

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Нухова Даниса Шамильевича «Теоретическое исследование и научное обоснование новых способов кузнечной протяжки и прокатки высоких заготовок в условиях интенсивной знакопеременной деформации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением

Актуальность темы исследований

Для технологии толстолистовой прокатки характерна неравномерность распределения деформации металла по высоте заготовки, вследствие чего в осевой зоне сляба литая структура плохо прорабатывается, поэтому удовлетворительных результатов достигают увеличением толщины литой заготовки в исходном состоянии до (300...350) мм и увеличением числа черновых проходов. Кроме того, при многопроходном процессе продольной прокатки из-за преимущественного течения металла в одном направлении образуются вытянутые зерна и субзерна с малоугловой разориентировкой границ. Это препятствует формированию мелкозернистой структуры и высокодисперсных фаз в результате термомеханической обработки при черновой прокатке с ускоренным охлаждением толстого листа. Кроме того, существующая технология многопроходной прокатки высоких слябов способствует возникновению строчечного расположения неметаллических включений и ликватов, что приводит к анизотропии пластических и прочностных свойств и к снижению прочностных характеристик изделий проката в поперечном направлении по отношению к дефектам. В результате полученный толстый лист характеризуется наличием дефекта «полосчатость», который отрицательно влияет на ударную вязкость, сопротивление хрупкому разрушению.

В этой связи диссертационная работа Д.Ш. Нухова, направленная на решение научно-технической задачи повышения качества проката путем обеспечения и интенсификации знакопеременной деформации при

незначительном изменении формы и размеров исходной заготовки в черновых проходах прокатки является актуальной.

Анализ содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных литературных источников из 95 наименований, изложена на 142 страницах машинописного текста.

Во введении раскрыта актуальность работы, обоснована цель, сформулированы задачи, научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

В первой главе, на основе опубликованных результатов исследований, проанализирована технология производства толстолистого проката на стане 5000 ОАО «ММК», определены пути снижения неравномерности деформации при черновой прокатке и дано описание способов обработки металлов давлением, способствующие получению металлоизделий с однородной ультрамелкозернистой структурой.

Во второй главе разработан и всесторонне изучен способ протяжки слитков с интенсивной знакопеременной деформацией с сохранением формы и размеров заготовки. В результате проведенного анализа формоизменения и деформированного состояния металла в предложенном способековки даны рекомендации для определения рациональных размеров штампа, которые найдены из условия полного заполнения металла углублений штампа, а также обеспечения однородности деформации в объеме заготовки при минимальном обжатии. Получены соотношения параметров очага деформации, позволяющие при протяжке заготовки осуществить интенсивную знакопеременную деформацию.

В третьей главе с помощью программных комплексов DEFORM-3D и Q-FORM установлены количественные характеристики неравномерности деформации по высоте проката в зависимости от калибровки инструмента и режимов прокатки на стане 5000. Установлено, что в первых проходах при прокатке высоких слябов ($l/h_{cp} \approx 0,5$) в валках с гладкой бочкой имеет место

значительное различие степени деформации: степень деформации на контакте с валком в 2,5 раза больше, чем на плоскости симметрии. Коэффициент вариации $S/\overline{\varepsilon_w}$, характеризующий степень неоднородности деформации, имеет значения $>0,3$. Для решения задачи повышения степени и показателя однородности деформации при прокатке высоких заготовок предложены способы прокатки рациональная калибровка валков, обеспечивающие интенсивную знакопеременную деформацию при минимальных изменениях размеров заготовки. Разработана и научно обоснована методика расчета рациональной калибровки валков из условия достижения максимальной амплитуды и однородности знакопеременной деформации по высоте проката при минимальном обжатии за проход.

По результатам решения задач МКЭ-моделирования было установлено, что прокатка сляба по новому способу в два прохода обеспечит повышение качества проката за счет инициирования интенсивной знакопеременной деформации в очаге деформации. Проведенные исследования показали, что усовершенствование существующего процесса продольной прокатки листа позволяет разработать технологические схемы проката с применением непрерывно-литой заготовки уменьшенных размеров, обеспечивая требуемую деформационную проработку литой структуры, высокое значение показателя однородности деформации по высоте толстого листа, уменьшение энерго- и трудозатрат на производство продукции.

В четвертой главе была предложена новая технологическая схема прокатки толстого листа для условий ЛПЦ-9 ОАО «ММК».

На основе этой схемы прокатки заготовки разрабатывался технологический режим прокатки с обеспечением в первых двух черновых проходах знакопеременной деформации непрерывно-литого сляба уменьшенных размеров. В основе расчетов был принят технологический режим прокатки на стане 5000 ОАО «ММК» для листов размерами 15,0x4378x11800мм из стали категории прочности К60 по ТУ 14-1-5574-2009. В результате проведенных расчетов было установлено, что прокатка сляба

размерами 160x2500x4200 мм, по новой схеме, позволит получить раскат размерами 15,0x4504,5x24862,3 мм за 23 прохода (8 черновых и 15 чистовых проходов). Предлагаемая схема прокатки, по сравнению с существующей, позволяет снизить количество черновых проходов с одиннадцати до восьми.

