатки заготовки на заготовочном стане на заданное сечение полученную заготовку режут на части, прокатывают их на сортопрокатном стане на следующее заданное сечение, полученный металлопрокат режут на прутки, прутки охлаждают, пакетируют, пакеты прутков режут на конечные мерные длины, дополнительно предварительно задают объем конечной мерной длины, после прокатки заготовки на заготовочном стане измеряют ее линейные размеры и определяют ее объем, режут заготовку на заготовочном стане на части, объемы которых кратны объему конечной мерной длины с учетом технологических отходов, затем прокатывают заготовку на сортопрокатном стане, измеряют линейные размеры полученного металлопроката, режут его на прутки, длины которых кратны конечной мерной длине с учетом технологических отходов.

Задание объема конечной мерной длины позволяет получить исходные данные для выбора объема прутка на холодильнике и объемов заготовок, поступающих с заготовочного стана, кратных объемам, прутков. Учет технологических отходов позволяет скомпенсировать возможные потери металла на окалину в методических печах и обрезе переднего и заднего концов заготовок, а также погрешности реза на летучих ножницах, так как это величины постоянные на каждом прокатном стане.

Измерение линейных размеров заготовки после ее прокатки на заготовочном стане позволяет получить данные для определения объема этой заготовки и соотношения числа заготовок для мелкосортного стана, кратных по объему конечной мерной длине.

Порезка заготовки после заготовочного стана на части, объемы которых кратны объему конечной мерной длины с учетом технологических отходов, позволяет обеспечить безотходную переработку слитков переменной массы в заготовки, после прокатки которых обеспечивается стабильность длины прутков, подаваемых на холодильник, что приводит к минимизации отходов при порезке на конечные мерные длины.

Измерение длины заготовки после прокатки на мелкосортном стане позволяет установить оптимальный раскройный план порезки на конечные мерные длины, обеспечивающий минимум немерных отходов, а измерение размеров сечения необходимо для определения объема продукции конечной мерной длины.

Порезка заготовки на прутки, длины которых кратны конечной мерной длине с учетом технологических отходов обеспечивает минимум потерь на обрызг при порезке на конечные мерные длины.

Предлагаемый подход позволяет разрешить противоречие, состоящее в необходимости получения конечного продукта фиксированного объема (массы) из слитков, объем (масса) которых изменяется в широких пределах.

Способ осуществляется следующим образом.

Исходной величиной для реализации способа является объем одной конечной мерной длины. Это значение задается исходя из значения нормируемых параметров: площади сечения и длины.

Определяют объем продукта конечной - мерной длины. Определяют объемы прутков, задаваемых на холодильник, которые кратны объему продукта конечной мерной длины с учетом известной погрешности работы оборудования. Определяют объемы заготовок передаваемых на мелкосортный стан, кратных объемам прутков с учетом потерь на окалину в методической печи и технологической обрезе. Эти объемы принимают в качестве базовых для раскрою на ножницах заготовочного стана.

Заготовку прокатывают на заготовочном стане, измеряют ее линейные размеры и определяют ее объем.

На ножницах заготовочного стана заготовку с минимальными потерями режут на целое число заготовок с базовыми объемами.

Полученные заготовки передают на сортопрокатный стан и прокатывают их на заданное сечение.

Зная объем и сечение прутка, передаваемого на холодильник сортопрокатного стана, определяют требуемую длину прутка. Измеряют длину и сечение заготовки. Определяют количество прутков требуемой длины, на которое она должна быть порезана. Сечение заготовки используется как нормируемый параметр для определения объема

конечного продукта мерной длины.

Заготовку режут на прутки требуемой длины и передают для охлаждения на холодильник. Охлажденные прутки пакетируют. Пакеты прутков режут на конечные мерные длины на ножницах холодной резки.

На чертеже (фиг.) изображен алгоритм раскроя на заготовочном и сортопрокатном станах.

