

УДК 621.77

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ НА СТАНЕ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ РЕБРИСТЫХ ТРУБ 28-40

Артём Игоревич Дронов

*Студент 6 курса,
кафедра «Оборудование и технологии прокатки»
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Т.Ю. Комкова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

В настоящее время сохраняется высокий спрос на холодильники и теплообменники. Потребителями данного оборудования являются энергетическая, химическая, нефтеперерабатывающая, судостроительная и другие отрасли промышленности. Исследования показали, что для повышения технологических и эксплуатационных свойств теплообменных аппаратов целесообразно использовать в них ребристые трубы [1].

Ребристые трубы получают методами продольной и поперечно-винтовой прокатки, что позволяет достичь 100% использование металла и очень высокой производительности процесса. Однако трубы с высотой ребра более 1 мм возможно получить только на станах поперечно-винтовой прокатки [1, 2, 3].

Способ реализован на трехвалковом стане поперечно-винтовой прокатки [4].

Для того чтобы обеспечить получение необходимого сортамента труб нужно спроектировать рабочий инструмент, т.е. валок. Прокатные валки в нашем случае, могут иметь кольцевые или винтовые калибры.

Валки с винтовыми калибрами используют для производства труб с кольцевыми ребрами (при прокатке труб с кольцевыми ребрами угол подачи примерно равен углу подъема винтовых калибров валка).

Валки с кольцевыми калибрами используют для изготовления труб со спиральными однозаходными или многозаходными ребрами (оси валков наклонены к оси прокатки на угол, равный углу подъема винтовой поверхности ребер по среднему диаметру прокатываемого профиля). Валки в этом случае изготавливают в виде набора дисков переменного профиля и имеют три участка:

- 1) участок предварительного обжатия заготовки, назначение которого – посадить алюминиевую рубашку на стальной сердечник;
- 2) формирующий участок, на котором постепенно образуется заданный профиль заготовок;
- 3) калибрующий, на котором заготовка получает более точные размеры.

Автором была проработана методика расчета калибровок для ребристых труб с различными коэффициентами оребрения. Приведены данные по геометрическим параметрам дисков. Предложена последовательность их сборки в узел прокатного валка рекомендации по настройке валков на угол разворота и регулировки осевого положения валков.

Исходными данными для проектирования инструмента является диаметр труб, геометрия профиля и число заходов ребер.

Диаметр, толщина стенки трубы и элементы профиля ребер (шаг, высота, толщина), определяющие коэффициент оребрения, выбираются на основании теплотехнических и прочностных расчетов. Заходность ребер обычно выбирается по технологическим соображениям. Наибольший диаметр валков определяется из условия возможности прокатки труб наименьшего диаметра на трехвалковом стане. Это условие приводит к соотношению

$$D_{\text{наиб}} \leq 6,43d_{\text{наим}} - 7,41S, \quad (1)$$

где $D_{наиб}$ – наибольший диаметр валков, мм; $d_{наим}$ – наименьший наружный диаметр прокатываемой трубы, мм; S – радиальный зазор между валками, мм (не менее 1..2 мм).

Толщина дисков должна быть меньше шага ребер на величину от 0,1 до 0,5 мм. Несоответствие шага ребер и толщины дисков происходит из-за упругой деформации последних деформирующих и калибрующих дисков, из-за развалки (отгиба) профиля ребер дисками и осевым истечением металла при выходе трубы из валков, а также из-за наличия угла подачи.

Шаг ребер приближается по величине к толщине дисков при увеличении количества калибрующих дисков.

Формирование ребер, из стенки труб осуществляется за счет радиального и осевого обжатия металла в калибрах. Валки для прокатки ребристых труб имеют заходный конус и цилиндрические участки – формирующий и калибрующий (рис. 1).

