

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ КАЛИБРОВ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ РЕДУКЦИОННО-РАСТЯЖНОГО СТАНА НА ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЕ

М. В. Оборов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Верещагин

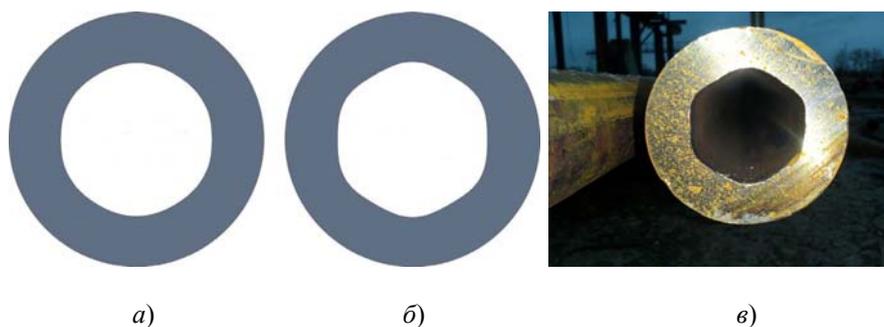
В настоящее время бесшовные трубы являются одним из основных элементов, применяемых в самых различных отраслях промышленности. Горячекатаные бесшовные трубы находят свое применение в машиностроении, нефтегазодобывающей сфере промышленности, строительстве, коммунальном хозяйстве.

Третий основной шаг производства бесшовных труб в трубопрокатном производстве представляет собой прокатку черновой трубы на редуционно-растяжном стане (стан РРС).

В стане РРС черновая труба проходит через прокатную линию, на которой в направлении подачи трубы может располагаться до 28 прокатных клетей. В каждой прокатной клети установлено 3 валька. При прокатке изменяется толщина стенки и диаметр трубы за счет изменения калибров каждой клети и создаваемого натяжения между ними. Вальки клетей приводятся в движение дифференциально-групповым приводом.

В процессе производства труб на данном стане большой проблемой являются такие виды дефектов как граненность, разностенность, ужим.

В данной работе рассмотрим подробнее внутреннюю граненность (рис. 1). Образование дефекта вызвано неравномерностью уменьшения диаметра вдоль периметра трубы. На трехвалковых станах граненность представлена в форме шестигранника, появление которого в значительной степени возрастает при прокатке толстостенных труб с отношением толщины стенки к наружному диаметру $S/D \geq 0,2$.



*Рис. 1. Внешний вид дефекта «граненность»:
а – дефект, входящий в поле допуска; б – дефект, выходящий
из поля допуска; в – реальное изображение дефекта*

Выявление оптимальной геометрии калибров прокатных валков, способной минимизировать образование внутренней граненности на толстостенных трубах, позволит расширить выпускаемый сортамент.

Так как экспериментальное определение оптимальных параметров при действующем производстве в промышленных условиях связано с большими затратами, для исследования был выбран метод численного моделирования.

В качестве исходных данных была выбрана труба $88,9 \times 25$ ($S/D = 0,28$) из марки стали 41Cr4 (аналог стали 40X) по DIN EN 10297-1. Температура трубы на входе на стан – $980 \text{ }^\circ\text{C}$; скорость – 1 м/с .

Были рассчитаны 4 калибровки с экспериментальной нарезкой валков (рис. 2), для каждой построена трехмерная модель и при равных начальных условиях смоделирован процесс прокатки.

