

УДК 621.774.3

Панюшкин Е.Н., Кондратьев С.В., Лозовой В.И.,
Скоромный С.А., Панюшкин Н.Е., Олейник В.С., Бойко И.П.

**ВЛИЯНИЕ РАСКРОЯ ИСХОДНОЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ НА
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ ТПА 30-
102 ООО «ИНТЕПАЙП НИКО ТЬЮБ»**

В статье выполнен анализ вариантов раскроя трубных заготовок для различных вариантов оптимизации технологического процесса производства труб на ТПА 30-102. Этот анализ базируется на разработанном пакете программ расчета параметров технологического процесса.

У статті виконаний аналіз варіантів розкрою трубних заготовок для різних варіантів оптимізації технологічного процесу виробництва труб на ТПА 30-102. Цей аналіз базується на розробленому пакеті програм розрахунку параметрів технологічного процесу.

In the article the variants of cutting analysis out of pipe purveyances is executed for the different variants of pipes production technological process optimization on TPA 30-102. This analysis is based on the developed package of software for technological process parameters calculation.

Введение

В настоящее время раскрой исходных трубных заготовок, поступающих на ТПА 30-102 с металлургических заводов, осуществляется в соответствии с требуемыми длинами заказанных труб. При этом, не учитываются технико-экономические показатели работы всего агрегата в целом, такие как потери металла, связанные с обрезью заготовок и труб, в том числе, в потоке, а также производительность агрегата, влияющая на величину себестоимости продукции, и пр.

Проблема. Следует отметить, что анализ указанных показателей по всему сортаменту выпускаемых труб весьма затруднителен из-за необходимости обработки большого объема информации и отсутствия соответствующего программного обеспечения.

В связи с этим был проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей работы ТПА 30-102, включающий его производительность, расходы металла при возможной реализации следующих критериев оптимизации производства:

- безотходный раскрой исходной трубной заготовки (I вариант);
- достижение максимальной производительности трубопрокатного агрегата (II вариант);
- обеспечение прокатки труб только мерной длины (III вариант).

Результаты исследований. С указанной целью была разработана методика и программа расчета производительности трубопрокатного агрегата и расхода металла по всему сортаменту прокатываемых труб ТПА 30-102. Данная методика базируется на расчетах деформационно-скоростных и настроечных параметров станов агрегата, длин утолщенных концов редуцированных труб и технологической обрезки в потоке, приведенных к длинам трубной заготовки, а также существующих вариантах раскроя последней.

Длины утолщенных концов редуцированных труб определяли по методике Г.И. Гуляева и В.П. Рукобратского [1].

$$L_{упк} = 5,2 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot L_m \cdot Z_{общ}; \quad (1)$$

$$L_{узк} = 3,7 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot L_m \cdot (2,89 \cdot Z_{общ} - 1,68 \cdot Z_{общ}^2). \quad (2)$$

При этом, величину K_2 определяли по вышеуказанной методике, исходя из соотношения:

$$K_2 = 0,07 \cdot m_{общ} - 0,0004 \cdot m_{общ}^2 - 1,24 \quad (3)$$

Величину же K_1 рассчитываем по эмпирическим выражениям, базирующимся на статистической обработке результатов многочисленных исследований точности труб в условиях ТПА 30-102.

Для переднего утолщенного конца:

$$K_1 = K_{упк} = 0,053 \cdot \left\{ (2,5 + 0,12 \cdot m_{общ}) \cdot \left[1 - \left(\frac{m_{общ}}{100} \right)^{Z_{общ}} \cdot K_{ср} \right] \right\} + 0,64 \cdot \quad (4)$$

Для заднего утолщенного конца:

$$K_1 = K_{узк} = 0,053 \cdot \left\{ 5,5 + (2,5 + 0,12 \cdot m_{общ}) \cdot \left[1 - \left(\frac{m_{общ}}{100} \right)^{Z_{общ}} \cdot K_{ср} \right] \right\} + 0,64 \cdot \quad (5)$$

В соотношениях (4) и (5):

$$K_{ср} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{S_{н.ст}}{D_{н.ст}} + \frac{S_{тр}}{D_{тр}} \right) \quad (6)$$

В формулах 1...6 учитываются следующие основные конструктивные особенности редуцированного стана и технологические параметры:

L_m – межклетевое расстояние редуцированного стана, мм;

$Z_{общ}$ – величина коэффициента общего пластического натяжения в стане;

$m_{общ}$ – общее обжатие диаметра трубы от входа до выхода из стана, %;

$D_{н.ст}$ и $S_{н.ст}$ – наружный диаметр и толщина стенки “черновой” трубы после непрерывного стана;

D_{mp} и S_{mp} – наружный диаметр и толщина стенки труб после редуцирования.

Для определения величины коэффициента общего пластического натяжения – параметра, оказывающего определяющее влияние на длины утолщенных концов труб, применялась известная методика [1], но с учетом конкретной калибровки валков и особенностей использования дифференциально-группового привода редуциционного стана ТПА 30-102 [2].

Следует отметить, что указанный выше сравнительный анализ потребовал введения в расчеты ряда условий и ограничений, обусловленных его привязкой к конкретному трубопрокатному агрегату.

Так, например, учитывался тот факт, что в настоящее время нагрев раскромочных трубных заготовок осуществляется в одной кольцевой печи, и именно она определяет возможный темп прокатки (до 4 шт/мин) в условиях ТПА 30-102.

