

ОТЗЫВ

отечественного научного консультанта на диссертационную работу Попова Федора Евгеньевича на тему:

«Разработка и исследование технологии получения дисперсно-армированной стали для использования в ядерной энергетике», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – «Металлургия чёрных и цветных металлов»

Диссертационная работа Попова Фёдора Евгеньевича на тему «Разработка и исследование технологии получения дисперсно-армированной стали для использования в ядерной энергетике» представляет собой целостное междисциплинарное исследование в области металлургии, материаловедения и обработки металлов давлением, посвящённое исследованию и разработке новых методов получения высококачественной дисперсно-армированной стали с применением методов жидкой металлургии и интенсивной пластической деформации. Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список использованных источников и приложения.

Во введении автор убедительно обосновывает актуальность работы, связанную с необходимостью создания новых конструкционных материалов для ядерной энергетики с улучшенными свойствами и технологичностью. Сформулированы основные цели и задачи исследования, обоснованы научная новизна и практическая значимость результатов исследования, выведены четыре положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен детальный анализ существующих методов производства дисперсно-армированных сталей, включая порошковую металлургию, механическое спекание, селективное лазерное плавление и традиционную жидкую металлургию. Особое внимание уделено анализу недостатков и, особенно, технологических ограничений наиболее изученных и применяемых инновационных методов, что позволило обосновать выбор в пользу традиционной жидкой металлургии как наиболее перспективного подхода для промышленного производства дисперсно-армированных сталей. Важно отметить обнаруженный существенный недостаток знаний в выбранной области, что обосновывает научную новизну и придаёт работе фундаментальный характер.

Во второй главе автор проводит масштабное поисковое исследование различных методов введения оксидных частиц в расплав стали. Впервые выполнено систематическое сравнение экзогенных и эндогенных способов легирования, что позволило определить оптимальные условия формирования упрочняющих частиц в стальной матрице. Работа включает детальный микроструктурный анализ с применением просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии и иных аналитических инструментов.

Третья глава посвящена изучению реологических свойств полученного материала и обработке слитка методами интенсивной пластической деформации. Проведённые пластометрические исследования позволили оценить реологические свойства стали при различных температурно-деформационных условиях. На основе впервые созданной базы данных материала было проведено компьютерное моделирование методом конечных элементов процессов ИПД, включая радиально-сдвиговую прокатку (РСП) и всестороннюю ковку. По результатам моделирования было подтверждена перспективность обработки слитка методом РСП для улучшения характеристик материала.

В четвёртой главе исследовано влияние РСП на эволюцию микроструктуры и механические свойства стали. Показано, что применение радиально-сдвиговой прокатки

позволяет достигнуть ультрамелкозернистой структуры с размером зерна в периферийной части в промежутке 400–800 нм и значительно улучшить эксплуатационные характеристики материала. Также метод РСП подтвердил перспективность диспергирования и дробления упрочняющих включений в матрице стали с конечными размерами 50–150 нм.

По результатам работы была разработана новая технология производства оксидно-дисперсно армированной стали, использующая методы традиционной жидкой металлургии и последующей обработки методом РСП. Полученная сталь имеет необходимую структуру, размер и дисперсность упрочняющих включений, и механические свойства для использования в качестве исходного материала для производства деталей атомной промышленности согласно стандартам ASTM.

По результатам работы опубликовано 8 научных статей, включая 5 публикаций в рецензируемых журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, 1 статья входит в перечень изданий, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан, а также 2 статьи в сборниках международных конференций.

Диссертационная работа Попова Ф.Е. является актуальным, завершённым научным исследованием, обладающим значительной теоретической и практической ценностью. Полученные результаты подтверждены комплексными экспериментальными исследованиями, опубликованы в авторитетных научных изданиях и имеют перспективы для промышленного внедрения. Работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора философии (PhD).

Диссертация Попова Ф.Е. выполнена в рамках грантового проекта **AP09259982** на тему «Разработка и исследование технологии получения дисперсно-армированной стали для использования в ядерной энергетике». По результатам проведённых исследований соискателем опубликовано 6 научных статей, 5 из которых проиндексированы в базе Scopus. Кроме того, автор представил 2 тезиса в рамках проведённой работы на международных научных конференциях.

По результатам научной деятельности Попова Ф.Е. считаю возможным допустить его до публичной защиты данной диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – «Металлургия чёрных и цветных металлов».

доктор PhD, научный сотрудник
Назарбаев Университет,
010000, г. Астана, Республика Казахстан
тел.: +7 (707) 710-4184
e-mail: alexandr.arbuz@nu.edu.kz



Арбуз А.С.