

УДК 621.774

Матыко О.К., Фартушный Р.Н., Мульчин В.В., Романцев Б.А.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОШИВКИ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ МАРОК СТАЛИ НА ТПА С ПИЛИГРИМОВЫМ СТАНОМ

Представлены результаты экспериментального исследования процесса прошивки непрерывнолитых заготовок в условиях ОАО «ТАГМЕТ». Разработан режим прошивки, позволяющий получать высококачественные трубы из легированных марок стали.

Наведені результати досліджень процесу прошивки безперервнолитих заготовок в умовах ВАТ «ТагМет». Розроблений режим прошивки, що дозволяє отримувати високоякісні труби з легованих марок сталей.

In this article the results of experimental investigation of the piercing process of the continuous cast billets in the conditions of Taganrog Metallurgical Works are represented. The mode of piercing allowing to produce high-quality pipes out of the alloyed steel grades has been developed.

### Введение

На ТПА с пилигримовыми станами производство труб ведут по следующей технологической схеме. Заготовки нагреваются в нагревательных печах, далее производится прошивка заготовок в гильзу на прошивном стане винтовой прокатки и затем раскатка гильз в трубную заготовку на пилигримовом стане с последующим редуцированием в редуционном стане. Угол подачи при прошивке ограничен 4 градусами, что связано с конструкцией прошивного стана. Калибровка валков прошивного стана и его настройка оптимизированы для прошивки слитков из углеродистых сталей, степень деформации перед носком оправки составляет 11-12%, степень деформации в переходе составляет 14,5%.

**Проблема.** Однако при прокатке легированных марок сталей при обжати перед носком оправки 5% и более в центральной части заготовки наблюдается образование мелких трещин располагающихся по границам зерен; при обжати 8-10% эти трещины переходят в видимые макротрещины, а при 12-15% они превращаются в полость с рваной поверхностью. Величина зоны разрушения металла находится в пределах 0,2-0,25 от диаметра прошиваемой заготовки (рисунок 1а).

Очевидно, что при таких настройках прошивного стана перед носком оправки образовывается полость. Дефекты поверхности этой

полости частично завариваются и частично окисляются попавшим в полость кислородом и затем прикатываются оправкой прошивного стана к внутренней поверхности гильзы, превращаясь в грубые плены (рисунок 1б).



Рисунок 1 – Образование внутренней полости при прошивке слитков (а) и дефект в виде внутренней плены (б)

Анализ температурных и деформационно-скоростных условий [1] показал, что процесс прошивки на ТПА протекает в условиях интенсивного скольжения металла относительно рабочей поверхности оправки и сопровождается значительным разогревом деформируемого металла. Например, при прошивке заготовок диаметром 340 мм из стали марки 20 в гильзу размерами  $DЧС = 315 \times 70$  мм был зафиксирован разогрев внутренних слоев металла на  $60 - 80$  °С (рисунок 2) температура внутренней поверхности гильзы составила примерно  $1250 - 1260$  °С. Это способствует частичной сварке давлением дефектов на внутренней поверхности гильзы, образовавшихся в полости перед носком оправки.

Производственные данные свидетельствуют о том, что при производстве труб из легированных марок стали образуется значительно большее количество плен на внутренней поверхности труб и очевидно это связано с тем, что заваривается меньшее количество дефектов на внутренней поверхности гильзы в процессе обжатия металла на оправке. Свариваемость этих дефектов зависит от углеродного эквивалента стали  $C_{э\text{кв}}$  [2], который в свою очередь зависит от химического состава стали (символами химических элементов показана их массовая доля в процентах):

$$C_{э\text{кв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + B.$$

С увеличением в стали содержания легирующих элементов и углерода, количество окисленных дефектов возрастает, впоследствии после раскатки на пилигримовом стане и при последующем редуцировании на внутренней поверхности труб вскрываются дефекты в ви-

де грубых плен. Статистический анализ качества труб из различных марок стали показал очевидную зависимость процента отбраковки труб по внутренним пленам от углеродного эквивалента (рисунок 3).