На основе результатов решения задач МКЭ-моделирования установлено, что внедрение нового технологического режима прокатки позволит обеспечить проникновение деформации в осевую зону проката: суммарная степень деформации ε_{Σ} в осевой зоне в 1,15-1,2 раза выше, чем по существующему режиму прокатки толстого листа, а коэффициент однородности деформации по сечению повысится в 6 раз. Реализация технологического режима прокатки обеспечивает снижение суммарных усилий черновой прокатки в 1,8 раза, а работы (энергии) прокатки на выполнение черновых проходов – в 2 раза.

Предложенные в диссертации решения позволяют создавать новые и совершенствовать существующие технологииковки и прокатки высоких заготовок, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение энерго- и трудозатрат на производство продукции.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, можно считать достаточной, так как они базируются на фундаментальных положениях современного физического материаловедения и механики обработки металлов давлением.

Научная новизна

Научная новизна работы состоит в том, что в результате критического анализа, научного обобщения и новых разработок автором получено решение новых актуальных задач модернизации процесса толстолистовой прокатки:

– научно обоснованы новые способыковки и прокатки литых заготовок, обеспечивающие высокую степень и однородность распределения деформации в объеме высокой заготовки;

- предложен показатель неоднородности накопленной степени деформации в объеме заготовки, в виде коэффициента вариации $S/\bar{\varepsilon}_w$, удобный для анализа и прогнозирования качества структуры при прокатке;
- установлены закономерности формоизменения и изменения деформированного состояния заготовок при новом способе ковки в бойках с профилированной и гладкой поверхностью;
- определены условия ковки и прокатки, при которых проявляются знакопеременная деформация заготовок, повышается степень деформации на плоскости симметрии по сравнению с существующими технологическими процессами.

Практическая значимость

Практическую значимость составляют следующие результаты, полученные диссертантом:

- техническое решение по конструкции нового инструмента деформации и технологии ковки литых слитков без изменения формы и размеров заготовки;
- новые способы прокатки и конструкция инструмента деформации;
- методика расчета рациональной калибровки валков из условия достижения максимальной амплитуды и однородности знакопеременной деформации по высоте проката при минимальном обжатии за проход;
- научное обоснование и режимов прокатки толстолистовой стали, обеспечивающих интенсивную и однородную по высоте сляба деформационную проработку, а также снижение энерго- и трудозатрат на производство продукции.

Достоверность научных результатов

Изложенные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы и аргументированы. Их достоверность подтверждается совпадением результатов теоретических решений

результатами теоретических и экспериментальных исследований, ведущих ученых.

Материалы диссертации достаточно опубликованы в научной печати и обсуждены на научных конференциях различного уровня.

Диссертация написана логично, грамотно, хорошо оформлена.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Материалы, изложенные в работе, соответствуют паспорту специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Замечания по работе

1. В работе не показано как температурные условия прокатки по новому способу повлияют на формоизменение сляба при его профилировании и последующем выглаживании во втором проходе, а также на равномерность распределения степени деформации по высоте заготовки.
2. Не ясно, почему в работе не представлены результаты исследования распределения показателя напряженного состояния в очаге деформации?
3. В работе ничего не говорится о стойкости штампов и валков, применяемых в разработанных автором способахковки и прокатки?
4. Несмотря на то, что предложенная новая схема прокатки представляет несомненный интерес, ее внедрение в линии стана 5000 ОАО «ММК» невозможно, во-первых, из-за отсутствия места в цехе, во-вторых, из-за существенного удорожания процесса. Было бы целесообразнее применить разработанный процесс, например, в первой-второй или первой-четвертой черновых клетях широкополосного стана горячей прокатки.

Заключение

Анализ материалов, представленных для оппонирования диссертации позволяет сделать следующие выводы:

1. Высказанные замечания имеют частный характер и не снижают ценности основных положений и выводов, сделанных в работе.

2. Представленная к защите диссертационная работа является законченным научным исследованием, в которой решены актуальные и важные задачи. Диссертация содержит новые научные положения и обладает практической значимостью. Автором намечены перспективы дальнейшей разработки темы.
3. Материалы диссертации, по мнению оппонента, достоверны, достаточно апробированы и опубликованы в научной печати. Содержание работы соответствует специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.
4. Как научная квалификационная работа она соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям.
5. Автор диссертации, Нухов Данис Шамильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – Обработка металлов давлением.

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры обработки металлов давлением
ФГБОУ ВПО «Магнитогорский
государственный технический университет
им. Г.И. Носова»

Песин Александр
Моисеевич



01 декабря 2015 г.

455000, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38,
Тел.: +73519298525; email: pesin@bk.ru