

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ РАЗВЕТВЛЯЮЩЕГОСЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА ГОРЯЧЕКАТАНОГО ПРОКАТА ОАО «ММК»

Проблема выбора оптимальных технологических потоков для выпуска продукции является значимой для многих производственных компаний, имеющих разветвляющиеся (альтернативные) технологические маршруты изготовления готовой продукции. При этом для многих компаний характерна множественность критериев совершенствования производственной деятельности, которая обусловлена разнообразием и неоднородностью требований различных ее подразделений и внешних заинтересованных сторон. Данное обстоятельство усложняет решение указанной проблемы, так как менеджерам компаний, по существу, приходится решать две задачи одновременно: и осуществлять выбор оптимального технологического маршрута, и определять критерий (критерии) этого выбора. Причем зачастую установление критерия происходит случайным образом, в зависимости от стечения различных обстоятельств, личных представлений или даже настроения менеджеров, ответственных

за управление технологическими потоками. Такой «антисистемный подход» оказывает негативное воздействие как на стабильность технологических потоков предприятия, так и на его финансово-экономические показатели.

ОАО «ММК», как крупнейшая сталелитейная компания России с полным металлургическим циклом, имеющая разветвляющиеся технологические потоки производства, также испытывает потребность комплексного решения данной актуальной проблемы.

Ключевой точкой разветвления технологических потоков ОАО «ММК» являются цехи горячей прокатки – ЛПЦ-10 и ЛПЦ-4, имеющие пересекающийся сортамент как товарного проката, так и подката для цехов холодной прокатки и глубокой переработки металлопродукции (рис. 1). Так, для изготовления холоднокатаного проката могут быть использованы рулоны как из ЛПЦ-4, так и из ЛПЦ-10. Поэтому все дальнейшие технологические потоки удваиваются с учетом этих двух возможных источников горячекатаного подката. Логика применяемых на рис. 1 обозначений товарного проката (Т) следующая – индексы означают номера цехов, через которые проходит технологический маршрут производства данной подгруппы товарного проката.

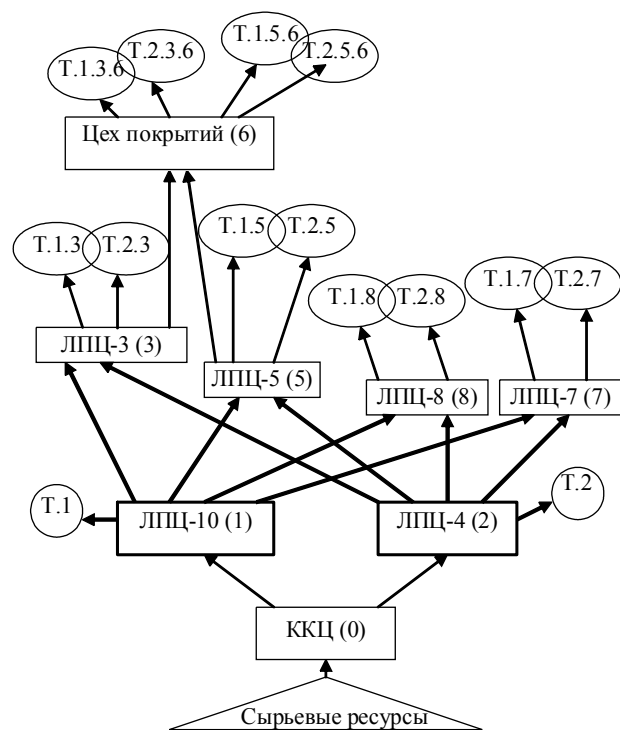


Рис. 1. Структура разветвляющегося технологического потока ОАО «ММК»

Так, продукцию листопрокатного цеха № 8 – ленту холоднокатаную – можно разделить на две подгруппы: Т.1.8 и Т.2.8. Первая подгруппа охватывает сортамент, производимый из подката ЛПЦ-10, а вторая подгруппа – сортамент, производимый из рулонов ЛПЦ-4. Области пересекающегося сортамента отражены на рис. 1 на пересечении соответствующих «овалов» товарной продукции цехов. Они характеризуют ту часть сортамента, которая может быть произведена и из рулонов ЛПЦ-4, и из рулонов ЛПЦ-10.

