

## Рецензии

**Рецензия на работу P13-024мет «Создание и промышленное освоение инновационной ресурсосберегающей технологии спецметаллургии для производства паропроводов острого пара и роторов турбогенераторов атомной и тепловой энергетики, высокостойких прокатных валков», представленную на соискание премии Правительства Российской Федерации 2013 года в области науки и техники ОАО «Машиностроительный концерн ОРМЕТО-ЮУМЗ»**

**Review of the Work P13-024met “Creating and Industrial Development of Innovative Resource-Saving Special Metallurgy Technology for the Production of Steam Lines and Turbo-Generator Rotors for Nuclear and Thermal Power Industry and High-Resistant Rolls” by the ORMETO-YuUMZ Machine Building Concern Presented for the 2013 Prize of the Government of the Russian Federation in the Field of Science and Technology**

Работа направлена на разработку и реализацию нового подхода к технологии спецметаллургии электрошлакового и электронно-лучевого переплава (ЭШП и ЭЛП), создание и промышленное освоение крупных производственных комплексов ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ» и ЗАО «Энергомаш (Белгород) – БЗЭМ» на базе новаторских технологических и конструктивных решений.

Необходимость проведения работы и внедрения ее результатов продиктована возрастающими требованиями различных отраслей промышленности, в частности атомного, энергетического, тяжелого и нефтехимического машиностроения, к качеству металлоизделий, их эксплуатационной надежности, что вызывает необходимость создания принципиально новых технологий, не только отвечающих современным требованиям, но и их опережающих.

Авторским коллективом обобщены результаты научно-исследовательских, опытно-конструкторских и промышленных разработок в области создания современных технологий, созданы и освоены инновационные ресурсосберегающие технологии спецметаллургии, реализующие принципиально новый по мировым меркам уровень управления процессами рафинирования и формирования структуры слитков последовательного наплавления, включая ЭШП и ЭЛП.

Инновационность предложенных решений состоит в глубокой научной проработке вопросов, связанных с реализацией материаловедческих исследований, конструкторских и технологических разработок, обеспечивающих увеличение ресурса изделий тяжелого и энергетического машиностроения, активную конкурентную позицию на рынках стратегически важных отраслей промышленности в странах СНГ и дальнего зарубежья.

Для решения множества сложных задач, связанных с выполнением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, разработкой и внедрением технологий спецметаллургии для производства паропроводов острого пара и роторов турбогенераторов атомной и тепловой энергетики, высокостойких прокатных валков, обоснованием конструктивных решений, авторы работы разработали комплекс мероприятий, позволивших реализовать поставленные цели.

Выполнен комплекс исследований свойств и качества слитков, поковок и заготовок ЭШП и ЭЛП из перспективных бейнитных, высокохромистых ферритных, феррито-мартенситных сталей, что позволило открыть ряд технологических направлений и расширить возможности существующих.

Успешно реализованы принципиальные преимущества разработанных технологий и ноу-хау:

- возможность повышения прочности используемых сталей при сохранении (повышении) уровня пластических свойств и сопротивления хрупкому разрушению, что позволит уменьшить массу или повысить энергетические характеристики оборудования;
- повышение однородности структуры, снижение загрязненности и формирование заданного типа неметаллических включений, управление структурной неоднородностью в готовом изделии, обеспечивающие уменьшение дисперсии свойств;
- высокий выход годного из исходного жидкого металла до готовой продукции;
- улучшение свойств при повышенных (до 650 °С) и пониженных температурах (до –40 °С);
- улучшение технологических характеристик горячей обработки и уменьшение ее объема, требующегося для достижения заданной металлургии

ческой структуры, как следствие – снижение степени укова с 6–6,5 до 2–2,5.

Комплексная ресурсосберегающая технология, основанная на применении низкой частоты тока, дифференцированных электрических и шлаковых режимов, управлении окислительно-восстановительными процессами и формированием структуры слитков, впервые обеспечила:

- повышение физической и химической однородности крупных заготовок до 3 раз;
- повышение дисперсности первичной кристаллической структуры до 4 раз;
- снижение анизотропии свойств по высоте и сечению заготовок с 2,5–3 до 1–1,2.

Реализованы новые концептуальные подходы к увеличению ресурса и основных служебных свойств на весь период функционирования для следующих материалов и механизмов:

- паропроводов мощных турбин из стали типа 10Х9МФБ-Ш;
- заготовок для роторов высокого и среднего давления паровых блоков суперсверхкритическими параметрами пара из стали типа 12Х10М1В1ФБРА-Ш;
- главного циркуляционного трубопровода из стали типа 10ГН2МФАА-Ш;
- устьевой арматуры для газоконденсатных месторождений с повышенным содержанием  $H_2S$  и  $CO_2$  из стали типа 04Х13Н4М, запорной и регулирующей арматуры для АЭС и ТЭС из сталей 20-Ш, 16ГС-Ш, 15ГС-Ш, 15Х1М1Ф-Ш, 08Х18Н10Т-Ш;
- валков горячей прокатки из стали 70Х3Г2ВТБ и холодной прокатки из стали типа 9Х2МФ-Ш и 9Х2МФ-Эл.

