

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РАСКАТКИ ГИЛЬЗ НА ТРЕХВАЛКОВОМ НЕПРЕРЫВНОМ СТАНЕ

М. В. Петренко

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

Научные руководители: Ю. Л. Бобарикин, Я. И. Радькин

На сегодняшний день бесшовные трубы являются одним из основных элементов, применяемых в самых различных отраслях промышленности. Горячекатаные бесшовные трубы широко применяются в нефтегазовой промышленности и машиностроении.

Основным этапом получения стальных бесшовных труб в трубопрокатном производстве является получение черновой трубы раскаткой гильзы на раскатном стане. Раскатка осуществляется деформацией стенки трубы между оправкой и прокатными валками в нескольких прокатных клетях, обеспечивающее равномерное обжатие

стенки трубы. Перед подачей заготовки в валки в нее вводится длинная цилиндрическая оправка, которая движется в очаге деформации вместе с заготовкой. Диаметр оправки определяет внутренний диаметр трубы, а последовательно расположенные круглые калибры, уменьшающиеся в размерах по ходу прокатки, обеспечивают получение необходимого наружного диаметра.

Основной проблемой этого процесса остается неравномерный износ калибров валков раскатного стана, снижающий эффективность производства.

Цель работы – определить оптимальные геометрические и деформационные параметры раскатного стана, что позволит добиться более равномерного распределения нагрузки между клетями.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

1. Разработать численную модель процесса раскатки, позволяющую определять деформационные и силовые параметры процесса раскатки.

2. Разработать методику расчета геометрических параметров рабочей части валков непрерывного раскатного стана.

3. Определить оптимальные деформационные и геометрические параметры трехвалкового непрерывного раскатного стана, повышающие равномерность износа валков.

В данной работе исследуется технологический процесс раскатки гильзы на трехвалковом пятиклетевом стане PQF.

Процесс PQF основан на принципе непрерывной прокатки с особенностью придания оправке определенной скорости плавания при прокатке, что и является отличием от традиционного непрерывного прокатного стана, в котором скорость плавания оправки свободна и не регулируется.

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

Была построена численная модель процесса раскатки, которая позволяет определять значения напряжений, деформаций и температурных параметров в очаге деформации, а также силовые параметры, действующие на инструмент, прокатные валки.

Адекватность численной модели доказана сравнением расчетных и фактических значений силовых и геометрических параметров прокатки (рис. 1). Хорошее согласование итоговых значений средней нагрузки на валки указывает на корректность расчета всех других параметров раскатки.

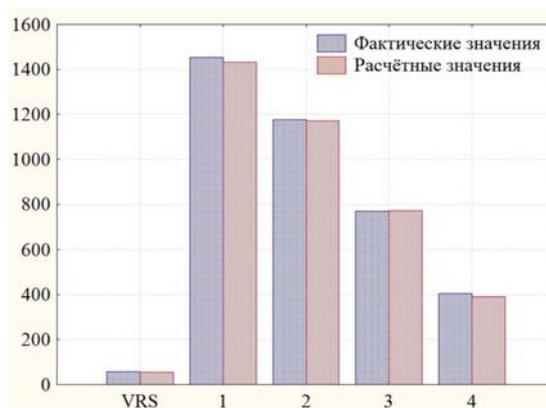


Рис. 1. Сравнение фактических и расчетных значений параметров прокатки

Исходя из данных, представленных на гистограмме на рис. 1, можно увидеть, что наиболее нагруженная клеть № 1. Именно она в процессе эксплуатации подвергается наибольшему износу. Необходимо, чтобы нагрузка на валки была более равномерно распределена между клетями, что и приведет к более равномерному износу валков. Для этого необходимо оптимизировать их деформационные параметры путем изменения зазоров между валками.

На базе кафедры «МиЛП» разработана аналитическая методика расчета геометрических, силовых и скоростных параметров процесса раскатки на стане PQF.

Данная методика включает расчеты:

- расчет деформационных параметров;
- определение размеров калибров;
- расчет скоростных режимов прокатки и коэффициентов контактного трения;
- расчет параметров очага деформации;
- расчет давления, усилия, момента и мощности прокатки.

На основе полученного алгоритма расчета на кафедре «МиЛП» разрабатывается программный продукт для расчета калибровки и определения силовых, скоростных и деформационных параметров процесса раскатки на трехвалковом непрерывном раскатном стане (рис. 2).

