

ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

КРИВОШЕЕВ Виктор Петрович

РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
КОВКИ КРУПНЫХ СЛИТКОВ ИЗ ВАЛКОВЫХ СТАЛЕЙ ЧЕРЕЗ
ПЛАСТИНУ С ОБЖИМОМ БОЙКОМ С ВЫПУКЛЫМ РАБОЧИМ
ПРОФИЛЕМ

05.03.05 - Процессы и машины обработки давлением

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Краматорск - 1996 г.



Дисертацією является рукопись

Работа выполнена на Новокраматорском машиностроительном заводе

Научные руководители:

Заслуженный работник
высшей школы,
доктор технических наук,
профессор Л.Н.Соколов;

Лауреат государственной
премии Украины,
доктор технических наук,
профессор М.Я.Белкин;

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук,
профессор Дорошко В.И.;
кандидат технических наук,
доцент Шелаев И.П.;

Ведущее предприятие:

Мариупольский концерн
тяжелого машиностроения
«АЗОВМАШ»

Защита состоится 13 мая 1996 года в 10 час. на заседании специализированного совета Д 28.01.02 при Донбасской государственной машиностроительной академии по адресу: 343913, г.Краматорск Донецкой области, ул.Шакадинова, 76, ДГМА.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донбасской государственной машиностроительной академии.

Автореферат разослан "11" апреля 1996 года.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Ученый секретарь

специализированного совета Д 28.01.02

кандидат технических наук, доцент

 А.В.Сатонин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одной из основных задач развития металлургии Украины является расширение производства листового металлопроката. Достижение этой цели неразрывно связано с увеличением стойкости рабочих и опорных валков прокатных станков, а также с расширением их производства и снижением трудоемкости изготовления.

В общем цикле технологии изготовления прокатных валков особое место занимает процессковки. Этот этап металлургического передела не только формирует профиль заготовки, но и в значительной степени определяет качество валков, посколькуковка вызывает существенные изменения в структуре металла. В этом планековка заготовок прокатных валков имеет несколько аспектов, а именно: увеличение размеров валков, обеспечение пластической проработки металла в центральной зоне и необходимость в наличии сложного технологического оборудования.

Кроме того,ковка по традиционным схемам вызывает необходимость большого числа промежуточных технологических операций, что обуславливает излишние потери дорогостоящей валковой стали на угар и окалину, снижает производительность мощного ковочного оборудования.

Таким образом,повышение эффективностиковки с целью улучшения качества крупных прокатных валков при одновременном снижении трудоемкости этой операции является важной технической задачей. Настоящая работа посвящена решению этой проблемы, что и определяет её актуальность. Работа выполнена в рамках комплексной целевой программы научно - исследовательских работ по созданию новых эффективных способов изготовления валков повышенной надежности и долговечности.

Цель работы: повышение технологичностиковки крупных заготовок прокатных валков с одновременным повышением их качества на основе увеличения степени и глубины пластической проработки металла.

Научная новизна. В работе получены следующие новые результаты:

- теоретически установлены закономерности нераспространения дефектов, нарушающих сплошность при пластической деформации заготовки, а также условия получения заготовок высокого качества;

- предложена новая технологияковки особо крупных слитков, включающая билетирование,ковку на пластину с определенным отношением высот в поперечном сечении, подстуживание и прожим бойком с выпуклой рабочей поверхностью в направлении меньшей высоты пластины с двух сторон по всей её длине (А.с. 804151);

- установлены целесообразные значения основных параметров новой технологииковки, позволяющие в полной степени реализовать её преимущества:

- выявлены закономерности структурных изменений и перемещения металла при ковке по разработанной технологии и связанные с этим изменения свойств получаемых заготовок.

Практическая ценность. Полученные в работе результаты нашли практическое применение при ковке крупных заготовок опорных валков из слитков массой от 51 т до 170 т.

Производственный опыт показал, что применениековки крупных слитков по разработанной технологии позволяет обеспечить интенсивность пластической деформации центральных слоев на уровне, достигаемом при применении осадки, довести глубину интенсивной пластической деформации до 50-60% радиуса поковки, сократить число технологических выносов при ковке крупных слитков на 30-40%, уменьшить угар металла, сократить брак поковок по внутренним разрывам, существенно повысить однородность механических свойств по сечению поковок. Практически физико-механические свойства поковок, кованных по разработанной технологии, находятся на уровне аналогичных по массе поковок, подвергающихся осадке.

