

які в нашому прикладі є «скритими». Це перехрестя, переїзди, міські транспортні потоки з піковими коливаннями інтенсивності руху та ін. Але й модель буде більш складною та потребує визначення багатьох додаткових параметрів.

Аналіз роботи моделі показав високий рівень адекватності. Коефіцієнт кореляції реальних даних з отриманими на моделі при проведенні експериментів становив 0,8 – 0,9.

Використання автомобільного транспорту замість залізничного в умовах металургійного комбінату «Запоріжсталь» для перевезення металопродукції в Запорізький річковий порт дозволило зменшити транспортні витрати та скоротити загальний час доставки вантажу кінцевим споживачам на 15 діб.

Висновки

1. В статті розроблено типову елементарну дискретно-подійну імітаційну модель масових перевезень готової продукції металургійного підприємства крупним споживачам при використанні автотранспорту.

2. Зазначені шляхи удосконалення та розширення запропонованої принципової схеми моделі в залежності від рівня деталізації, обраного дослідником, або наявних даних для визначення параметрів її роботи.

3. Аналіз роботи моделі показав високий рівень адекватності. Коефіцієнт кореляції реальних даних з отриманими на моделі при проведенні експериментів становив 0,8 – 0,9.

4. Підвищена ефективність перевезень металопродукції в умовах комбінату «Запоріжсталь» за рахунок зменшення транспортних витрат та скорочення часу доставки вантажу кінцевим споживачам на 15 діб.

5. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на удосконалення розробленої моделі, більш глибоку деталізацію з метою підвищення рівня адекватності реальним об'єктам транспортної системи та отримання більш точних результатів моделювання.

Бібліографічний список

1. Лившиц А. Л. Статистическое моделирование систем массового обслуживания / А. Л. Лившиц, С. А. Мальц // М.: «Сов. радио», 1978.

2. Лащених О. А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навчальний посібник / О. А. Лащених, О. Ф. Кузькін, С. В. Грицай. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 420 с.

3. Турпак С. М. Розробка імітаційних моделей обслуговування прокатного виробництва в умовах збільшення частки автоперевезень / С. В. Грицай, О. О. Острогляд // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 3. – С. 202-209.

4. Боев В. Д. Исследование адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийных процессов / В. Д. Боев // Монография. – СПб.: ВАС, 2011. – 404 с.

Поступила 09.04.2014

УДК 621.771.25

Бешта А. С. /д. т. н./,

Национальный горный университет

Бойко О. А., Куваева Т. В.

Наука

Критерий эффективности оптимальной структуры товарной продукции при производстве мелкосортного мерного проката в стержнях

В статье приведено обоснование выбора показателей оценки эффективности работы прокатного стана производящего прокат в стержнях. Предложен критерий эффективности оптимальной структуры товарной продукции. Обоснована целесообразность использования коэффициентов: выхода мерной продукции, безвозвратных потерь металла и сортировки продукции. Ил. 1. Библиогр.: 3 назв.

Ключевые слова: мелкосортный прокат, прокат в стержнях, технико-экономические показатели, критерии оценки

The article shows selection rationale of performance measures of rolling mill running efficiency, producing rolled stock in bars. A performance criterion of optimal structure of commercial output is suggested. Practicality of usage of such coefficients as: yield factor of measured output, coefficient of non-collectable scrap and production classification.

Keywords: hoop, rolled stock in bars, technical-economic values, evaluation criteria

Описание проблемы

Основными показателями, служащими для оценки эффективности производства мелкосортного проката в стержнях на прокатном стане являются выход немерного проката и расходный коэф-

фициент металла [1]. Интуитивно понятна связь между приведенными показателями и экономическими результатами работы предприятия в целом, например, прибылью. Однако на практике эти показатели не в полной мере отражают экономиче-

ские аспекты производства. Одним из примеров этого является то, что при производстве мерного проката в стержнях уменьшение немерной составляющей в товарном прокате при увеличении количества коротких стержней, которые реализуются по цене металлического лома, приводит к уменьшению коэффициента выхода немерного проката, что принято считать положительным результатом [2]. В тоже время, при этом увеличивается расходный коэффициент металла и уменьшается прибыль. Такие внутренние противоречия затрудняют вскрытие резервов повышения экономической эффективности функционирования прокатного стана.

Анализ существующих исследований показал, что ранее в критериях, используемых для оценки эффективности структуры товарной продукции, не учитывался доход от коротких стержней, обрезки и «недокатов», которые так же являются товаром, имеющим свою стоимость [1, 3].

Поэтому целью исследования является научное обоснование критерия эффективности оптимальной структуры товарной продукции, который позволил бы объективно оценить результаты производства мелкосортного мерного проката в стержнях для конкретного прокатного стана, резервы повышения эффективности его функционирования и оптимизировать структуру товарной продукции.