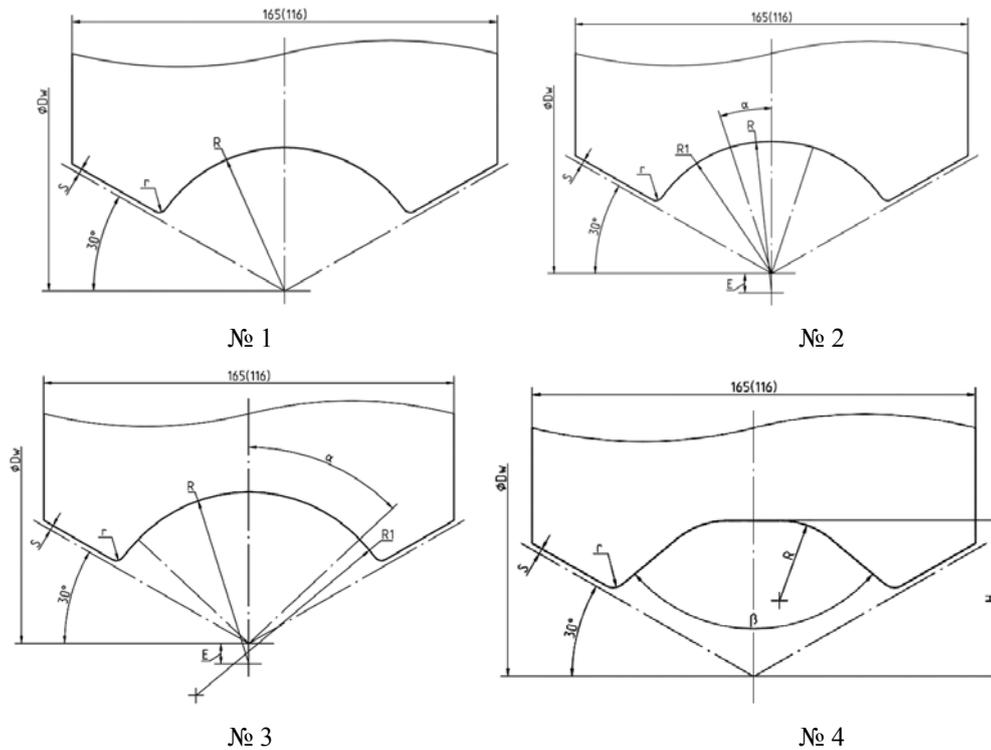


Рис. 2. Экспериментальная нарезка валков

На начальном этапе моделирования при прохождении заготовки через группу черновых и начала базовых клетей на нарезке № 4 были выявлены чрезмерные нагрузки на валки, неполное заполнение калибра металлом и образование ярко-выраженной граненности (рис. 3).

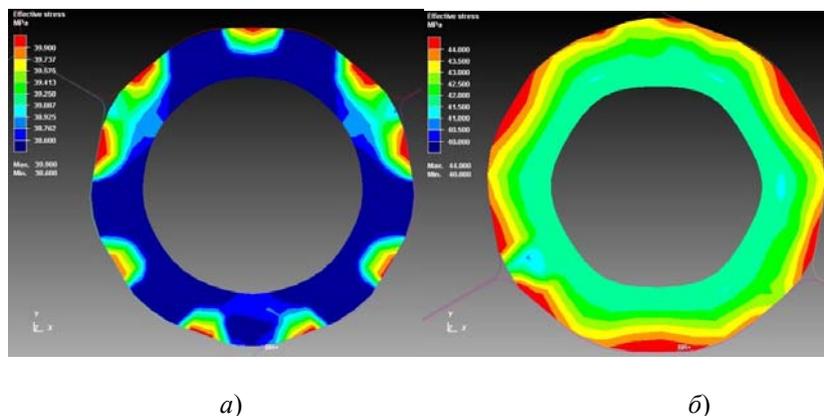


Рис. 3. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 4):
а – в первой клет; б – в шестой клет

Результат моделирования прокатки на нарезке № 1 в черновой группе клетей показал приемлемый по напряжениям и геометрии результат. Однако уже в базовых клетях произошло переполнение калибра и образование внутренней граненности (рис. 4).

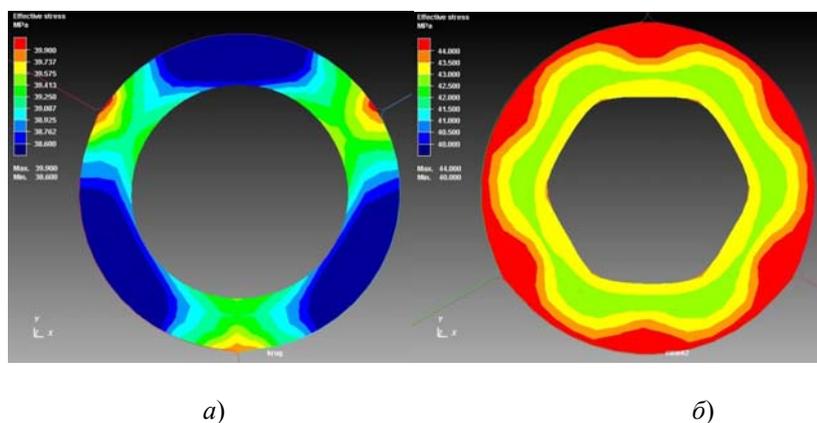


Рис. 4. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 1):
а – в первой клет; б – в шестой клет