Реализация работы. Разработанная технологияковки через пластину с подстуживанием и прожимом бойком с выпуклой рабочей поверхностью и с использованием при этом параметров технологии, рекомендованных на основании результатов проведенной работы, применяется на НКМЗ дляковки опорных валков из слитков большой массы. По разработанной технологии отковано 154 валка общей массой 6840 т. В результате брак по внутренним дефектам снизился с 12,02% (базовая технология) до 2,57% (ковка по разработанной технологии).

Апробация работы. Материалы диссертации были доложены и обсуждены на Всесоюзной научной конференции "Механика разрушения материалов", г. Львов, 1987г.; Республиканской научной конференции "Повышение надежности и долговечности машин и сооружений", г. Запорожье, 1988г.; научной конференции профессорско-преподавательского состава Краматорского индустриального института по итогам законченных НИР в 1988г.; техническом совете научно-исследовательского отдела металлургического производства НКМЗ; объединенном научном семинаре кафедр "Металловедение, технология и термическая обработка металлов" и "Обработка металлов давлением" Краматорского индустриального института в 1987 г.; международной конференции "Металлургическое, прокатное и кузнечно-прессовое оборудование производства АО НКМЗ. Перспективы развития", г. Краматорск, 1996 г.; объединенном научном семинаре факультета АПОМД ДГМА, г. Краматорск, 1996 г.

Публикации. Основное содержание работы отражено в пяти печатных работах и двух авторских свидетельствах.

Основное содержание работы. Во введении обоснована актуальность проведенных исследований, изложены цель и задачи работы, а также пути их решения, научная новизна и практическая ценность работы, основные положения, вынесенные на защиту, информация об апробации и публикации основных результатов работы.

В первом разделе выполнен обзор работ, освещающих современные методыковки крупных слитков, влияние технологииковки на свойствапоковок и на основе проведенного анализа сформулированы наиболее перспективные методы локализации пластической деформации в центральной зоне крупных слитков. Показано, что увеличение глубины пластической проработки металла является важнейшим средством повышения качества поковок, надежности и долговечности прокатных валков. Обзор опубликованных экспериментальных и теоретических работ по рассматриваемой проблеме позволяет отметить, что увеличение глубины пластической проработки металла может быть достигнуто на основе совершенствования технологических режимовковки, изменения рабочего профиля бойков,ковки в градиентном температурном поле, изменения формы слитка, увеличения степени пластической деформации.

Тем не менее, систематических исследований, направленных на изыскание прогрессивных методовковки крупных слитков из валковых сталей, сочетающих получение поковок высокого качества с повышенной однородностью прочностных, пластических и вязких свойств, проведено не было.

На основе сделанного анализа сформулированы следующие задачи работы:

- изучить существующие схемыковки крупных слитков и выявить наиболее целесообразные методы увеличения глубины пластической проработки металла;
- провести теоретический анализ условий появления дефектов, нарушающих сплошность в процессе пластической деформации;
- учитывая преимущества технологииковки через пластину, а также ковку в неоднородном температурном поле, разработать эффективную схемуковки крупных заготовок прокатных валков;
- исследовать и определить наиболее целесообразные технологические параметрыковки по новой схеме, обеспечивающие увеличение глубины пластической проработки металла;
- изучить физико-механические свойства крупных заготовок, полученных из массивных слитков по разработанной технологической схемековки;

- осуществить промышленное освоение и внедрение результатов исследований.

Во втором разделе выполнен теоретический анализ путей повышения качества металла крупных поковок с учетом несплошности среды, обоснован методический план исследований, сформулированы основные подходы к разработке новой технологииковки крупных слитков, обоснована методика экспериментальных исследований деформаций, а также показателей качества получаемых поковок. Теоретическое исследование напряженного, деформированного и кинематического состояния металла в очаге деформации процессаковки крупных заготовок было проведено на основе метода полей линий скольжения. При этом непосредственно построение полей характеристик в физической плоскости, плоскостях годографа и напряжений было сведено к решению четвертой краевой задачи статически определимого плоского течения металла, характеризуемой наличием линий скольжения и особых точек, в которых характеристики образуют центрированные веера с центральными углами, определяемыми задаваемым соотношением длины l и высоты h очага деформации.