Следует отметить, что сами цехи горячей прокатки ЛПЦ-4 и ЛПЦ-10 выпускают товарный прокат для реализации конечным потребителям – Т.2 и Т.1 соответственно. При этом и между данными цехами существуют позиции пересекающегося сортамента, хотя они не показаны на рис. 1 для простоты его восприятия.

Научно-технические проблемы, возникающие в данном случае, сводятся к тому, чтобы выбрать

такие варианты технологических маршрутов для каждой позиции сортамента, производимого из подката ЛПЦ-4 и ЛПЦ-10, которые бы обеспечили наилучшие экономические показатели ОАО «ММК» (максимум производства, минимум затрат, максимум прибыли и т.п.).

Для успешного разрешения указанных проблем следует выявить и охарактеризовать конкретные различия, существующие между отдельными вариантами технологических маршрутов и влияющие на величину выбранного критерия. Основным фактором существования таких различий является то обстоятельство, что в каждом из альтернативных маршрутов могут использоваться различные ресурсы, в частности различное по технологическим возможностям, мощности, сроком использования оборудование.

К таким различиям можно отнести:

- 1) различия в производительности агрегатов;
- 2) различия в уровнях затрат на производство.

С учетом данных различий в качестве критерия оптимального выбора технологического маршрута из нескольких альтернативных предлагается использовать показатель маржинальной прибыли от товарного выпуска:

$$МП_{ТВ} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_{ij} (C_i - ПЗ_{ij}), \quad (1)$$

где q_{ij} – планируемый объем выпуска i -й позиции товарной продукции по j -му технологическому маршруту, т; C_i – средняя по всем заказам отпускная цена единицы продукции i -го вида без НДС, руб.; $ПЗ_{ij}$ – средняя величина условно-переменных затрат на единицу i -й позиции продукции, производимой по j -му маршруту; n – количество включенных в область анализа номенклатурных позиций товарной продукции; m – количество вариантов технологических маршрутов производства изделий.

Данный показатель является модификацией предложенных ранее показателей приоритетности продукции [1, 2].

Такой подход подразумевает, что наиболее выгодным считается маршрут, который обеспечивает наибольший вклад в суммарную маржинальную прибыль компании при прочих равных условиях, либо экономит время на «узком месте», высвобождая его для дополнительного выпуска позиций продукции, пользующихся спросом.

Исходя из выбранного критерия оптимальности, в качестве показателя приоритетности тех-

1. Определение видов продукции с альтернативными технологическими маршрутами – позиций пересекающегося ассортимента

2. Выбор оптимального технологического маршрута для каждой позиции пересекающегося сортамента по максимальному значению показателя (2), рассчитанному по конкретному «узкому месту»

3. Оптимизация структуры товарного выпуска по всем позициям сортамента путем приоритетного включения изделий с наибольшими значениями показателя (2): для позиций пересекающегося сортамента – с учетом выбранного оптимального маршрута, для позиций непересекающегося сортамента – с учетом единственного маршрута

Рис. 2. Общая схема оптимизации разветвляющихся технологических потоков по критерию максимума маржинальной прибыли

нологического маршрута производства изделия предлагается следующий показатель:

$$МД_{ij}^{YM} = МД_{ij} \cdot Пр_{ij}^{YM} = (C_i - ПЗ_{ij}) \cdot Пр_{ij}^{YM}, \quad (2)$$

где $МД_{ij}$ – маржинальный доход на единицу i -го изделия, соответствующий j -му технологическому маршруту, руб.; $Пр_{ij}^{YM}$ – часовая производительность агрегата – «узкого места» при изготовлении i -го изделия, нат.ед.

Учитывая рассмотренные особенности разветвляющихся технологических потоков, можно сформулировать общую последовательность их оптимизации по критерию максимальной маржинальной прибыли (1), представленную на рис. 2.

Каждый из блоков схемы на рис. 2 представляет собой отдельный алгоритм, который может быть использован обособленно для решения узкой задачи. Например, в рамках первого блока может быть решена задача идентификации пересекающегося сортамента для каждого цеха, в рамках второго блока – задача выбора оптимального технологического маршрута для конкретных видов продукции, в рамках третьего блока – задача оптимизации структуры товарного выпуска.

Последовательное использование всего комплекса данных алгоритмов дает возможность решить поставленную задачу оптимального выбора структуры технологических потоков по критерию максимума маржинальной прибыли в условиях наличия альтернативных технологических маршрутов. Это позволит выявить дополнительные резервы увеличения прибыли ОАО «ММК» и создать условия для их эффективной реализации.