Изложение основных материалов исследования

Рассмотрим прибыль, как результирующий показатель работы предприятия, этот показатель с одной стороны связан, с ценообразованием на прокат в стержнях, а с другой – позволяет анализировать результаты одновременного производства проката в стержнях разной длины. Соотнесем его с единицей товарной продукции, произведенной прокатным станом, и запишем в виде:

$$p = Z - m - c \rightarrow \max, \quad (1)$$

где p – удельная прибыль (гривна на единицу продукции), Z – средняя цена продукции (гривна), m – удельные затраты на сырье – заготовку (гривна на единицу продукции), c – удельные затраты на производство готовой продукции (без затрат на исходное сырье, гривна на единицу продукции).

Стандартом ДСТУ 3760-98 предусматривается две разновидности товарного проката в зависимости от длины стержней в партии поставки: мерный прокат – прокат длиной стержней, строго (в пределах допусков) оговоренной заказом, немерный прокат – с длиной стержней в оговоренных стандартом либо заказом границах. Цена на мерный прокат выше цены немерной продукции.

Решением вопроса эффективности процесса производства товарной продукции, учитывается только прокат, соответствующий стандартам на мелкосортный прокат в стержнях. Как правило, из понятия товарной продукции в данном случае исключаются короткие стержни – стержни проката

с длиной менее оговоренной стандартом. Вместе с тем, данные стержни, как и технологическая обрезь и результаты незавершенной прокатки направляются на переплавку, то есть являются, по сути, товарным металлическим ломом, который имеет свою цену и, пользуется устойчивым спросом.

При этом стоимость товарной продукции

$$C_{\Sigma} = Z_M \cdot Q_M + Z_H \cdot Q_H + Z_K \cdot (Q_K + Q_{TO} + Q_{HK}), \quad (2)$$

где Z_M – цена мерного проката (гривна), Z_H – цена немерного проката (гривна), Z_K – цена коротких стержней проката (гривна), не отвечающим требованиям стандартов, технологической обрезки и «недокатов»; $Q_M, Q_H, Q_K, Q_{TO}, Q_{HK}$ – суммарные массы пачек мерного проката (тонн), немерного проката и коротких стержней, технологической обрезки и «недокатов» соответственно.

При этом стоимость товарной продукции будет равна

$$C_{\Sigma} = Z_M \cdot Q_M + (Z_H - Z_{\Delta}) \cdot Q_H + Z_K \cdot (Q_K + Q_{TO} + Q_{HK}), \quad (3)$$

где Z_{Δ} – снижение цены немеры в сравнении с ценой на стержни мерной длины, (гривен).

Общая масса реализованной продукции товарного металла

$$Q_{TM} = Q_{TP} + Q_{TL}, \quad (4)$$

где Q_{TP} – масса товарного проката поставляемого в стержнях упакованных в пачки (тонн), Q_{TL} – товарный металлический лом (тонн).

Каждая из составляющих товарного металла, в свою очередь может быть раскрыта через свои составляющие:

$$Q_{TP} = Q_M + Q_H, \quad (5)$$

$$Q_{TL} = Q_K + Q_{TO} + Q_{HK}. \quad (6)$$

На основании этого коэффициент прибыльности продукции

$$K_{Ц} = \frac{C_{\Sigma}}{C_{TM}}. \quad (7)$$

Общая структура себестоимости стержневого проката приведена рисунке 1. Основные затраты в себестоимости составляет цена заготовки, а следовательно удельные затраты на сырье.

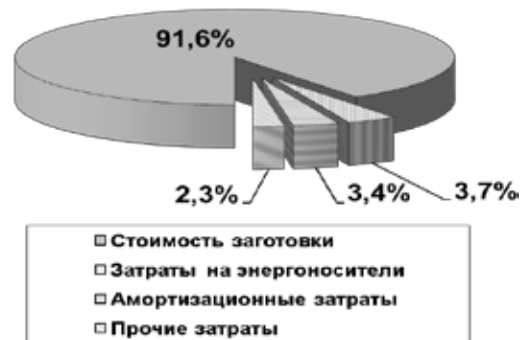


Рисунок. Структура себестоимости проката в стержнях

Цена исходной заготовки ($Z_{зг}$) – инвариантна такой характеристике товарного проката как длина стержней и не зависит от организации процессов управления на сортопрокатном стане. В то же время, баланс расхода металла заготовки может быть представлен следующим образом

$$Q_{зг} = Q_{тм} + Q_{бпм}, \quad (8)$$

где $Q_{зг}$ – суммарная масса исходной заготовки (тонн), $Q_{бпм}$ – масса безвозвратных и нетоварных потерь металла заготовки при зачистке ее поверхности, на угар и окалинообразование (тонн).