В результате количественного анализа полученных теоретических моделей очага деформации было установлено, что уменьшение отношения l/h в диапазоне $l/h < 1$ влечет за собой увеличение коэффициента напряженного состояния n_σ и одновременное увеличение напряжений растяжения в осевой зоне $\sigma_{хо}$. Более того, при $l/h < 0,55$ отрицательный знак, соответствующий растяжению, приобретают и средние гидростатические напряжения $\sigma_{го}$, что свидетельствует о появлении зон двухосного растяжения и, как следствие, о значительном повышении вероятности появления и дальнейшего роста внутренних дефектов. Аналитически полученные зависимости для определения основных компонент напряженного состояния в осевой зоне могут быть определены как

$$\frac{\sigma_{го}}{2K} = -0,5 + 1,357702 \left(\frac{l}{h} - 0,2\right) + 0,1913655 \left(\frac{l}{h} - 0,2\right)^2 - 0,474865 \left(\frac{l}{h} - 0,2\right)^3 \quad (1)$$

$$\sigma_{хо} = \sigma_{го} - K; \quad \sigma_{yo} = \sigma_{го} + K; \quad (2)$$

где K - сопротивление сдвигу металла обрабатываемой заготовки.

На основе анализа кинематически возможных полей характеристик получена зависимость для определения коэффициента напряженного состояния, учитывающая наличие внутренних дефектов протяженностью a :

$$n_\sigma = \frac{1}{2} \left(\frac{m}{1-u} + \frac{1-u}{m} + \frac{2u\varphi}{1-u} \right) \quad (3)$$

где $m = l/h$;

$u = a/h$ - относительная протяженность внутреннего дефекта в осевой зоне;

$\varphi = \sigma_0/2K$ - соотношение величин сопротивления отрыва и удвоенного сопротивления сдвигу.

На основе анализа зависимости (3) показано, что развитие внутренних дефектов не будет иметь место при выполнении условия:

$$\varphi > 1/m - m \quad (4)$$

т.е., при относительно больших значениях соотношения l/h .

Сформулирована и решена задача по определению основных компонент деформированного состояния \mathcal{E}_x и \mathcal{E}_y , при этом на основе критериальной оценки было установлено, что, исходя из предельной деформации разрыва $\mathcal{E}_{хп} = 0,15...0,25$, предельно допустимое значение $\mathcal{E}_{уп}$ не должно превышать $0,25...0,35$.

Учитывая положения, вытекающие из результатов теоретического анализа, а также из обзора литературных данных, предложена следующая схема технологииковки: биллетирование слитка, ковка биллета на пластину с определенным соотношением её высот в поперечном сечении, подстуживание пластины, а затем обжатие пластины с двух сторон бойками с выпуклой рабочей поверхностью, неперекрывающими ширину её большей грани.

Дальнейшие исследования были направлены на экспериментальное подтверждение основных теоретических положений, а также на экспериментальное определение наиболее целесообразных параметров разрабатываемой технологии. Достижение поставленной цели экспериментально выполнялись в три этапа.

На первом этапе использовали слитки валковой стали сравнительно небольшой массы - 1,6 т. При этом для компенсации разности в габаритах моделируемых и реальных заготовок степень разовой и суммарной деформации малых слитков назначалась с учетом достигаемых уровней этого параметра на слитках особо крупных размеров и массой до 200 т, а также с учетом имеющегося на НКМЗ наиболее мощного прессового оборудования.

На втором этапе исследования проводили экспериментальную проверку эффективности разработанных параметров исследуемой технологии путем выполненияковки особо крупного слитка массой 200т с последующей разрезкой и исследованием металла поковки на разных уровнях, в том числе и в осевой зоне.

На третьем этапе исследования (производственном) проводили изучение процесса реализации разработанной технологии в реальных

условиях производства, а также определение эффективности применения этой технологии.