В качестве условия, обеспечивающего достижение максимальной производительности агрегата, принималось построение технологического процесса для получения “черновых” труб после непрерывного стана максимально возможной длины (до 30,0 м). При этом, в качестве ограничительных факторов служили предельная длина гильзы (7500 мм) и деформационные возможности непрерывного стана с учетом длины применяемых цилиндрических оправок (19500 мм). В свою очередь, деформационные возможности непрерывного стана оценивались с помощью разработанных программ расчета распределения вытяжек по клетям стана в зависимости от калибровки валков и настройки рабочих клетей, а также параметров выдвижения оправки из гильзы перед прокаткой, режимов их задачи в первую клетку непрерывного стана.

Величину же расходного коэффициента металла, учитывающего угар металла и технологическую обрезь в потоке, определяем по формуле:

$$PKM = \frac{Q_{заг}}{Q_{заг} \cdot K_{уг} - Q_{см} - Q_{ВПК} - Q_{УЗК} - Q_{ли} - Q_{ост}}, \quad (7)$$

где: $Q_{заг}$ - объем задаваемой в производство трубной заготовки;

$K_{уг}$ - коэффициент угара металла в кольцевой печи. Принимаем $K_{уг} = 0,98$;

$Q_{см}$ - объем металла, соответствующий обрезе смятого заднего конца черновых труб при извлечении оправок;

$Q_{УПК}$ и $Q_{УЗК}$ - объем металла утолщенных переднего и заднего концов редуцированных труб;

$Q_{ли}$ - объем металла, соответствующий обрезки смятых концов редуцированных труб, при их порезке летучими ножницами;

$Q_{ост}$ - объем металла немерного остатка редуцированной трубы.

При определении величины немерного остатка готовой трубы в качестве критерия мерности использовалась длина труб 6000^{+100} мм.

В формулу 7 не входит объем металла остатков трубной заготовки, получаемые при её раскросе. Это связано с тем, что зачастую, особенно при раскросе заготовки с целью получения максимальной производительности агрегата (II вариант) длины остатков нередко превышают 2000 мм, а, следовательно, могут быть использованы для прокатки труб других типоразмеров. Определить такое использование остатков заготовки возможно лишь рассматривая конкретный набор заказов, а не при общем анализе показателей работы ТПА 30-102.

На основании вышеизложенных соображений был выполнен сравнительный анализ влияния различных критериев оптимизации производства труб, прокатываемых на ТПА 30-102, на величины производительности агрегата и технологического расходного коэффициента металла.

Проведенные расчеты в рамках существующего сортамента позволили сделать следующие выводы (табл. 1).

Таблица 1

Пример влияния критериев оптимизации производства на показатели работы ТПА 30-102 при изготовлении труб различного сортамента

№ п/п	Размер труб, мм	Критерии оптимизации					
		Безотходный раскрой заготовки		Максимальная производительность		Прокатка мерных труб	
		Производительность агрегата, т/час	РКМ	Производительность агрегата, т/час	РКМ	Производительность агрегата, т/час	РКМ
1	42×4,0	71,45	1,124	72,41	1,136	69,93	1,101
2	45×4,0	71,45	1,115	72,41	1,127	70,51	1,101
3	50×4,0	66,61	1,156	70,96	1,141	68,50	1,106
4	51×4,0	58,13	1,184	65,15	1,122	64,18	1,107
5	57×4,0	66,61	1,114	69,51	1,156	66,17	1,107
6	60×4,0	66,61	1,165	68,06	1,180	63,31	1,110
7	63,5×4,0	66,61	1,110	66,61	1,109	66,27	1,104
8	70×4,0	58,13	1,109	65,15	1,105	64,89	1,101
9	73×4,0	58,13	1,217	63,69	1,166	59,73	1,103
10	76×4,0	58,13	1,181	63,69	1,132	61,52	1,098

Производительность трубопрокатного агрегата, очевидно, максимальна для II варианта оптимизации производства и средняя её величина превышает этот показатель для I и III вариантов на 5,56% и 3,45% соответственно.

Значительный интерес представляют колебания значений расходного коэффициента металла. Это связано с тем, что в структуре себестоимости труб преобладающее значение имеет стоимость заданного металла на единицу продукции.

Сравнительный анализ показал, что наименьшие значения расходного коэффициента металла соответствует варианту прокатки только мерных труб (III вариант).

В то время, как по I варианту средний РКМ превышает указанный на 4%, а по II варианту – на 3%.

Таким образом, среди всех рассмотренных вариантов оптимизации производства, наиболее предпочтительна организация технологии производства, включая раскрой трубной заготовки, обеспечивающая производство труб мерной длины.

Выводы

Следует отметить, что проведенный анализ показателей работы ТПА 30-102 носит общий характер, и не учитывает наличия конкретных заказов, а также стоимостные характеристики анализируемых параметров. Учет этих обстоятельств в разработанных методиках и программах расчета может потребоваться для более углубленного анализа и принятия обоснованных решений при планировании производства в условиях ТПА 30-102.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология непрерывной безоправочной прокатки труб / Г.И. Гуляев, П.Н. Ившин, И.Н. Ерохин и др. – М.: Металлургия, 1975. – 264 с.
2. Панюшкин Н.Е. Развитие методов расчета деформационно-скоростных режимов горячего редуцирования с натяжением труб повышенной точности: Дис. канд. техн. наук. – Днепропетровск, 2007. – 144 с.