

АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия»

ЖАКУПОВОЙ АРАЙ ТОЛЕПБЕРГЕНОВНЫ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ТРУБНЫХ МАРОК СТАЛЕЙ

Актуальность темы исследования. Технология производства стальных непрерывнолитых заготовок методом непрерывного литья является значимой отраслью металлургической промышленности. Ужесточение норм требований нефтяной промышленности к качеству и физико-механическим свойствам бесшовных труб, вследствие освоения сверхглубоких скважин и усложнения процессов добычи нефти, требует разработки новых решений по их улучшению. Для обеспечения требуемого комплекса механических свойств бесшовных труб необходимо получение качественной заготовки на начальном этапе производства с максимальным исключением химической и структурной неоднородности.

Основные решения, вырабатываемые в результате научных исследований, по улучшению качества стальных заготовок направлены на оптимизацию технологических параметров процесса непрерывной разливки и усовершенствование оборудования, базирующихся на известных закономерностях и производственном опыте. Модернизация конструкций узлов оборудования непрерывной разливки позволяет рационально увеличить уровень качественных характеристик непрерывнолитых заготовок.

Актуальность исследования настоящей работы заключается в выработке решений, направленных на уменьшение уровня дефектов макроструктуры трубных заготовок. Усовершенствование технологии получения непрерывнолитых трубных заготовок, обеспечивающее уменьшение уровня дефектов и увеличение выхода годной продукции, является актуальным вопросом, обуславливающее повышение конкурентоспособности отечественного производства и получаемой продукции.

Целью работы является совершенствование технологии разливки трубной заготовки, обеспечивающее повышение ее качества.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- исследование влияния формы поперечного сечения разливаемой заготовки на формирование ее структуры и механических свойств;
- компьютерное моделирование процессов разливки полой заготовки и ее раскатки;
- разработка методики определения технологических параметров разливки трубной полой заготовки;
- усовершенствование технологии разливки полой стальной заготовки;
- сравнительный анализ технологий производства труб из сплошной и полой заготовок;

- экономическое обоснование предлагаемых решений.

Научная новизна работы:

- обоснована целесообразность применения усовершенствованной технологии разливки полой заготовки, обеспечивающей снижение дефектности макроструктуры по сравнению с разливкой сплошной заготовки: светлых полос – с 0,68 до 0,35 балла, краевых точечных загрязнений – с 0,09 до 0,02 балла, ликвационных полос и трещин – с 0,63 до 0,31 балла;
- создана компьютерная модель литья полой заготовки в LVM Flow, в которой спрогнозировано формирование безусадочной структуры и улучшение показателей микропористости заготовки по критерию Нияма с 0,362-0,611 до 1,257-2,043 и компьютерная модель раскатки заготовки в Deform 3D, результаты которой демонстрируют снижение разностенности с 7,8 до 3,5 % при переходе со сплошной заготовки на полуку;
- разработана методика определения технологических параметров разливки полой стальной заготовки для производства труб нефтегазового сортамента на основе критериев подобия – чисел Фурье;
- разработан способ непрерывной разливки стали с двусторонним охлаждением заготовки на выходе формирующейся заготовки из кристаллизатора, при этом определено оптимальное соотношение расхода хладагента между внутренней и наружной поверхностями, равное 1,46. Новизна предлагаемого способа подтверждена патентом на полезную модель;
- экспериментально подтверждено обеспечение требуемых значений временного сопротивления (792-795 МПа), предела текучести (635-640 МПа) и относительного удлинения (14,9-15,1 %) труб, получаемых из полой литой заготовки по предлагаемой технологии, согласно стандартам ГОСТ 633-80 и API 5CT для групп прочности E и N80 соответственно;
- выявлено достижение более однородной структуры и стабильности свойств полых заготовок по отношению к сплошной: разбег значений по микротвердости снижен с ± 14 до $\pm 3,5$ HV, максимальное значение индекса загрязненности по неметаллическим включениям уменьшено с $17 \cdot 10^{-4}$ до $11 \cdot 10^{-4}$ и значительно сокращено неравномерное распределение по ликвирующим элементам (по углероду – с $5 \cdot 10^{-3}$ до $2 \cdot 10^{-3}$ %; по сере и фосфору – с $2 \cdot 10^{-3}$ до 10^{-3} %).

Практическая значимость. Экономически обоснована целесообразность применения предлагаемых решений за счет повышения производительности технологии производства трубной заготовки на 16% и снижения расходов на дополнительные процессы деформации, влияющих на себестоимость изготовления бесшовной горячекатаной трубы. Полученные результаты могут быть внедрены на действующем производстве ТОО «KSP Steel». Достоверность результатов подтверждена патентом на полезную модель.

В данной работе применялись следующие **методы исследования:**

- микро- и макроструктурный анализы;
- одноосное растяжение для определения механических свойств и дюрOMETрический анализ;

- анализ результатов компьютерного моделирования в постпроцессорах программ LVM Flow и Deform 3D;

- анализ химической неоднородности и неметаллических включений.

Положения, выносимые на защиту:

- результаты исследования влияния вида исходной заготовки по геометрии в поперечном сечении на качество и свойства трубной заготовки;

- результаты компьютерного моделирования процессов разлива полой заготовки и ее раскатки;

- методика определения технологических параметров разлива трубной полой заготовки;

- результаты лабораторных испытаний механических свойств образцов сплошной и полой заготовок;

- результаты исследования распределения неметаллических включений, ликвационной неоднородности и микроструктур;

- экономическая оценка предлагаемых решений.

Апробация работы. Основные результаты исследований были представлены и обсуждены на международных научных конференциях: на международной научно-практической конференции «Торайгыровские чтения», Торайгыров университет, Павлодар; на международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения», Торайгыров университет, Павлодар; на международной научно-практической конференции «Современные инновации в области науки, технологий и интеграции знаний», Рудненский индустриальный институт, Рудный; на XX Международной научно-технической конференции «Уральская школа молодых металловедов», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, из них 1 статья в международном рецензируемом научном журнале, индексируемом в базе данных Scopus (46%), 4 статьи в изданиях, включенных в Перечень научных изданий, рекомендуемых для публикации основных результатов научной деятельности, утверждаемый уполномоченным органом, 4 статьи в материалах международных научно-практических конференций и 1 патент РК на полезную модель «Способ непрерывного литья полых заготовок».

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 95 страницах печатного текста и состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа содержит 31 рисунков, 17 таблиц, список использованных источников из 137 наименований и 3 приложений.