На первых двух этапах исследований в качестве критериев свойств поковок принимали параметры, которые наиболее полно отражают эксплуатационную надежность прокатных валков: макро- и микроструктуру, характеристики статических и динамических свойств металла разных зон, сопротивление хрупкому разрушению, циклическую трещиностойкость и сопротивление усталости.

Критерием результатов производственных испытаний явились технологичность разработанного методаковки, а также качество получаемых заготовок по основным видам брака.

Для оценки глубины пластической проработки металла приняли метод "составных стержней". Данные измерений служили основанием для расчета показателей абсолютной и относительной деформации металла в различных направлениях.

На рис. приведены схемы кузнечных переходов при ковке опытных слитков, при этом наряду с определением пластической проработки определяли также механические свойства металла различных зон.

Все экспериментальные слитки ковали на один конечный диаметр поковки 315 мм, уков составил 1,56, что соответствует укову поковки опорного ролика из слитка массой 200 т.

Схемы изменения сечений при ковке лабораторно-промышленных заготовок по разрабатываемой технологии

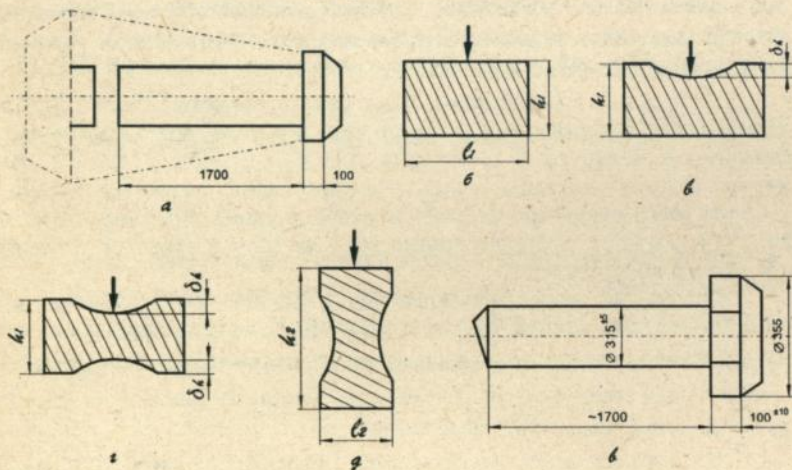


Рис.

Механические свойства и микроструктуру металла поковки опорного ролика массой 130 т, диаметром 2300 мм, откованной по разработанной технологии из слитков массой 200 т определяли также и на вырезках из центральной зоны. Механические свойства оценивали по результатам испытаний на статическое растяжение, ударный изгиб и предел выносливости. Металл поковки опорного ролика дополнительно исследовали на сопротивление хрупкому разрушению по критерию вязкости разрушения, а также на скорость развития хрупких (усталостных) трещин от центра к поверхности. Исследовали также микроструктуру, форму и размеры сульфидов, оценивали карбидную неоднородность и параметры макроструктуры.

В третьем разделе приведены результаты экспериментального исследования основных параметров разрабатываемой технологииковки крупных заготовок. Результаты выполненного исследования свидетельствуют о преимуществахковки по разработанной технологии в сравнении с существующей базовой, используемой при производстве заготовок прокатных валков.

При ковке по базовой технологии свойства металла поверхностных и центральных слоев поволоков существенно различаются, особенно по показателям пластичности и вязкости в тангенциальном направлении. В исследованных поковках это различие достигает 74% по относительному удлинению, 51% по относительному сужению и 32% по ударной вязкости. Как показали результаты исследования, эти различия обусловлены малой интенсивностью пластической деформации центральных слоев.

Ковка через пластину с подстуживанием и обжимом бойком с выпуклой рабочей поверхностью благоприятно влияет на все показатели качества металла, обеспечивает более высокую однородность свойств, что связано с существенной пластической проработкой центральных слоев металла. Так, в результатековки по разработанной технологии даже с деформацией в пределах 10% достигается 3...4-кратное увеличение интенсивности деформации центральных слоев, а глубина пластической проработки металла увеличивается до 60% и более. Существенно увеличивается качество поволоков по показателям макроструктуры, карбидной неоднородности и анизотропии.