Тогда цена заготовки может быть определена как

$$M_{зг} = Z_{зг} \cdot \frac{Q_{зг}}{Q_{тм}} = Z_{зг} \cdot \frac{Q_{тм} + Q_{бпм}}{Q_{тм}} = Z_{зг} \cdot \left(1 + \frac{Q_{бпм}}{Q_{тм}}\right). \quad (9)$$

Затраты на энергоносители, являющиеся второй по значимости составляющей себестоимости проката, приходятся на нагрев заготовок под прокатку, привод клетей, осуществляющих обжатие заготовки, и на привод других механизмов стана, обеспечивающих его функционирование. Связать эту составляющую, как и другие составляющие себестоимости, непосредственно с категорией товарного металла, в частности, с длинами стержней в товарной продукции, весьма затруднительно, поскольку она является величиной весьма малой и связанной с дополнительными затратами на обработку стержней проката. Стержни получаются в результате последней операции на стадии порезки и охлаждения проката – раскроя пакета прутков на пачки стержней. Поскольку непосредственные затраты на производство проката (себестоимость передела), при производстве проката на конкретном прокатном стане, слабо связана с ценой на товарную продукцию, их можно принять приравнять к категории затрат товарного металла.

На последней стадии – стадии уборки и отделки, имеет место ветвление технологического процесса. После порезки проката на стержни он направляется либо непосредственно на пакетировку (в случае, если отрезанная пачка стержней содержит стержни одной сортности по длине), либо на сортировку. Операция сортировки требует дополнительных затрат, которые влияют на себестоимость продукции и является, зачастую, «узким местом» технологического процесса.

Объем продукции, требующей сортировки, может быть оценен исходя из следующих соображений. Максимальная длина прутка, принимаемого холодильником прокатного стана, например, МС 250-4, МС 250-5 ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог» составляет около семидесяти метров. При длине мерного стержня двенадцать метров из пакета

прутков выкраивается в среднем пять пачек, из которых одна как минимум, а часто – и две, содержат стержни разной длины, так как они отделяются от концевых участков пакета прутков. Из этого следует, что одна или две пачки стержней из пяти после раскроя пакета прутков на стационарных ножницах, а это 20÷40 % товарного проката, требует сортировки. Затраты на сортировку такого объема проката так же должны быть учтены в критерии оптимизации структуры товарной продукции (1).

Если принять, что удельные затраты на производство товарного проката, не проходящего операцию сортировки, и обрезать, включая металл идущий на лом, равны $C_{п}$, а удельные затраты на сортировку равны $C_{п}$, то средние удельные затраты на товарный металл ($C_{тм}$) рассчитываются по формуле:

$$C_{тм} = C_{п} + C_{с} \cdot \frac{Q_{с}}{Q_{тм}}, \quad (10)$$

где $Q_{с}$ – масса сортируемой продукции (тонн).

Исходя из вышесказанного, критерий оптимальной структуры товарной продукции может быть представлен в виде

$$p = Z_{м} \cdot \frac{Q_{м}}{Q_{тм}} + (Z_{н} - Z_{\Delta}) \cdot \frac{Q_{н}}{Q_{тм}} + Z_{к} \cdot \frac{Q_{к} + Q_{то} + Q_{нк}}{Q_{тм}} - Z_{зг} \cdot \left(1 + \frac{Q_{бпм}}{Q_{тм}}\right) - C_{п} \cdot \left(1 + \frac{C_{с}}{C_{п}} \cdot \frac{Q_{с}}{Q_{тм}}\right) \rightarrow \max \quad (11)$$

В (11) целесообразно перейти к относительным значениям поскольку все они зависят от общей массы реализованного товарного металла

$$\tilde{Q}_{м} = \frac{Q_{м}}{Q_{тм}}, \quad \tilde{Q}_{н} = \frac{Q_{н}}{Q_{тм}}, \quad \tilde{Q}_{мл} = \frac{Q_{к} + Q_{то} + Q_{нк}}{Q_{тм}},$$

$$\tilde{Q}_{бпм} = \frac{Q_{бпм}}{Q_{тм}}, \quad \tilde{Q}_{с} = \frac{Q_{с}}{Q_{тм}}.$$

В результате преобразования (11) имеет вид

$$p = Z_{м} \cdot \tilde{Q}_{м} + (Z_{н} - Z_{\Delta}) \cdot \tilde{Q}_{н} + Z_{к} \cdot \tilde{Q}_{мл} - Z_{зг} \cdot (1 + \tilde{Q}_{бпм}) - C_{п} \cdot \left(1 + \frac{C_{с}}{C_{п}} \cdot \tilde{Q}_{с}\right) = Z_{м} \cdot \tilde{Q}_{м} + (Z_{н} - Z_{\Delta}) \cdot \tilde{Q}_{н} + Z_{к} \cdot \tilde{Q}_{мл} - Z_{зг} \cdot \tilde{Q}_{бпм} - Z_{зг} \cdot C_{п} \cdot \frac{C_{с}}{C_{п}} \cdot \tilde{Q}_{с} - C_{п} = Z_{м} \cdot \tilde{Q}_{м} + (Z_{н} - Z_{\Delta}) \cdot \tilde{Q}_{н} + Z_{к} \cdot \tilde{Q}_{мл} - Z_{зг} \cdot \tilde{Q}_{бпм} - C_{с} \cdot \tilde{Q}_{с} - (Z_{зг} + C_{п}) \rightarrow \max \quad (12)$$