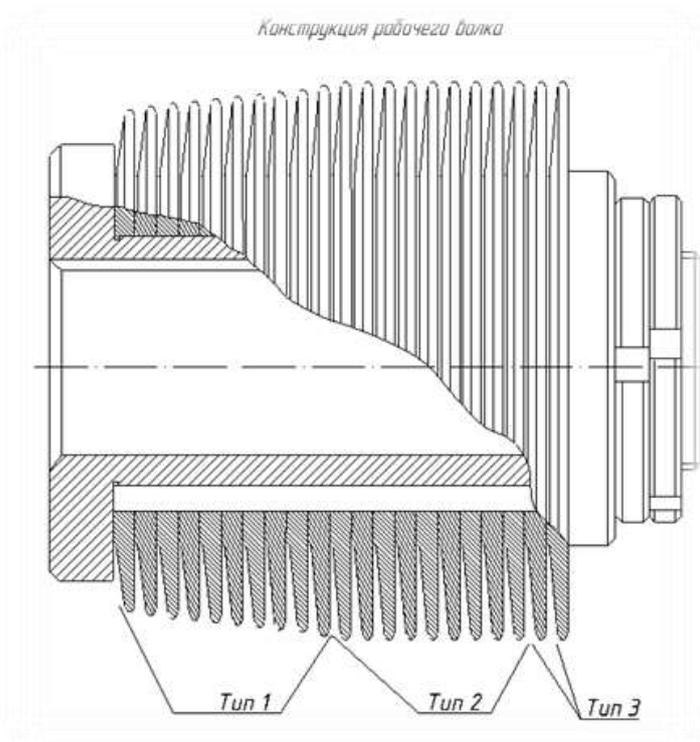


Рис. 1. Конструкция рабочего валка:

Тип I – диски заходного конуса, Тип II – диски калибрующие и формирующие,
Тип III – диск дополнительного обжатия

На заходном конусе происходит, главным образом, радиальное обжатие заготовки с утонением стенки трубы и отделением определенных объемов металла, необходимых для формирования ребер. На цилиндрическом участке происходит вытяжка ребер за счет осевого обжатия металла в калибрах и их окончательное формирование.

Калибрующий участок состоит из 2-х, 3-х дисков с постоянным профилем. В некоторых случаях калибрующий участок составляют из дисков с постепенным утонением профиля и уменьшением диаметра, чем достигается уменьшение неуравновешенного осевого давления на последние деформирующие диски, действующего во время прокатки.

Фактические величины частных обжатий в калибрах определяют геометрию дисков, порядок их комплектации (сборки) и схему настройки валков.

Валками с кольцевыми калибрами обычно прокатывают трубы с однозаходным, двух или трех заходным обребрением.

При прокатке однозаходного оребрения валки устанавливают с осевым смещением друг относительно друга на $1/3$ шага ребер, при двухзаходном оребрении величина осевого смещения равна $2/3$ шага ребер и наконец при трехзаходном оребрении – все три валка устанавливают без осевого смещения.

При осевой настройке один из валков (обычно валок № 1 согласно комплектации дисков) закрепляют неподвижно, предварительно развернув его на заданный угол подачи, а два других устанавливают со смещением относительно неподвижного валка при помощи установочных винтов.

При угловой настройке оси всех валков должна быть наклонена к оси прокатки на одинаковый угол подачи. Угол подачи вычисляется по формуле:

$$\alpha \cong \frac{57,3 * t * k}{\pi * d_{заг}}, \quad (2)$$

где t – шаг ребер или толщина дисков, мм; k – число заходов ребер; $d_{заг}$ – диаметр заготовки, мм.

Угловую и осевую настройку обычно проверяют по сравнению следов инструмента на заготовке при ее обкатке валками с небольшим обжатием.

Для проверки настройки заготовку зажимают между валками и поворачивают их вручную на $1/3$ оборота заготовки.

При точной настройке концы следов от первого валка должны совпасть с началами следов от второго валка, концы следов от второго валка должны совпасть с началами следов от третьего валка, а концы следов третьего валка – с началами следов первого.

Радиальная настройка валков заключается в сведении их на размер, соответствующий диаметру трубы по основанию ребер. Эта настройка производится путем сведения валков до соприкосновения с оправкой заданного диаметра винтом.

Калибровка валков с переменной «конструктивной» точкой даст возможность увеличить прочность рабочей части инструмента при некотором ограничении радиально-тангенциального истечения металла в калибрах. Калибровку валков с односторонним несимметричным обжатием применяют с целью упрощения изготовления при необходимости некоторого увеличения шага ребер и при сравнительно малых углах подъема винтовых ребер.

На выбор схемы обжатий влияют также технологичность конструкции и удобство эксплуатации инструмента.

При изготовлении дискового инструмента практически можно осуществить любую из рассмотренных схем обжатий.

Таким образом, при проектировании рабочего инструмента в зависимости от требований к готовому изделию следует выбирать один из предложенных способов калибровки, который может обеспечить не только заданный профиль готового изделия, но и повлиять на прочностные характеристики оребренной трубы.

Литература

1. А.С. 893358 СССР. Инструмент для прокатки цилиндрических изделий с продольными ребрами / Носаль В.В., Соколова О.В. // Б.И. 48. 1982.
2. Соколова О.В., Комкова Т.Ю. Современный способ производства точных заготовок для колец подшипников // Производство проката. 2013. № 3. С. 23-24.
3. Соколова О.В., Комкова Т.Ю. Способ и оборудование для производства многорезерных труб // Производство проката. 2013. №1. С. 20-22.
4. А.С. 1031609 СССР. Устройство для поперечно-винтовой прокатки ребристых труб / Бунеев Б.Г., Юрова Б.И. // Б.И.28.1983.