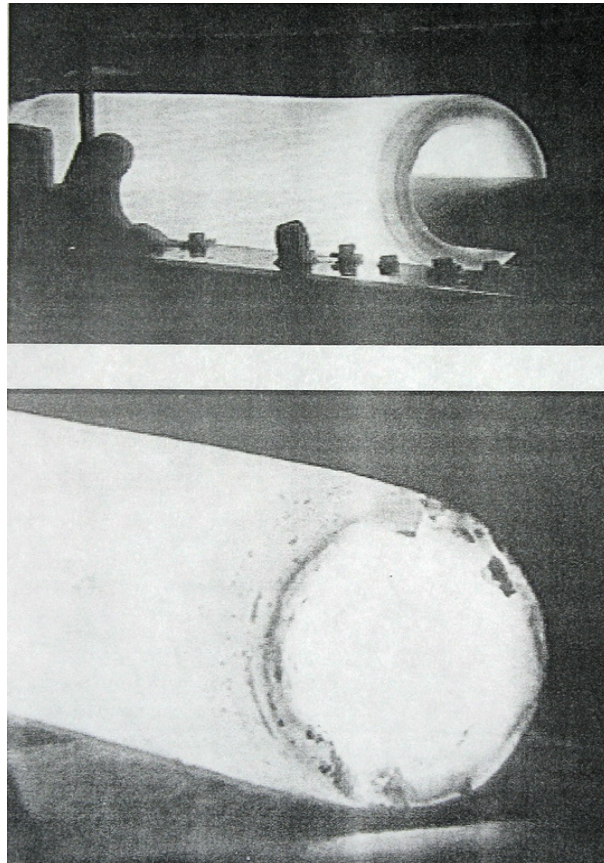


Рисунок 2 – Термограмма гильзы в процессе прошивки, температура внутренней поверхности ~ 1250 – 1260 °С, наружной ~ 1150 – 1200 °С

**Результаты исследований.** По опыту прокатки труб на ОАО «Тагмет», для снижения пленообразования в очаге деформации были созданы определенные условия для сварки дефектов с учетом повышения температуры металла в очаге деформации и проведена выплавка стали с минимально возможным углеродным коэффициентом. Это было также подтверждено при производстве труб из сталей марок 25ХГМА и 25ХГМФА.

Экспериментальной прокатке подвергали заготовки из стали марки 25ХГМФА трех плавков, химический состав которых соответствовал требованиям стандарта.

Для проверки этого предположения в ходе освоения производства было принято решение провести анализ условий прокатки непрерывнолитых заготовок трех плавков, при этом каждая плавка была разделена на две части.

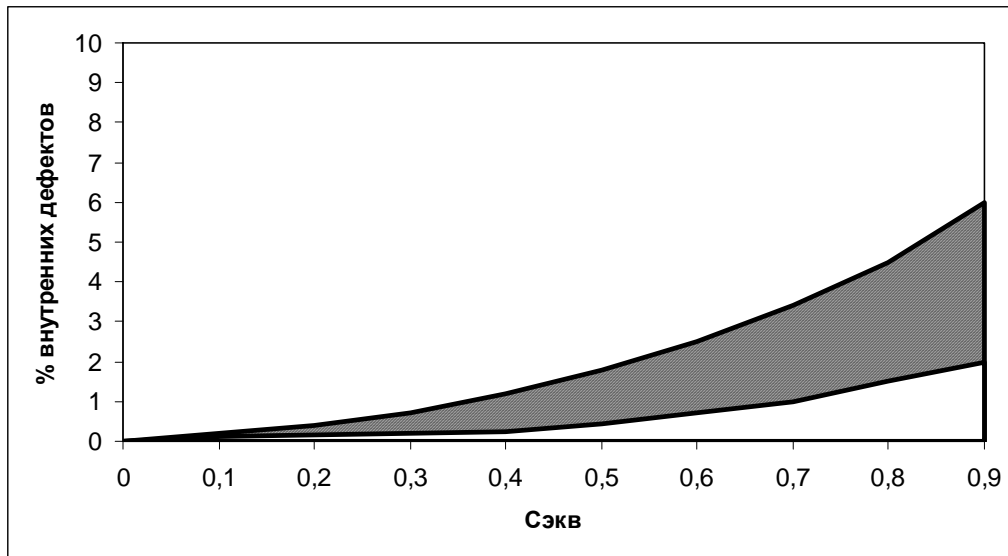


Рисунок 3 – Залежність кількості дефектів на внутрішній поверхності труб від углеродного еквівалента сталі

При прокатке першої опытної плавки використовували настройки прошивного стана, передбачені цехової технологічної інструкцією, при прокатке другої плавки було вирішено змінити температуру прошивки заготовок, а при прокатке третьої плавки змінити і параметри настройки прошивного стана.

Нагрєв непереривнолитих заготовок виробляли в відповідності з вимогами нормативно-технічної документації.