Исключим из него последнее слагаемое, которое является постоянной величиной и, следовательно, не поддается управлению. Получим

$$\tilde{p} = \tilde{Q}_M + \frac{Z_H - Z_A}{Z_M} \cdot \tilde{Q}_H + \frac{Z_K}{Z_M} \cdot \tilde{Q}_{ML} - \frac{Z_{ЭГ}}{Z_M} \cdot \tilde{Q}_{БПМ} - \frac{C_C}{Z_M} \cdot \tilde{Q}_C \quad (13)$$

Критерий (13) включает в себя в прямом, либо косвенном виде основные показатели сортопрокатного стана, определяющие экономическую эффективность его работы. Он является, по сути, расширенной сверткой частных критериев, отображающих отдельные стороны производства проката в стержнях, что позволяет принять его как обобщенный критерий для оценки экономической эффективности работы прокатного стана в целом.

Из критерия (13) можно выделить и частные критерии, отображающие наиболее важные составляющие (частные критерии), которые наиболее существенным образом определяют эффективность производства проката в стержнях и которые целесообразно принять в качестве технико-экономических показателей работы прокатного стана.

Так, из структуры критерия (13) видно, что вместо коэффициента выхода немерной продукции для оценки структуры товарной продукции целесообразно использовать такой показатель, как коэффициент выхода мерного проката – \tilde{Q}_M , а вместо расходного коэффициента металла – коэффициент безвозвратных потерь металла – $\tilde{Q}_{БПМ}$. В качестве дополнительного показателя оценки экономической эффективности технологического процесса целесообразно принять коэффициент сортировки продукции – \tilde{Q}_C , который характеризует производство проката с позиций наличия продукции требующей дополнительных затрат на предпродажную подготовку.

Выводы

1. При оценке эффективности работы прокатного стана, производящего прокат в стержнях, в товарную продукцию наряду со стержнями мерной и немерной длины, следует включать металлический лом, образующийся в процессе производства товарного проката, что позволяет более полно оценить результаты работы прокатного стана.

2. На основе показателя эффективности производства проката – прибыли, получен обобщенный технико-экономический критерий, который характеризует оптимальность структуры товарной продукции сортопрокатного прокатного стана. Базируется на использовании пока-

зателей, каждый из которых характеризует составляющие товарной продукции, реализуемой предприятием, и дифференциацию затрат на ее производство.

3. Для оценки оптимальной структуры товарной продукции вместо коэффициента выхода немерной продукции целесообразно использовать такой показатель, как коэффициент выхода мерной продукции, который характеризует долю мерного проката в товарной продукции. Возможный максимум данного показателя совпадает с максимально возможным значением критерия эффективности оптимальной структуры товарной продукции – 1,0 (100 %).

4. Вместо расходного коэффициента металла, целесообразно использовать коэффициент безвозвратных потерь металла, который характеризует безвозвратные потери металла исходной заготовки – наиболее затратной части в себестоимости проката, в процессе производства товарной продукции.

5. В качестве дополнительного показателя оценки экономической эффективности технологического процесса целесообразно использовать коэффициент сортировки продукции, который характеризует долю продукции, требующую дополнительных затрат на предпродажную подготовку.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку эффективных законов управления электромеханическими систем прокатного стана, которые позволят максимизировать критерий оптимальной структуры товарной продукции при производстве мелкосортного мерного проката.

Библиографический список

1. Скороходов А. Н. Оптимизация прокатного производства / А. Н. Скороходов, П. И. Полухин, Б. М. Илюкович, Б. Е. Хайкин, Н. Е. Скороходов – М.: Металлургия, 1983. – 431 с.
2. Техничко-экономические показатели производства мелкосортного проката в стержнях как целевая функция управления / А. С. Бешта, А. П. Егоров, О. А. Бойко, М. Ю. Кузьменко, А. С. Соколова – Д.: Теория и практика металлургии. – 2013. – № 3. – С. 57-61.
3. Грачева К. А. Экономические расчеты при проектировании прокатного оборудования и производстве проката / К. А. Грачева, П. С. Малиновский – М.: Машиностроение, 1973. – 216 с.

Поступила 07.04.2014