

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента на диссертацию Болобановой Н.Л.  
«Развитие методов моделирования профилировок  
и упругих деформаций валков листовых станов с целью  
совершенствования технологии прокатки широких полос»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 05.16.05 Обработка металлов давлением

### **Актуальность темы диссертации.**

Диссертационная работа Болобановой Н.Л. посвящена решению актуальной научно-технической задачи - развитию методов моделирования упругих деформаций валков листопрокатных станов, в том числе шестивалковых прокатных клелей, исследованию и разработке на этой основе новых профилировок, позволяющих повысить точность и плоскостность проката и стойкость прокатных валков.

Профилировка валков определяется большим числом конструктивных и технологических параметров, поэтому разработка методики ее моделирования является сложной технической задачей. Подавляющее большинство известных в настоящее время методов предусматривает определение шлифовочной (станочной) профилировки как разность диаметров в середине бочки валков и на краевых участках, а не профиля в виде непрерывной кривой по длине бочки. Упругие деформации, учитываемые при расчете профилировок валков, определяются в известных методах с существенными допущениями, без анализа погрешности определения конечного показателя – поперечной разнотолщинности прокатываемых полос. Отсутствует методика определения упругих деформаций шестивалковых клетей – перспективного для определенного вида прокатного сортамента оборудования листовых станов.

Таким образом разработка усовершенствованных методов расчета профилировок и упругих деформаций валков, в том числе шестивалковых клетей, с целью получения полос с требуемыми значениями поперечной

разнотолщинности и плоскостности, а также для повышения стойкости валков является актуальной научно-технической задачей.

В качестве основного инструмента для решения поставленных задач автор применила САЕ-систему, которая является универсальным средством для анализа контактного взаимодействия упруго деформируемых твердых тел. При построении математической модели упругих деформаций шестивалковых клеток использованы классические методы упругости и сопротивления материалов, классические труды по расчету упругих деформаций четырехвалковой системы. Результаты моделирования явились основной составляющей научной новизны и практической значимости работы.

**Научная новизна.** Научную новизну работы составляют следующие результаты:

1. Разработан новый подход к определению шлифовочных профилировок валков листовых станов в виде непрерывных, плавно сопрягающихся кривых по длине бочки, впервые использующий САЕ-систему. Метод включает построение кривых активных образующих и позволяющая определить неравномерность распределения упругих деформаций и контактных напряжений по длине бочки и по ширине полосы.

2. Разработан усовершенствованный метод моделирования упругих деформаций валков листовых станов, основанный на трехмерной конечно-элементной модели валкового узла, отличающийся от известных методов тем, что в конечно-элементную модель включены подшипниковые опоры с подушками и контактирующие с ними поверхности узла станин, при этом условия контактного взаимодействия подушек со станинами максимально приближены к реальным.

3. Разработана математическая модель упругих деформаций шестивалковой клетки, выполнен сопоставительный анализ жесткости шестивалковой и четырехвалковой клеток и их эффективности при регулировании показателей точности прокатываемых полос.

### **Практическая значимость.**

С применением новых методов моделирования разработаны, испытаны и внедрены в производство на широкополосных станах 2000 горячей прокатки и 1700 холодной прокатки ПАО «Северсталь» усовершенствованные профилировки валков, существенно улучшившие качество горячекатаных и холоднокатаных полос.

Для толстолистого стана 5000 ПАО «Северсталь» разработана и принята к внедрению принципиально новая профилировка опорных валков, исключающая их преждевременные поверхностные разрушения.

**Замечания по работе.** По диссертации имеются следующие замечания.

1. В соответствии с названием работы в диссертации речь идет о широкополосовой прокатке, однако разрабатываются профилировки опорных валков и для толстолистого стана 5000.

2. В качестве одного из положений научной новизны в метод моделирования упругих деформаций валков включены подшипниковые опоры с подушками и контактирующие с ними поверхности станин, однако в работе нет обоснования необходимости этого учета, так как нет данных на сколько изменятся результаты с этим учетом и без него.

3. При определении "усредненной" профилировки рабочих валков не достаточно рассматривать прокатку трех различных ширин. Следует рассматривать различные толщины, различные материалы (т.е. те параметры, которые определяют давление металла на валки и усилие прокатки). Кроме того, различные варианты мы должны рассматривать с учетом их доли в сортаменте (весовые коэффициенты). Однако сам такой подход к разработке "универсальной" профилировки при значениях отклонений радиусов валка от номинальных значений в сотые доли миллиметра становится проблематичным.

4. В диссертации не объяснено, почему при определении поперечной разнотолщинности полосы рассчитывали упругие деформации пятой клетки

пяतिकлетевом стана холодной прокатки без учета накопленной разнотолщинности в четырех предыдущих клетях.

5. В работе предложены системы профилировок валков для пятой клетки пяतिकлетевом стана 1700 холодной прокатки и для толстолистом стана 5000, предусматривающие отказ от скосов на опорных валках. В то же время в диссертационной работе на стр. 50 показано, что скосы на опорных валках уменьшают неравномерность упругих деформаций по длине бочки валков. В связи с этим возникает вопрос: в каких случаях нужны скосы на опорных валках?

6. При разработке новой методики расчета шлифовочных профилировок не указано, как следует рассчитывать профилировку валков при наличии гидравлического изгиба рабочих валков.

7. Вызывает сомнение правомерность определения достоверности методики расчета профилировок шестивалковых клеток сравнением расчетных данных, полученных теоретическим расчетом и численным методом.

Указанные замечания носят частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы инженера Болобановой Н.Л.

### **Заключение**

В диссертации получены важные результаты в области листовой прокатки как на непрерывных станах горячей и холодной прокатки, так и на толстолистом стане с максимальной длиной бочки валка, что можно квалифицировать как решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для развития теоретических и практических основ обработки металлов давлением.

Положения и выводы диссертации обсуждались на международных и всероссийских конференциях. Результаты работы отражены в учебном пособии для вузов, в 16 публикациях, среди которых 8 статей опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