Библиографический список

1. Goldratt Eliyahu M. The haystack syndrome: sifting information out of the data ocean. NY.: North River Press, 1990. 262 p.
2. Реализация концепции производственного планирования на основе эффективного использования ограничений / Сеничев Г.С., Салганик В.М., Шмаков В.И. и др. М.: Экономика, 2006. 212 с.

УДК 621.771.237:621.771.23.016

М. И. Румянцев, Г. А. Завалишин, Н. Б. Орлов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВОЙ СТАЛИ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СЛУЖЕБНЫХ СВОЙСТВ ПРОДУКЦИИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ

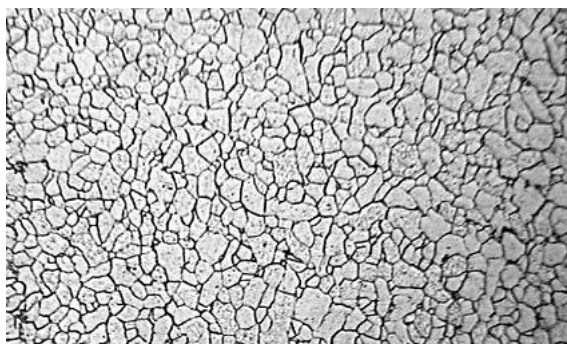
В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция к росту производства холоднокатаного проката из низкоуглеродистой стали с содержанием углерода менее 0,02%, которая должна иметь повышенную штампуемость как без покрытия, так и с цинковым покрытием. Пониженные прочностные свойства горячекатаного проката из подобных сталей в некоторой степени облегчают задачу получения холоднокатаной полосы с высокой планшетностью, а также способствуют расширению возможностей производства горячекатаных листов и полос для замещения холоднокатаных.

В период освоения производства подобной продукции в ОАО «ММК» одной из проблем была значительная разнородность микроструктуры горячекатаного металла (5–7 балл в середине и 3–4 на поверхности), а также неравномерные выделения цементита по границам крупных зерен. При этом наблюдались благоприятные прочностные свойства ($\sigma_t=240\text{--}290$ МПа, $\sigma_b=320\text{--}350$ МПа), но пониженная пластичность ($\delta_4=25\text{--}34\%$ при целевом значении не менее 36%).

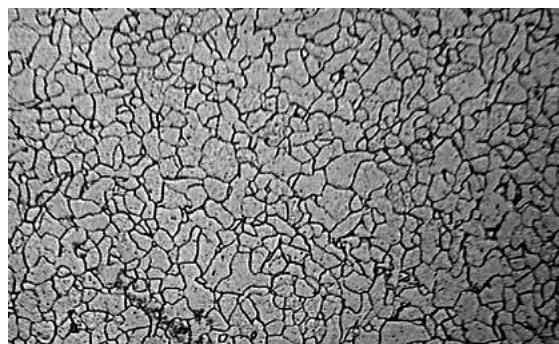
Для улучшения микроструктуры выполнили

исследования по совершенствованию процесса охлаждения полосы на отводящем рольганге широкополосного стана горячей прокатки (ШСП) 2000 ОАО «ММК» с использованием математической модели выбора первого приближения режима охлаждения [1–3]. Компьютерным моделированием, в частности, установили, что для обеспечения однородности структуры необходимо повысить температуру конца прокатки от 830°C по традиционной технологии до 930°C, а для предотвращения крупнозернистости процесс охлаждения водой следует начинать первыми секциями установки ускоренного охлаждения. Опытная прокатка, при которой $t_{кн}$ колебалась в диапазоне от 925 до 930°C, показала, что применение нового режима охлаждения значительно улучшает однородность структуры, особенно по толщине полосы. Поверхностный слой с крупным зерном практически исчезает (рис. 1). При этом указанные выше прочностные характеристики остаются на том же уровне, а относительное удлинение увеличивается до 36–41%.

При разработке режимов последующей холодной прокатки необходима кривая упрочнения, но



а



б

Рис. 1. Микроструктура поверхности (а) и середины (б) полосы толщиной 2,8 мм из стали 08Ю (C=0,03%) после охлаждения по усовершенствованному режиму