Качество поволоков при ковке по разработанной технологии улучшается в зависимости от параметров этой технологии и, прежде всего, в зависимости от соотношения высот пластин в поперечном сечении l_1/h_1 . Чем меньше это отношение, тем интенсивнее происходит пластическая проработка металла, тем эффективнее влияниековки на благоприятное изменение свойств. Так, при переходе отковки через квадрат к ковке через пластину с отношением высот в поперечном сечении, равном 0,5, центральная пористость снижается с балла 1,8 до 1; кар-

бидная неоднородность снижается с балла 2,5 до 1,8. Возрастает однородность механических свойств. Интенсивность пластической деформации центральных слоев металла возрастает в 3 раза при одинаковой деформации в процессе обжима пластины бойком с гиперболическим рабочим профилем.

На однородность свойств поковок оказывает влияние и степень деформации при прожиге бойком с выпуклой рабочей поверхностью. При ковке бойком с выпуклой рабочей поверхностью через квадрат, прожим его с деформацией 10% и 30% снижает неоднородность по относительному удлинению на 10% и на 13% соответственно. При ковке через пластину это снижение неоднородности по пластичности составляет соответственно 11% и 15%, то есть, однородность возрастает. Аналогично влияние этого фактора и на вязкость: 8 и 10%; 16 и 17% соответственно.

На эффективностьковки по разработанной технологии влияет и кривизна рабочего профиля бойка: чем "острее" рабочий профиль выпуклого бойка, тем эффективнее ковка в отношении однородности свойств. Вместе с тем влияние степени кривизны рабочей поверхности бойка носит сильно затухающий характер. Так, при переходе от бойка с радиусом профиля рабочей поверхности 200 мм к бойку с радиусом профиля рабочей поверхности 113 мм, т.е., практически вдвое более "острому" бойку, эффективность прожима с точки зрения интенсивности пластической деформации центральных слоев увеличивается всего на 16...25%, а глубина пластической проработки увеличивается на 10...18%.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальной проверки эффективности разработанной технологииковки на примере производства без осадки заготовки особо крупного опорного ролика ТЛС-5000 (масса поковки 130 т, слиток массой 200 т, диаметр бочки поковки 2300 мм). После предварительной термической обработки поковка была разрезана и металл был исследован в полном объеме, согласно методическому плану.

Известно, что литая сталь обладает, практически, одинаковыми механическими свойствами во всех направлениях, горячедеформированная сталь обнаруживает существенное снижение пластичности и вязкости на поперечных образцах по сравнению с образцами, вырезанными в продольном направлении. Это было положено в основу оценки пластической проработки металла при ковке. Если сравнить различие в свойствах металла поковки ролика на продольных и поперечных образцах в пределах одной и той же зоны, то по этому признаку можно кос-

венно судить о глубине пластической деформации. Различие на продольных и поперечных образцах поверхностей зоны составило по σ_B - 3%, по σ_T - 15%, по δ - 74%, по Ψ - 71%, по KCU в 2,5 раза.

Металл центральных зон обнаруживает следующее различие (в продольном и поперечном направлениях): по σ_B - 4%, по σ_T - 9%, по δ - 86%, по Ψ - 78%, по KCU - 2,6 раза. Сопоставление этих данных свидетельствует о том, что при ковке по разработанной технологии достигается существенная пластическая деформация и центральных слоев поковки. Это подтверждается и данными о коэффициенте неоднородности механических свойств поверхностных и центральных слоев поковки. О хорошей проработке металла центральных слоев поковки можно судить по величине отношения σ_T/σ_B . Металл поверхностных слоев характеризуется отношением в продольном направлении $\sigma_T/\sigma_B = 0,61$ и в поперечном $\sigma_T/\sigma_B = 0,68$; практически те же значения σ_T/σ_B зафиксированы и для металла центральной зоны. Это свидетельствует о близкой дисперсности микроструктуры металла поверхностных и центральных зон. Вместе с тем коэффициент вязкости разрушения металла центральных слоев на 34% ниже, чем для поверхностной зоны, что проявляется только в условиях высокой интенсивности напряжений. Установлено, что только при высокой амплитуде переменных напряжений металл поверхностных зон обладает более высоким сопротивлением распространению трещин, чем металл центральных слоев.