Результат моделирования прокатки на нарезке № 2 (рис. 5) в черновой группе клетей выявил более равномерное распределение напряжений по сравнению с нарезкой № 1, в базовых клетях наблюдалось заметное улучшение геометрии и отсутствие образования внутренних дефектов, но в выпусках калибра произошло защемление металла (ограничение уширения).

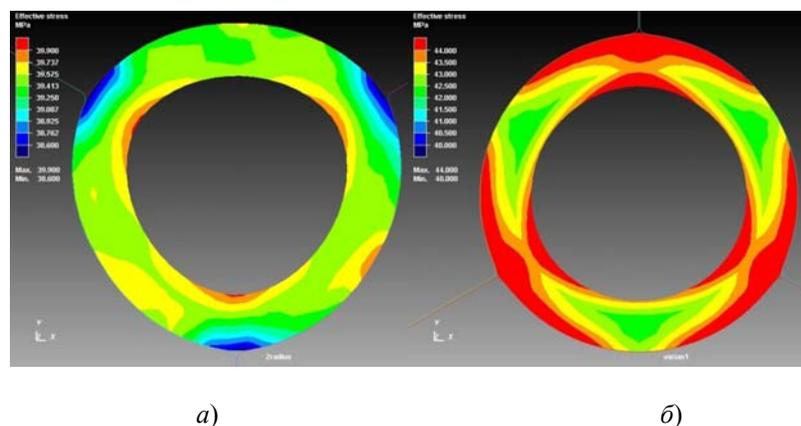


Рис. 5. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 2):
а – в первой клет; б – в четвертой клет

Моделирования прокатки на нарезке № 3 (рис. 6) оказалось успешным. Отсутствовало переполнение калибра, внутренняя граненность, напряжения были распределены равномерно по всему объему.

Нарезка № 2 – круглый калибр с выпусками по радиусу и углом сопряжения радиуса по дну и выпуска $\alpha = 78^\circ$.

Степень стесненности калибра № 2 зависит от отношения его осей, калибра № 4 – от отношения осей калибра и величины угла выпуска, калибра № 3 – только от величины угла выпуска и не зависит от соотношения его осей.

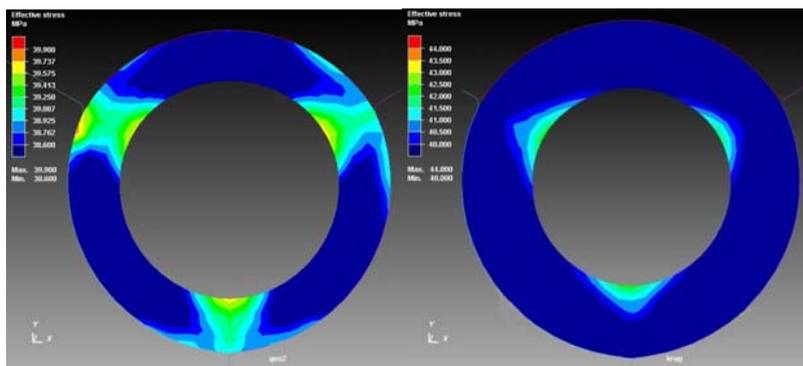


Рис. 6. Радиальное сечение очага деформации (нарезка № 3):
а – в первой клетки; б – в четвертой клетки

При всех употребительных соотношениях осей калибр № 1 оказывается более тесным. Следовательно, при прокатке в круглом калибре с выпусками по дуге окружности неравномерность деформации металла будет меньше, чем при прокатке в овальном калибре с тем же соотношением осей.

Таким образом, построенные численные модели позволили определить факторы, влияющие на образование внутренней граненности толстостенных труб. Данные зависимости позволят в значительной мере расширить выпускаемый сортамент трубной продукции.