Авторским коллективом разработаны и реализованы пионерские конструктивные решения по созданию нового класса оборудования. Изготовлена и введена в эксплуатацию универсальная печь ЭШП15/30У, отличающаяся модульной конструкцией, разнообразием технологических схем переплава, использованием источников питания пониженной частоты, высоким уровнем автоматического управления, что обеспечивает новый уровень качества получаемых заготовок и снижение энергозатрат на 20–25 %. Создана специализированная электрошлаковая печь ЭШП-15Л для производства длинномерных (до 9 м) труб паропроводов острого пара и впервые в мире освоено производство таких труб в литом и малодеформированном состоянии.

Принципиально новая технологическая схема производства полых деформированных заготовок, разработанная авторами с учетом результатов исследований их качества и технологических характеристик, обеспечивает уменьшение в два раза объема операций при ковке, повышение коэффициента использования металла на 20–25 %.

Впервые в мировой практике разработаны, опробованы и внедрены технология изотермического отжига и технология, совмещающая изотер-

мический отжиг с окончательным режимом термической обработки – одинарной закалкой в воде и отпуском для сталей с явно выраженной и устойчивой структурной наследственностью.

Использование результатов работы позволило ориентировать отечественную теплоэнергетику на создание новых энергоблоков мирового уровня с суперсверхкритическими параметрами пара (ССКП) (давление 30–35 МПа, температура 600–650 °С), что увеличит КПД электростанций на 3,9 % и снизит экологическую нагрузку. При этом обеспечено увеличение ресурса комплектов паропроводов острого пара и роторов турбогенераторов в 1,3–2 раза, валков холодной прокатки в 1,15–1,2 раза, снижение себестоимости производства на 10–15 %.

Разработанные авторами технологии и оборудование спецметаллургии для производства паропроводов острого пара и роторов турбогенераторов атомной и тепловой энергетики, высокоустойчивых прокатных валков в настоящее время внедрены на следующих предприятиях: ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ», ООО «ОМЗ-Спецсталь», ЗАО «Энергомаш (Чехов)-ЧЗЭМ», ЗАО «Энергомаш (Белгород) – БЗЭМ».

На металлургических комбинатах: ОАО «Уральская Сталь», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Нижне-Тагильский металлургический комбинат», ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», ОАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», фирма «Бокаро-Стил Планта» (Индия) в результате разработок внедрены прокатные валки повышенной эксплуатационной стойкости.

Крупнейшая в Европе установка ЭЛП-30, вошедшая в состав комплекса спецметаллургии ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ», позволила впервые реализовать технологию изготовления крупных заготовок валков холодной прокатки из стали 9Х2МФ-Эл с низким содержанием неметаллических включений, газов, примесей цветных металлов, что обеспечило двукратное повышение стойкости валков.

Разработки авторов по запорной и регулирующей арматуре из углеродистых и нержавеющей сталей внедрены на следующих атомных электростанциях: Курская, Смоленская, Ленинградская, Балаковская, Калининская, Нововоронежская, Запорожская, Ровенская, Хмельницкая, Южноукраинская.

Заготовки роторов ЦВД и ЦСД паровых блоков ССКП прошли аттестацию для Тяньваньской АЭС (Китай).

На ЗАО «Энергомаш (Белгород) – БЗЭМ» в 2010–2012 гг. выпущено более 2500 тонн труб, изготовленных методом ЭШП, изготовлены и поставлены трубопроводы из труб ЭШП на тепловые и атомные станции России и стран СНГ: Киришская ГРЭС, Краснодарская ТЭЦ, Адлерская ТЭС, Няганская ГРЭС, Гусиноозерская ГРЭС, ТЭС г. Аксу (Казахстан), Экибастузская ГРЭС-1 (Казахстан), Нижнекамская ТЭЦ, генерирующие объекты

## Рецензии

---

МОСЭНЕРГО, Череповецкая ГРЭС, Серовская ГРЭС, Ростовская АЭС (3-й блок).

По результатам проведенной работы опубликовано в научных журналах и сборниках 18 статей. В процессе работы подано 15 заявок на предполагаемые изобретения, по которым получено 10 патентов РФ.

Подтвержденный экономический эффект от реализации результатов работы в 2012 г. составил 245,9 млн рублей. Расчетный экономический эффект от внедрения разработок авторов по технологии ЭШП оценивается суммой около 2821,6 млн рублей, по технологии ЭЛП – 504 млн рублей.

В целом, по совокупности высокой научной

новизны результатов комплексных исследований в области передовых технологий спецметаллургии, практической значимости, решенных авторами технических и технологических задач, объема внедрения и экономического эффекта, рассматриваемая работа является высокоактуальной и важной научно-исследовательской разработкой широкого и перспективного практического применения и заслуживает присуждения премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Рассмотрение личного участия каждого из авторов и авторского коллектива в целом подтверждает их творческий вклад в успешное выполнение работы.

*Рецензент И.В. Чуманов*

**Чуманов Илья Валерьевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой общей металлургии, Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Златоусте. 456209, Челябинская обл., г. Златоуст, ул. Тургенева, 16. Тел.: (3513)665829. E-mail: chiv71@susu.ac.ru.

**Chumanov Il'ya Valer'evich**, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, chiv71@susu.ac.ru.