В пятом разделе дано описание результатов освоения новой технологииковки в условиях производства НКМЗ и экономическая эффективность её применения.

Производственный опыт показал, что ковка по базовой технологии (протяжка, осадка, протяжка с большими обжатиями), приводит к возникновению поверхностных и центральных разрывов ("свищей"). За один год работы КПЦ-2 НКМЗ брак по указанным дефектам достиг в среднем 12,02%. Убытки от брака за год составили 397 163 рубля (в ценах 1990 г.). Было получено ряд рекламаций на качество валков, преждевременно вышедших из строя при эксплуатации, причем разрушения начинались в центральной зоне валков.

Ковка опорных валков того же типоразмера по новой технологии, с учетом разработанных рекомендаций, обеспечила снижение брака и прямых непроизводительных расходов. По новой технологии откованы 154 валка из стали 90ХФ общей массой 6 840 т, из них по осевым и поверхностным дефектам забракованы только 5 валков общей массой 167,6 т, что составляет 2,45% от всего объема.

Внедрение новой технологии ковки по разработанным рекомендациям обеспечило снижение прямого брака на 9,57%. Годовой экономический эффект составил 313 744 руб. (в ценах 1990 г.)

Наряду с прямым экономическим эффектом, полученным на НКМЗ, достигнут экономический эффект и в сфере эксплуатации. Как показали производственные испытания валков, полученных ковкой по разработанной технологии, стойкость их в эксплуатации (данные завода "Северсталь") повышается в среднем на 18%.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Одной из основных тенденций современного прокатостроения является рост единичных мощностей в одном агрегате, что вызывает необходимость в изготовлении и обработке особо крупных валков массой, превышающей 100 т. В этих условиях производства возникает сложная задача обеспечения требуемого уровня пластической проработки центральных слоев заготовок валков при ковке. Недостаточная проковка этих слоев обуславливает сохранение литой структуры, появление внутренних дефектов, что в конечном итоге приводит к возникновению брака при ковке, а также к снижению надежности и долговечности валков.

2. На основе теоретического решения задачи плоской пластической деформации при ковке цилиндрической заготовки двумя бойками получены количественные описания основных показателей напряженно-деформированного состояния, установлены условия отсутствия дефектов и определены предельные относительные деформации, соответствующие нарушению сплошности металла центральной зоны заготовки.

3. Основываясь на результатах теоретического анализа, разработана новая технология ковки, включающая биллетирование слитка с подстуживанием, формирование граней на билете и обжатие граней бойками, не перекрывающими грани по ширине, отличающаяся тем, что после подстуживания, при формировании граней на билете его отковывают до пластины с определенным соотношением высот в поперечном сечении и обжимают пластину в направлении меньшей высоты бойками с гиперболической рабочей поверхностью, не перекрывающей грани по ширине.

4. При ковке с прожимом бойками с выпуклой рабочей поверхностью качество металла тем выше, чем меньше отношение меньшей высоты пластины к большей (в поперечном сечении). Это объясняется уменьшением относительной высоты очага деформации и, как следствие, снижением растягивающих напряжений, а также интенсификацией пластического формоизменения в центральных зонах заготовки.

5. На основе результатов экспериментальных и теоретических исследований предложены наиболее целесообразные числовые значения параметров новой технологииковки:

- при обжатии биллета на пластину её следует формировать при минимальном соотношении между её высотой и шириной в поперечном сечении. В то же время, с точки зрения устойчивости пластины отношение её высоты и ширины должно быть не менее 0,5;

- подстуживание следует производить до температуры поверхности в пределах 30-50° С выше критических точек, определяющих существование однородного аустенита: доэвтектоидные валковые стали выше точки АСЗ, эвтектоидные - выше АС1 и заэвтектоидные - выше Аст;

- профиль бойка для прожима пластины должен соответствовать гиперболе с приведенной кривизной в пределах от 0,001 до 0,01 мм⁻¹, поскольку для острого бойка характерен более высокий износ;

- степень деформации при прожиге бойком с гиперболическим рабочим профилем не должна превышать 30%.