При прокатке плавков перших двох плавков використовували наступні значення параметрів настройки прошивного стана:

- відстань між валками 340 мм;
- відстань між лінійками 360 мм;
- вивдвигнення оправки за пережим 90 мм;
- температура прошивки складала 1180-1190°C;
- ступєнь деформації перед носком оправки 11,8%;
- ступєнь деформації в пережимі 14,5%;
- коефіцієнт овалізації 1,067.

Очаг деформації з дієвими по таблиці прокатки настройками представлений на рисунку 4. При даних настройках прошивного стана метал в очагє деформації соприкасається з валком по всєй поверхності, довжина участка первичного захвату складає 390 мм. Велика протяженність очага деформації до носка оправки обумовлює підвищені нагрузки на двигатєль головного привода при прошивці, а значительна величина ступєні деформації перед носком оправки приводить до відкриттю внутрішньої порожнини перед носком оправки, що сприяє підвищенню формуванню плен на внут-

ренней поверхности труб. При этих настройках прошивного стана количество труб отбракованных по внутренним пленам достигало максимальных значений.

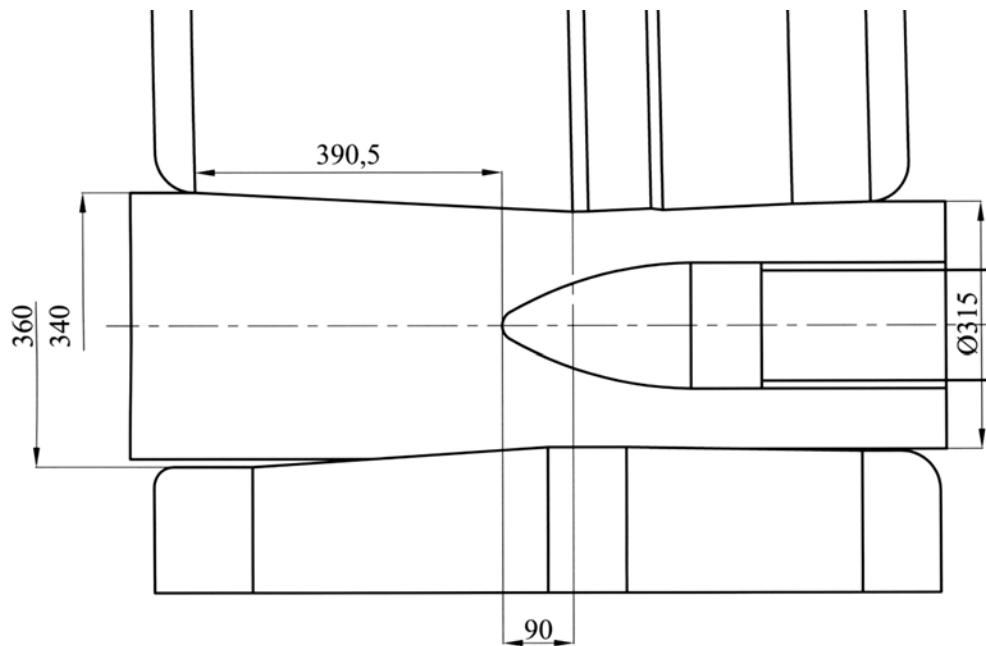


Рисунок 4 - Очаг деформации с действующими по таблице прокатки параметрами настройки прошивного стана

В связи с неудовлетворительным качеством труб, полученных прокаткой по существующей таблице прокатки, было решено изменить параметры настройки прошивного стана.

Заготовки из третьей плавки подвергали прошивке при следующих параметрах настройки стана:

- выдвигание носка оправки за пережим - 110 мм;
- расстояние между валками - 350 мм;
- расстояние между линейками - 365 мм;
- температура прошивки - 1180-1190<sup>0</sup>С.

Очаг деформации с новыми настройками представлен на рисунке 5. С данными параметрами настройки прошивного стана, протяженность очага деформации до носка оправки уменьшается до 273 мм, что приводит к снижению нагрузки на двигатель, уменьшению степени деформации в сечении носка оправки до 8,2% и в пережиме валков до 11,5%. Такие деформационные условия способствуют снижению вероятности образования внутренней полости перед носком оправки, и тем самым уменьшению внутреннего пленообразования. Увеличенное расстояние между линейками повышает коэффициент

овализации очага деформации и тем самым снижает вероятность заката оправки в гильзу.