Исходной информацией для раскроя являются данные о сортаменте арматуры, прокатываемой на сортопрокатном стане, вводимые оператором от клавиатуры (блок 1). По этим данным задают объем единичного продукта мерной длины (блок 2) как произведение необходимой длины единичного продукта мерной длины на нормируемое значение площади сечения. Оптимальный объем прутка на холодильнике (блок 3) находится как функция от объема единичной мерной длины, числа мерных длин в прутке и погрешности порезки летучих ножниц перед холодильником.

Оптимальные объемы заготовок для сортопрокатного стана (базовые объемы) рассчитываются (блок 4) как функция числа прутков, их объема, объема обрезки переднего конца перед задачей в чистовую группу клеток заготовочного стана с учетом потерь объема металла на окалину в методических печах сортопрокатного стана.

Далее (блок 5) производится измерение размеров заготовки на выходе заготовочного стана.

Определяется объем металла, подлежащий раскрою на заготовочном стане с учетом потерь на обрезку переднего конца заготовки (блок 6).

Далее выполняется итерационная программа оптимизации соответствия объема входной заготовки базовым объемам для сортового стана, кратным объемам прутков на холодильнике (блок 7).

Затем с учетом информации о фактических размерах заготовки с заготовочного стана составляется раскройный план порезки заготовки путем определения длин заготовок, соответствующих базовым объемам (блок 8).

Согласно раскройного плана производится порезка заготовки, выходящей из заготовочного стана, на заготовки для сортопрокатного стана (блок 9).

Порезанные заготовки передаются на сортопрокатный стан и прокатываются на заданное сечение (блок 10).

Измеряются длина и размеры сечения полученного металлопроката (блок 11).

Исходя из полученных ранее объемов прутков и фактического сечения металлопроката, определяются длины прутков, подаваемых на холодильник (блок 12).

Производится порезка металлопроката на прутки определенной длины (блок 13).

Прутки охлаждаются на холодильнике (блок 14). Охлажденные прутки пакетируются (блок 15). Пакеты прутков режутся на мерные длины (блок 16).

Пример реализации способа (для условий НЗС 730/500 и МС 250 - 1 комбината Криворожсталь). Прокатывают арматуру №10. Конечная мерная длина 11,7м, сечение 0,000078м<sup>2</sup>. Задают объем конечного мерного прутка - 0,000078 · 11,7 = 0,0009126м<sup>3</sup>. Для охлаждения на холодильнике арматурная заготовка режется на семимерные прутки, объем которых с учетом возможной погрешности при порезке на ножницах 2,5м составляет

$$7,0,0009126 + 2,5 \cdot 0,000078 = 0,00658 \text{ м}^3$$

Объем заготовки, поступающей с НЗС, кратной 10 семимерным пруткам, определяется с учетом отхода на зачистку переднего конца между черновой и чистовой группами НЗС и потерь на окалину в методической печи. Размеры заготовки на выходе из черновой группы составляют 27 × 25мм. Длина обрезки согласно технологической инструкции 150мм. Тогда объем отходов на зачистку переднего конца между черновой и чистовой группами составляет 0,0270,0250,15 = 0,00010125м<sup>3</sup>. Потери на окалину в методической печи составляют 2% от объема заготовки. Таким образом объем заготовки, поступающей с НЗС, кратной 10 семимерным пруткам, составляет:

$$(10 \cdot 0,00658 + 0,00010125) \cdot 1,02 = 0,06712 \text{ м}^3$$

Объем заготовки, кратной 11 семимерным пруткам, соответственно составит:

$$(11 \cdot 0,006577 + 0,00010125) \cdot 1,02 = 0,073869 \text{ м}^3$$

Результаты измерения сторон заготовки □80 : ширина - 79,8мм, высота - 79,8мм. Площадь сечения заготовки □80 составляет 0,006368м<sup>2</sup>.

Результаты измерения сторон заготовки □125: ширина - 125,4мм, высота - 125,4мм. Результаты измерения длины заготовки □125 - 57,84м.

Объем заготовки □125 составляет 0,1254 · 0,1254 · 57,84 = 0,9096м<sup>3</sup>.