6. При ковке по разработанной технологии улучшение качества металла центральных слоев достигается благодаря перемещению металла по сложной траектории, включающей закручивание металла и его знакопеременное пластическое деформирование, приближению центральных слоев заготовки к поверхности, локализации пластической деформации в центральной зоне поковки и снижению уровня растягивающих напряжений.

7. При ковке крупных слитков из валковых сталей по разработанной технологии достигается более высокая однородность механических свойств:

- при статическом растяжении различие по прочностным характеристикам металла центра и поверхностных слоев составляет в осевом направлении не более 1-3%, в поперечном - не более 20%, по характеристикам пластичности в осевом направлении - не более 4 - 9%;

- при испытаниях на ударный изгиб различие по ударной вязкости металла поверхностных и центральных слоев не превышает в поперечном направлении 30%;

- при знакопеременных нагрузках коэффициент, учитывающий различие между сопротивлением усталости металла поверхностных и центральных слоев, уменьшается с 1,12 до 1,00-1,02, т.е., усталостные свойства металла центральных и поверхностных слоев становятся практически равнозначными;

- по скорости развития хрупких трещин: скорость роста трещин в центральных слоях уменьшается вдвое (с $13,5 \cdot 10^5$ мм/цикл до $7,9 \cdot 10^5$ мм/цикл);

- коэффициент вязкости разрушения металла центральных слоев приближается к этому показателю, соответствующему металлу поверхностных слоев.

8. Благоприятное изменение прочностных свойств, достигаемое в результатековки по разработанной технологии крупных слитков из валковых сталей, обусловлено изменениями макро- и микроструктуры:

- баллы макроструктуры по центральной пористости снижаются на 1,0-1,5 индекса, по точечной неоднородности снижаются на 0,5 индекса;

- значительно улучшаются показатели микроструктуры: снижается балл карбидной неоднородности в среднем на 1,0-1,2 индекса;

- плотность центральных слоев крупных поковок возрастает на 0,5-0,7%, что обусловлено устранением значительной части физической несплошности;

9. Промышленный опыт применения разработанной технологииковки на 154 валках общей массой 6 840 т выявил следующий ряд преимуществ новой технологииковки:

- снижается брак по внутренним дефектам в среднем на 9,57%;

- уменьшается число технологических выносов в связи с исключением операции осадки, что позволяет существенно уменьшить расход энергетических ресурсов;

- уменьшаются потери металла с окалиной и угаром, экономится топливо;

- увеличивается производительность операцииковки;

- повышается стойкость валков при эксплуатации на 18%;

- годовой экономический эффект, достигнутый на НКМЗ за счет снижения брака и прямых непроизводительных затрат, составил 313 744 руб. (в ценах 1990 г.), а в сфере эксплуатации за счет повышения стойкости валков экономический эффект составил 7 280 000 руб. (в ценах ноября 1994 г.).

Долевое участие автора составляет 40%, что соответствует экономическому эффекту на НКМЗ в сумме- 125 498 руб. (в ценах 1990г.) и в сфере эксплуатации 2 912 000 руб. (цены - ноябрь 1994 года).

Основное содержание диссертации отражено в работах:

1. Анализ путей повышения качества крупных поковок /Бровман М.Я., Белкин Л.М., Кривошеев В.П., Белкин М.Я. //Известия АН СССР "Металлы", 1989.-№6. С. 66-71.

2. Неоднородность свойств крупных поковок валковой стали в связи с особенностямиковки /Белкин М.Я., Кривошеев В.П., Пиме-

нов Г.А., Грушко Ю.А., Шахматов В.А. //Вестник машиностроения.-1989.-№6.С.49-51.

3. Ковка крупных слитков через пластину с обжимом бойком с гиперболическим рабочим профилем /Белкин М.Я., Кривошеев В.П., Пименов Г.А. //Кузнечно-штамп. производство.-1983.- №1.С.5-6.

4. Повышение сопротивления усталости металла крупных поковок путем оптимизации ковки /Белкин М.Я., Кривошеев В.П., Белкин Л.М., Грушко Ю.А., Шахматов В.А. //Тез.докл. III науч. - техн. конф. "Повышение надежности и долговечности машин и сооружений".-Киев: ЦПП, АН УССР, 1988г.-С.18-19.

