

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАСКАТКИ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУБОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Я. И. Радькин

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин, канд. техн. наук, доц.

Одной из главных задач, стоящих перед трубной промышленностью, является сокращение производственных издержек при обеспечении высокого качества выпускаемой продукции.

Современное трубное производство отличается большим разнообразием высокоэффективных способов изготовления продукции, среди которых определяющее значение имеют способы обработки металлов давлением. Наибольшее распространение при изготовлении труб получили горячая и холодная прокатка, прессование, волочение, сварка. Выбор технологических схем и способов обработки определяется физическими свойствами обрабатываемого металла, требуемым качеством и размерами изделия, экономичностью производства, рациональной загрузкой существующего оборудования.

Весь технологический процесс производства стальных бесшовных труб можно разделить на три основных этапа: получение полой заготовки (гильзы) обычно производится прошивкой заготовок на станах винтовой прокатки, затем следует этап раскатки гильзы в черновую трубу, чаще всего на двух или трехвалковых непрерывных станах, после чего производится окончательное формирование стенки и диаметра трубы на калибровочных, или как их называют, редуцированных станах продольной прокатки.

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

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

Стан состоит из одной клетки обжатия полых заготовок VRS с тремя валками и группы из четырех прокатных клеток, работающих на оправке. Прокатные клетки, все с приводами, установлены попеременно, с осью валков, наклоненной на 45° к горизонтальной оси.

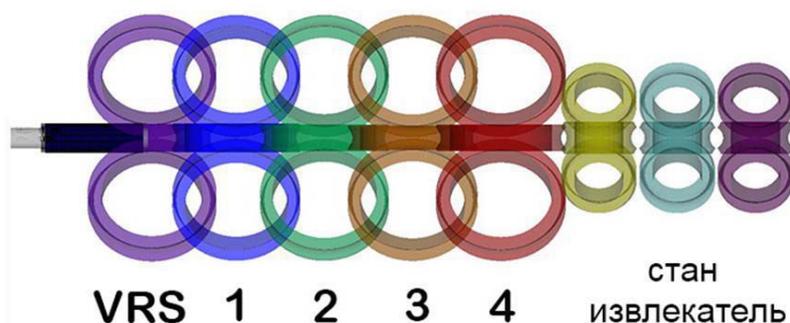


Рис. 1. Схема стана PQF

При прохождении через каждую клеть происходит уменьшение наружного диаметра и толщины вследствие комбинированного действия прокатных валков и оправки.

Основной проблемой при этом процессе является интенсивный износ первой клетки, так как она подвергается наибольшим нагрузкам. Необходимо добиться более равномерного распределения нагрузки между клетями, что должно привести к их более равномерному износу. Для решения этой проблемы необходимо определить оптимальные геометрические параметры процесса раскатки на непрерывном трех-валковом стане, т. е. определить оптимальный профиль нарезки прокатных валков. Полученная нарезка должна способствовать увеличению стойкости валков и снижению износа инструмента в процессе раскатки.

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 непрерывного раскатного стана PQF, повышающие равномерность износа валков.

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. 2). Хорошее согласование итоговых значений средней нагрузки на валки указывает на корректность расчета всех других параметров раскатки.

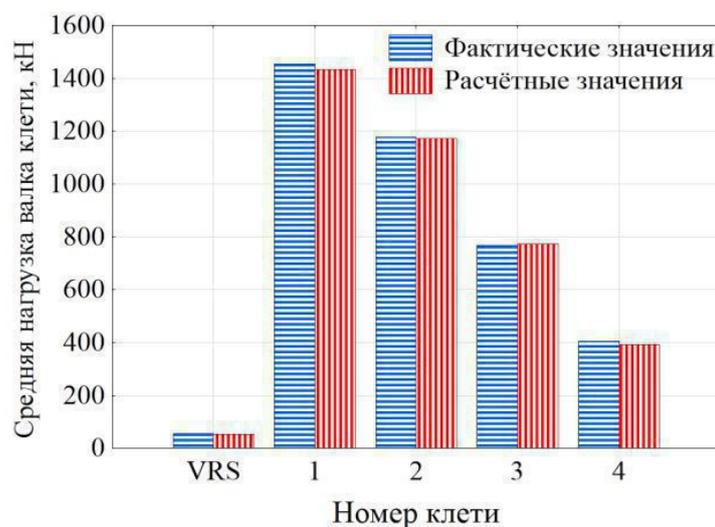


Рис. 2. График сравнения фактических и расчетных значений усилий на валки

Для определения более оптимальных деформационных параметров непрерывного раскатного стана PQF был проведен ряд численных экспериментов, отличающихся величиной зазоров между валками. Путем изменения настроечных зазоров между валками стана в виртуальном эксперименте была определена калибровка раскатного стана, позволяющая снизить нагрузку на первой клетки с 1454 до 1117 кН и более равномерно распределить нагрузку между клетями.

Однако при изменении зазора между валками и оправкой меняется распределение металла по калибру, что может приводить к местному износу рабочей части валков. По этой причине нецелесообразно производить настройку стана, только лишь варьируя величину зазора, необходимо менять и нарезку калибров.

На базе кафедры «Металлургия и литейное производство» ГГТУ им. П. О. Сухого была разработана методика расчета нарезки валков. На основе полученного алгоритма расчета разработан программный продукт для расчета калибровки и определения силовых, скоростных и деформационных параметров процесса раскатки на трехвалковом непрерывном раскатном стане.

Методика расчета была использована для построения калибров для получения бесшовных горячекатаных труб, после чего были проведен численный эксперимент процесса раскатки с калибровкой, полученной новой аналитической методикой.

После чего был произведен анализ сравнения усилий, действующих на клетки базовой и расчетной калибровки. Усилие, действующее на клетки с новой нарезкой в первых двух клетях, снижается. Кроме того, нагрузка распределяется более равномерно, что позволяет происходить более равномерному износу валков и, как следствие – повышению стойкости прокатного инструмента.

В данной работе были получены следующие результаты:

1. Впервые разработана адекватная численная модель процесса раскатки черновых труб, которая позволяет определить значения напряжений, деформаций и температурных параметров, действующих на гильзу и инструмент.
2. Определены оптимальные деформационные параметры непрерывного раскатного стана PQF, повышающие равномерность износа валков.
3. Разработана методика расчета геометрических параметров рабочей части валков непрерывного раскатного стана.
4. На основе полученного алгоритма расчета разработан программный продукт для расчета калибровки валков.

Практическая значимость полученных результатов:

1. Разработанная численная модель процесса раскатки может быть использована для определения оптимальных настроечных параметров трехвалкового пятиклетьевого стана PQF и позволит сократить затраты и время на этапе настройки и оптимизации процесса.
2. Разработанная методика расчета геометрических параметров нарезки валков раскатного стана позволяет сократить время на этапе проектирования калибров для трехвалковых станов.

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 позволяют обходиться без натуральных экспериментов на начальных этапах проектирования.