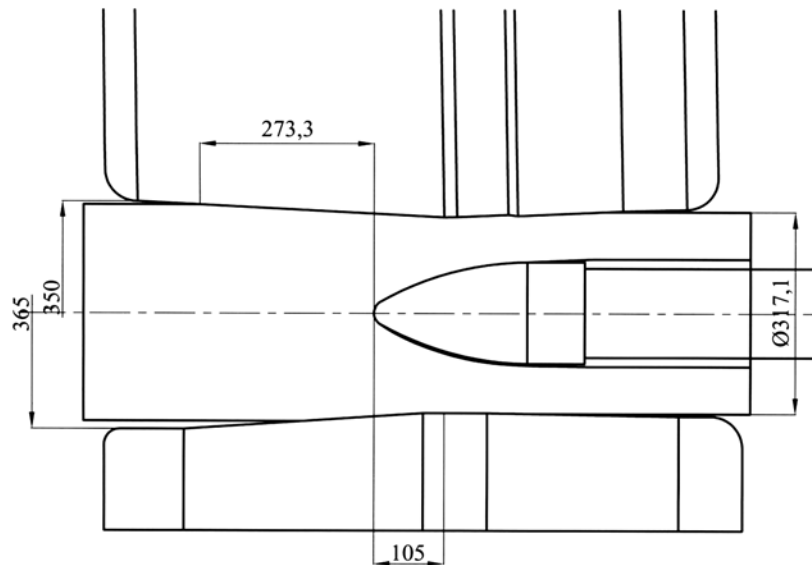


Рисунок 5 - Очаг деформации с рекомендуемыми параметрами настройки прошивного стана

В связи с конструктивными особенностями выходной стороны существующего прошивного стана, носок оправки был выдвинут за пережим валком на 105 мм. Температура прошивки гильз составила 1180-1190<sup>0</sup>С, при этом токовая нагрузка на двигатель главного привода составила 4,6 кА и превышала допустимую (допустимая нагрузка 4,5 кА).

С целью уменьшения нагрузки на двигатель, было решено повысить температуру прошивки гильз до 1190-1210<sup>0</sup>С и изменить настройку прошивного стана:

- расстояние между валками 345 мм;
- расстояние между линейками 360 мм;
- выдвижение носка оправки за пережим 105 мм;
- температура прошивки составила 1190-1200<sup>0</sup>С;
- степень деформации перед носком оправки 8,2%;
- степень деформации в пережиме 11,5%;
- коэффициент овализации 1,05.

Была проведена прошивка трех гильз, при этом нагрузка на двигатель составила 4,1-4,3 кА, гильзы получились с повышенной кривизной, процесс прошивки проходил неустойчиво. Для повышения устойчивости процесса расстояние между валками уменьшили до 341 мм, расстояние между линейками уменьшили до 356 мм. Нагрузка на двигатель составила 4,5 кА. После увеличения температуры

прошивки гильз до значения 1200-1210<sup>0</sup>С нагрузка снизилась до величины 4,2-4,4 кА.

После повышения температуры прошивки до 1200<sup>0</sup>С восстановили настройку прошивного стана, с которой начинали эксперимент и продолжали прошивку гильз остальных заготовок. Нагрузка на двигатель составляла 4,0-4,3 кА.

Раскатку гильз проводили в соответствии с требованиями таблиц прокатки стальных бесшовных труб из непрерывнолитой заготовки. Нагрев трубных заготовок перед редуцированием и их редуцирование производили в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. На участке ремонта все трубы были подвергнуты визуальному контролю качества наружной и внутренней поверхности, прямолинейности труб, контролю геометрических размеров.

#### **Выводы**

Из данных по качеству прокатанных труб из стали марки 25ХГМФА видно, что при прошивке гильз с экспериментальными настройками прошивного стана и последующей их раскатке и редуцировании количество плен на внутренней поверхности труб уменьшилось на 9,8-32,3%. Выход годной продукции вырос на 6,8-28,6%.

Таким образом, изменение температурно-деформационных условий на прошивном стане привело к существенному улучшению качества труб. Разработанные экспериментальные режимы рекомендованы к использованию при производстве труб из легированных марок сталей на ТПА с пилигримовым станом.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Фартушный Н.И., Гончарук А.В., Алексеев П.Л. Распределение температуры при прокатке труб на ТПА с пильгер-станом // Производство проката. - 2007.- №3.- С.29-31.
2. Сварка и свариваемые материалы: В 3х т., т. I, Свариваемость материалов. Справ. Изд./ Под ред. Э.Л.Макарова – М.: Металлургия, 1991, с. 528.