Определяют объем заготовки □125, подлежащей раскрою. Потери на зачистку переднего конца длиной 150мм перед чистовой группой НЗС составляют 0,1254 · 0,1254 · 150 = 0,00236м<sup>3</sup>. Тогда объем заготовки □125, подлежащей раскрою с учетом потерь на зачистку переднего конца равен 0,9096 - 0,00236 = 0,9072м<sup>3</sup>.

Объем заготовки □80 после НЗС (0,9072м<sup>3</sup>), подлежащей раскрою, должен быть равен целому числу объемов заготовок для МС, кратных 10 и 11 семимерным пруткам (0,06712м<sup>3</sup> и 0,073869м<sup>3</sup>) при возможно минимальном значении объема обрезки DV.

Уравнение баланса объемов имеет вид

$$0,9072 = K_{10} \cdot 0,06712 + K_{11} \cdot 0,073869 + DV$$

Решением уравнения баланса объемов является количество заготовок, кратных по объему 10 семимерным пруткам K<sub>10</sub>, и количество заготовок, кратных по объему 11 семимерным пруткам K<sub>11</sub>. Расчетный объем обрезки учтен в уравнении баланса объемов слагаемым DV. Для полученного уравнения баланса объемов решение имеет вид

$$K_{10} = 8, K_{11} = 5, DV = 0,000895 \text{ м}^3.$$

Для управления летучими ножницами НЗС расчетные значения объемов должны быть пересчитаны в длины.

Длина порезки заготовки □80 для десяти семимерных прутков составит 0,06712 : 0,006368 = 10,54м, для одиннадцати семимерных прутков соответственно 0,073869 : 0,006368 = 11,6м.

После порезки на ножницах НЗС заготовки □80 передаются на мелкосортный стан, где нагреваются в методических печах. Объемы заготовок двух типов соответственно составляют:

$$0,0798 \cdot 0,0798 \cdot 10,54 = 0,067119 \text{ м}^3 \\ \text{и } 0,0798 \cdot 0,0798 \cdot 11,6 = 0,073869 \text{ м}^3.$$

При нагреве в печи потери на окалину составляют до двух процентов объема нагреваемого металла. Считаем, что потери объема на окалину составляют 1,5%, следовательно, объем металла после нагрева в печи составляет

0,985 от объема металла до нагрева. Таким образом в черновую группу мелкосортного стана будет задано 8 заготовок объемом:

$$0,985 \cdot 0,067119 = 0,06611 \text{ м}^3$$

и 5 заготовок объемом:

$$0,985 \cdot 0,073869 = 0,07276 \text{ м}^3.$$

После прокатки заготовок в черновой группе МС на сечение  $27 \times 29 = 783 \text{ мм}^2$  их длины будут соответственно равны для заготовок первого типа:

$$0,06611 : 0,000783 = 84,43 \text{ м и}$$

$$0,07276 : 0,000783 = 92,93 \text{ м.}$$

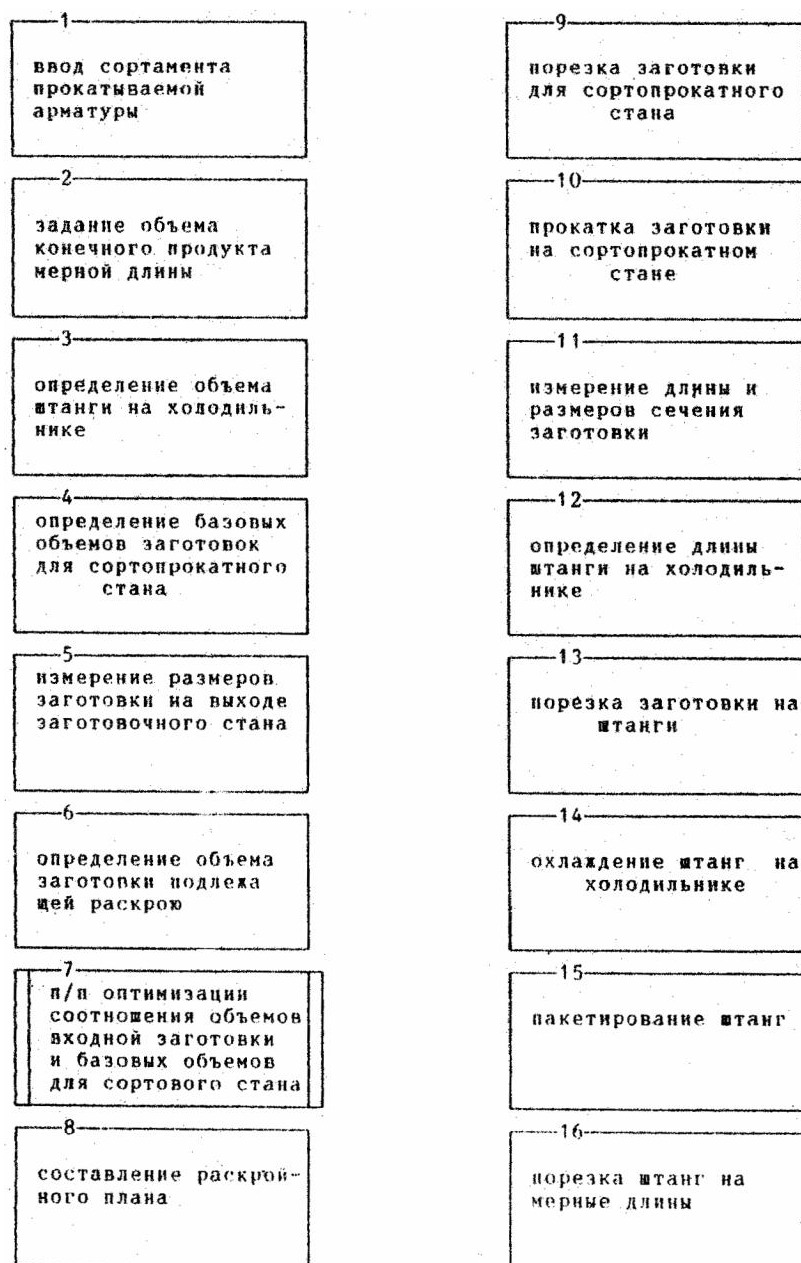
Перед задачей в чистовую группу МС зачищается передний конец каждой заготовки. Согласно технологической инструкции длина зачистки составляет 150 - 200 мм. Принимаем длину зачистки равной 150 мм. Тогда объем обреза составляет  $0,027 \cdot 0,029 \cdot 0,150 = 0,000117 \text{ м}^3$ , а объемы заготовок, задаваемых в чистовую группу МС, составят соответственно

$$0,06611 - 0,000117 = 0,0660 \text{ м}^3$$

$$\text{и } 0,07276 - 0,000117 = 0,0726 \text{ м}^3.$$

После перекалки в чистовой группе на сечение арматуры равное  $0,000078 \text{ м}^2$ , длины арматурных заготовок первого и второго типа составят соответственно  $0,066 : 0,000078 = 846,15 \text{ м}$  и  $0,0726 : 0,000078 = 930,77 \text{ м}$ . Арматурные заготовки первого типа кроются перед задачей на холодильник на 10 прутков, второго на 11 прутков. Длины прутков составят соответственно  $846,15 : 10 = 84,62 \text{ м}$  и  $930,77 : 11 = 84,62 \text{ м}$ . После охлаждения на холодильнике прутки пакетируют, выполняют торцевание передних концов и обрезают переднего конца пакета длиной 12 см. Таким образом, длина пакета под раскрой на мерные длины составит  $84,62 - 0,12 = 84,5 \text{ м}$ . Из этого пакета выкраиваются 7 мерных длин по 11,7 м.

При этом длина обреза составляет  $84,5 - 711,7 = 2,6 \text{ м}$ . В общем объеме металла, поступившего на холодильник, доля обреза составляет  $(2,6 + 0,12) : 84,62 = 0,032$ , или 3,2%, что значительно лучше показателя 14 - 18%, имеющего место при обычном безотходном раскрое заготовок на НЗС.



Фиг.