5. Применение критериев механики разрушения для рационального выбора материала, технологии изготовления и термической обработки крупных прокатных валков /Белкин М.Я., Белкин Л.М., Кривошеев В.П., Камалов В.И. //Тез. докл. I Всесоюз. конф. "Механика разрушения материалов".- Львов,1987.-С.19-21.

6. А.с.795691 СССР, МКИ В21 1/04. Способ получения крупных поковок /В.П.Кривошеев, В.Г.Гусев, П.М.Кальченко и др. (СССР).- № 2659443/25-27. Заявл.93.09.78; Оpubл.15.01.81, Бюл.2.

7. А.с.804151 СССР, МКИ В21 1/04. Способ ковки крупных заготовок /Г.А.Пименов, А.А.Александров, В.П.Кривошеев и др.(СССР).- № 2724753/25-27; Заявл. 15.02.79;Оpubл.15.02.81,Бюл.6.

ABSTRACT

Krivosheyev V.P. Development, investigation and introduction of technology for heavy ingots forging from steel with preliminary drawing to the rectangular section (plate shape) by of the die of convex working shape.

The thesis is submitted for the Candidate Science (Engineering) degree on discipline 05.03.05 - Processes and machinery for plastic metal working, Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, 1996.

Five scientific papers and two author's certificates are being defended which contain the results of theoretical and experimental investigations on the determination of regularities of non-distribution of defects causing discontinuity when heavy forging ingots are subjected to plastic deformation and with regard to the above the development of the new technology of extra heavy ingot forging

The work is dedicated to reduction of labour content at heavy ingots forging from steel for rolls manufacture with simultaneous improvement of their quality on the basis of new technology development, including ingot roughing-up, forging cum preliminary drawing to the rectangular section (plate shape) with definite heights ratio in cross section and inhomogenous temperature field, plate shape forging by the die with a convex working shape in the direction of lower deformation resistance, and its forging to the round in

АН України

445830

Ав. 34.491

Ав 34.491

section and drawing. As a result plastic deformation intensity of central layers is increased in 3 - 4 times, mechanical properties inhomogeneously over the section is diminished, defects number because of blanks discontinuity is decreased. New forging technology has been introduced at NKMZ, forging rejects being reduced by 9,57%, considerable economic effect yielded and rolls durability under the operation raised by 18%.

АНОТАЦІЯ

Кривошеев В.П. Розробка, дослідження та впровадження технології кування великих зливок із валкової сталі через пластину з обтиском бойком з випуклим робочим профілем

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.03.05 - процеси та машини обробки тиском, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 1996, Рукопис.

Захищається 5 наукових робіт та 2 авторських свідоцтва, котрі містять в собі результати теоретичних та експериментальних досліджень по установлюванню закономірностей нерозповсюдження дефектів, які порушували б суцільність в крупних поковках, та розробка на підставі цього нової технології кування особливо крупних зливок.

Робота присвячена зниженню трудомісткості кування великих зливок з валкової сталі з одночасним підвищенням їх якості на основі розробки нової технології, яка включає білетировку зливок, кування на пластину з визначеним співвідношенням висот в поперечному перерізі в неоднорідному температурному полі, обтиск пластини бойком з випуклим робочим профілем у напрямі меншої висоти, і далі кування на круг, та протягання. У результаті досягається більш ніж 3 - 4 - разове збільшення інтенсивності пластичної деформації центральних шарів, знижується брак по порушуванню суцільності заготовок. Нова технологія кування впроваджена на НКМЗ, при цьому на 9,57% знизився брак поковок, одержаний значний економічний ефект, на 18% досягнуто підвищення стійкості валків при експлуатації.

Ключові слова:

прокатні валки, кування, протягання, підстиження, деформація, пластина, бойок.

Підписано в печать 4.04.96, формат 60x84 1/16
Бумага офсетная печать. Усл. печ. л. 0,93
Усл. кр.-л. 1,16 УЧ.-изд. л. 1,0
Заказ 63-165, тираж 100 экз.
343905, Дон. обл., Краматорск, НКМЗ