

О Т З Ы В

на диссертационную работу Кудрявцева Алексея Сергеевича на тему: „Создание 12 % хромистой стали для парогенератора реакторной установки с натриевым теплоносителем повышенного срока эксплуатации”, представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – „Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов”.

ЦНИИ НИИ «ПРОМСТАЛЬ»	
Вх. № 676/17-2012	в ДЕЛО
«22» 02 2014г.	№
Осн. 3	п. 12
Трип.	подп.

„Реакторы на быстрых нейтронах – не просто этап в развитии науки и техники, а будущее всей атомной энергетики” – эти слова академика Лейпуского А.И. полностью раскрывают актуальность диссертационной работы Кудрявцева Алексея Сергеевича. Реализуемая в Российской Федерации задача создания и развития атомной энергетики на быстрых нейтронах не может быть решена без создания конструкционных материалов, способных обеспечить долговременную и безопасную эксплуатацию реакторных установок большой мощности с натриевым теплоносителем БН -1200М.

В диссертационной работе Кудрявцева А. С. представлены результаты законченной большой и нужной для страны работы: разработки и практического опробования новой марки стали для изготовления парогенераторов к реакторам БН-1200М, а также всей технологии её производства. Проведённый автором подробный анализ опыта использования для подобного рода изделий применяющихся в настоящее время сталей марок 10X2М, 10X18Н10 доказал необходимость создания более жаропрочной и радиационно-стойкой стали. Принятая автором последовательность изложения результатов даёт последовательно утвердительные ответы на все поставленные вопросы: – сталь имеет требуемую жаропрочность и радиационную стойкость, – технический уровень отечественной металлургии позволяет получать сталь марки 07X12НМФБ и изделия из неё требуемой номенклатуры и качества. Это позволяет сделать суммарное заключение: применение разработанной стали позволит реализовать проект РУ БН-1200М и обеспечить при этом требуемую безопасность.

В научной новизне диссертационной работы Кудрявцева А. С. стоит отметить следующие положения, доказанные автором в экспериментах и исследованиях.

1. Представлены количественные данные о показателях сопротивления стали 07X12НМФБ ползучести.

2. Дано структурное объяснение наблюдаемых изменений механических характеристик в процессе длительного термического влияния и сформулированы принципы для снижения интенсивности процессов деградации свойств через введение в химический состав азота и оптимизации соотношения Nb/V.

3. Предложен новый показатель баланса феррито- и аустенито-стабилизирующих элементов в виде $Cr_{экв} / Ni_{экв}$. ($Cr_{экв} / Ni_{экв}$ должен быть 3,05 и менее), удачно описывающий склонность сталей группы 07X12НМФБ при небольших варьированиях состава к образованию в структуре δ -феррита, а через него – и способность к большой пластической горячей деформации.

Наиболее важное значение работы Кудрявцева Алексея Сергеевича – это её практическая значимость. Разработка полного технологического цикла получения стали 07X12НМФБ и производства из неё изделий заданной массы и формы позволяет отечественной атомной отрасли выйти на новый, более высокий уровень в производстве атомных реакторов на быстрых нейтронах.

Представленная на рассмотрение диссертационная работа Кудрявцева А.С. не свободна от недостатков. Наиболее важный недостаток – это весь раздел 5.2.3., изложенный на стр. 122 – 133 диссертации и посвящённый анализу превращений δ -феррита в аустенит при нагреве стали 07X12НМФБ под ковку и прокатку. Автор апеллирует к рисунку 5.4 (стр 117) с результатами компьютерного моделирования структуры исследуемой стали при небольшом варьировании её состава, не обращая внимания на абсурдность полученных цифр – содержание δ -феррита до 80 – 97 % для плавки с самым большим его содержанием (из эксперимента ~ 56 %), да ещё при самых низких температурах нагрева 800 - 900 °С, а дальше и опирается на эти модельные данные. Превращения „мартенсит → δ -феррит” исследуется автором с помощью трёх методик: дилатометрической, калориметрической и с помощью рентгена. На дилатометрических кривых (рисунки 5.7) в характерных точках (~ 1150 -1170 °С) наблюдается либо укорочение, либо удлинение образца, но и то и другое приписывается сопревращениям „ δ -феррит ↔ аустенит”. На калориметрических кривых (рисунки 5.8.) присутствуют несколько перегибов при разных температурах, но автор без объяснений обращает внимание только на самые высокотемпературные, как связанные с δ -ферритом. Все эти неудачные анализы опровергаются данными рентгеновских измерений, из которых ясно видно: в структуре стали 07X12НМФБ при температурах 850 - 900 °С есть только α -феррит в виде отпущенного мартенсита (а значит эти температуры пока ещё ниже A_{c3}), и только начиная с температуры нагрева ~ 1150 °С в структуре начинает появляться δ -феррит. Тогда всё становится на свои места с общепринятой точки зрения на последовательность и температурные интервалы наблюдения всех структурных изменений, связанных с δ -ферритом.

Есть и более „мелкие” замечания по тексту диссертации. Например, совершенно непонятно, о чём идёт речь на стр. 93 диссертации во фразе „...в феррите (по тексту

речь идёт о полигональном феррите (подразумевается, может быть – δ-феррит?), наблюдающемся в структуре стали 07X12НМФБ после окончательной термической обработки, существенно меньше центров кристаллизации.”

Так или иначе, недостатки находятся всегда, но их критичность - различна. В данной работе экспериментально найдены требуемые параметры технологического процесса получения изделий, а научная составляющая их описания может быть скорректирована.

Общее заключение по диссертационной работе Кудрявцева Алексея Сергеевича:

- представленный труд соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям, представляемым к соисканию на учёную степень доктора технических наук;
- это законченная научно-техническая работа, соответствующая по квалификации, содержанию, практической значимости, научному уровню и изложению докторской диссертации;
- тематика и представленные результаты соответствуют специальности 2.6.1 – „металловедение и термическая обработка металлов и сплавов”.

Кудрявцеву Алексею Сергеевичу может быть присвоена учёная степень доктора технических наук по специальности 2.6.1 – „металловедение и термическая обработка металлов и сплавов”.

Отзыв предоставлен

Беломытцевым Михаилом Юрьевичем

(тел 8-495-251-84-70, эл. адрес myubelom@yandex.ru; почт. адрес г.Москва, ул.Грузинский вал, д.26, кв.218)

доктором технических наук, профессором кафедры металловедения и физики прочности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования „Национальный исследовательский технологический университет „МИСИС“ (НИТУ МИСИС).

г. Москва, 31 января 2024 г.

Подпись Беломытцева М.Ю. подтверждаю:

ПОДПИСЬ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ МИСИС