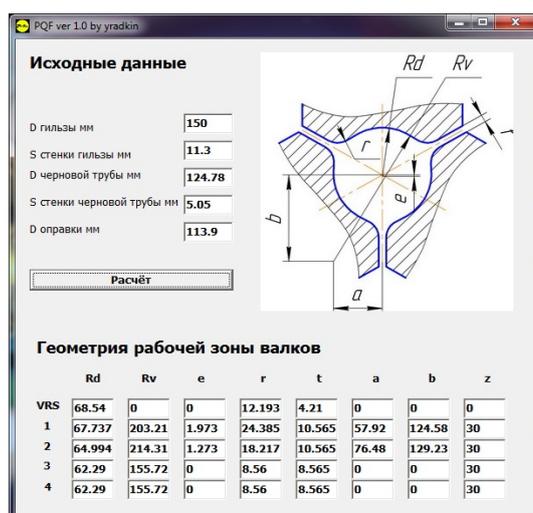


Рис. 2. Интерфейс программного продукта

По разработанной методике были рассчитаны новые геометрические параметры калибров валков при одинаковом межвалковом зазоре для базовой и новой калибровки.

Результаты расчетов геометрических параметров калибров сведены в таблицу. В ней также представлено сравнение калибровки, полученной в результате аналитического расчета и базовой калибровки, применяемой на действующем раскатном стане PQF.

Сравнение геометрических параметров расчетной и действующей калибровки стана PQF для заготовок диаметром 140 мм

| Параметр | Номер клетки | | | | | | | |
|-----------|--------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|
| | VRS | | 1 | | 2 | | 3, 4 | |
| | Базовая | Расчетная | Базовая | Расчетная | Базовая | Расчетная | Базовая | Расчетная |
| Rd , мм | 76,17 | 68,54 | 65,85 | 67,737 | 63,95 | 64,944 | 62,5 | 62,29 |
| Rv , мм | 0 | 0 | 197,55 | 203,211 | 211,05 | 214,31 | 156,25 | 155,72 |
| e , мм | 4,17 | 0 | 2 | 1,973 | 1,35 | 1,273 | 0 | 0 |
| r , мм | 8 | 12,193 | 23,5 | 24,385 | 16,9 | 18,217 | 8 | 8,565 |
| t , мм | 3 | 0 | 10 | 10,56 | 10 | 10,56 | 8 | 8,56 |
| a , мм | 0 | 0 | 64,11 | 57,92 | 72,201 | 76,48 | 46,875 | 76,28 |
| b , мм | 0 | 0 | 117,04 | 124,58 | 129,51 | 129,23 | 81,19 | 80,33 |

После чего был произведен анализ сравнения усилий, действующих на клетки базовой и расчетной калибровки, а также процесса раскатки с базовой калибровкой, но с измененными зазорами, показавшими наилучший результат (рис. 3).

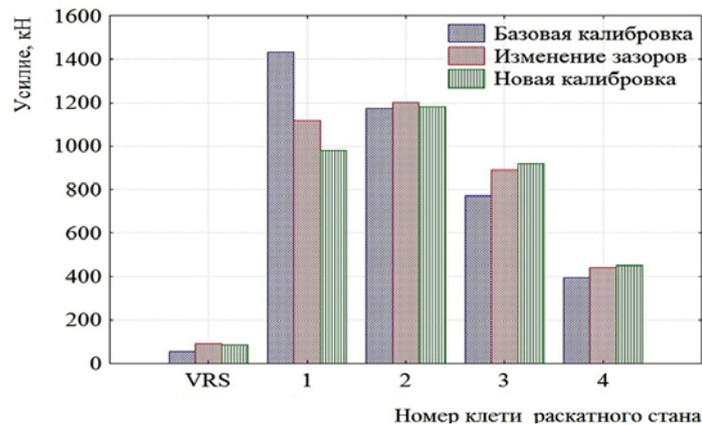


Рис. 3. Сравнение результатов численного моделирования

Как видно из представленного графика, нагрузка, действующая на первую наиболее нагруженную клетку, снизилась, и наблюдается более равномерное распределение нагрузок между остальными клетками, что должно привести к увеличению их стойкости.

Таким образом, использование современных численных методов построения адекватных численных моделей технологических процессов, а также современные вычислительные технологии позволяют значительно сокращать затраты и время на разработку и внедрение новых технологий, так как дают возможность обходиться без натуральных экспериментов на начальных этапах проектирования.

В данной работе были получены следующие результаты:

1. Разработана адекватная численная модель процесса раскатки черновых труб.
2. Определены оптимальные деформационные и геометрические параметры непрерывного раскатного стана PQF, повышающие равномерность износа валков.