

ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 484/1926/22	в ДЕЛО
16» 02 2024 г.	№
Осн. 3 л.	подп.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кудрявцева Алексея Сергеевича на тему: «Создание 12% хромистой стали для парогенератора реакторной установки с натриевым теплоносителем повышенного срока эксплуатации», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metalliv i splavov.

**Актуальность работы.** В стратегии развития атомной энергетики, принятой Госкорпорацией «Росатом», предусмотрено создание двухкомпонентной ядерной энергетической системы, ключевую роль в которой отводится реакторам на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Положительный опыт эксплуатации реакторных установок БН-600 и БН-800 стал фундаментом для дальнейшего развития быстрых натриевых реакторов и проектирования БН-1200М.

Конкурентоспособность реакторной установки невозможно было бы обеспечить без применения инновационных конструкторских и проектных решений, в том числе в отношении парогенератора.

Традиционно, с целью обеспечения ремонтнопригодности и высокого уровня безопасности, для РУ БН применялись парогенераторы с разделением функций испарения воды и перегрева пара по отдельным модулям.

В результате решения задачи по снижению металлоемкости был предложен переход от секционно-модульной конструкции парогенератора к корпусной, при которой функции испарителя и перегревателя реализованы в едином корпусе, что стало возможным при внедрении новой хромистой стали мартенситно-ферритного класса марки 07X12НМФБ.

**Цель работы.** Диссертационная работа Кудрявцева А.С. посвящена созданию жаропрочной коррозионно-стойкой стали и технологии её производства для парогенератора реакторной установки большой мощности (БН-1200М) с натриевым теплоносителем.

Выполнение работы было основано на сочетании теоретического исследования с получением, систематизацией и обобщением результатов экспериментальных исследований с дальнейшей проработкой и уточнением полученных результатов при проведении промышленных экспериментов.

Цель и задачи работы были успешно решены автором. Наиболее интересными, мне показались, полученные автором результаты по определению технологичности стали 07X12НМФБ при пластическом деформировании за счёт введения требования к химическому составу допустимого значения отношения хромового эквивалента к никелевому, равного 3,1, и ограничением по температуре нагрева стали под закалку (меньше 1150 °С).

**Научная новизна** не вызывает сомнений так как разработана новая 12%-ная хромистая сталь 07X12НМФБ мартенситного класса, комплексно легированная углеродом, азотом, хромом, никелем, марганцем, ванадием, ниобием, молибденом, бором, ориентированная на обеспечение служебных характеристик материала парогенератора новой реакторной установки большой мощности с натриевым теплоносителем.

**Практическая значимость** работы также не вызывает сомнений, так как:

- разработана жаропрочная коррозионно-стойкая сталь марки 07X12НМФБ;
- обоснован переход от секционно-модульной концепции парогенератора к двухкорпусной, реализованной за счет применения новой стали;
- разработаны режимы горячей пластической деформации и окончательной термической обработки новой стали;
- разработанная сталь прошла промышленное освоение на отечественных металлургических предприятиях;
- оформлены в установленном порядке ТУ на поставку заготовок;
- новая сталь включена в различные типы нормативной документации.

**Достоверность результатов** обеспечена применением стандартных и специально созданных методов исследования, использованием современного оборудования для исследования структуры и физических свойств, воспроизводимостью полученных данных, большим объемом экспериментов по обоснованию технологии деформирования, положительными результатами промышленного освоения стали.

Результаты исследований прошли промышленную **апробацию** при внедрении технологических режимов и изготовлении широкого ассортимента заготовок из стали марки 07X12НМФБ на отечественных металлургических предприятиях и на пяти значимых международных специализированных материаловедческих конференциях.

Вклад автора при обработке, анализе и интерпретации результатов, выполненных лично и в соавторстве, является определяющим.

Основное содержание работы опубликовано в достаточном количестве статей, рекомендованных ВАК, патентах и публикациях из SCOPUS.

В целом, результаты, полученные в работе, хорошо согласуются с современными общепринятыми представлениями материаловедения и не противоречат данным научно-технической литературы, что также подтверждает справедливость полученных результатов и выводов.

Имеется ряд замечаний по автореферату:

1. Из автореферата следует, что рост объемной доли  $\delta$ -феррита приводит к снижению сопротивления хрупкому разрушению и поэтому технология изготовления стали 07X12НМФБ направлена на снижение содержания  $\delta$ -

феррита в стали. Какие параметры технологии изготовления стали максимально снижают объемную долю феррита?

2. Из текста автореферата не ясно, проводилась ли оценка влияния параметров старения (температуры и времени старения) на длительную прочность и пластичность стали 07X12НМФБ?

На основе изучения автореферата диссертационной работы Кудрявцева А.С. считаю, что высказанные замечания не снижают значимости представленной работы, а сама работа является законченным научным исследованием с высоким уровнем научной новизны и, особенно, практической значимости. Диссертационная работа, посвященная решению важной научно-хозяйственной проблемы, созданию 12%-ной хромистой стали для парогенератора реакторной установки с натриевым теплоносителем повышенного срока эксплуатации, соответствует требованиям пунктов 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, а ее автор Кудрявцев Алексей Сергеевич заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Неустроев Виктор Степанович,  
доктор технических наук, с.н.с.  
Главный научный сотрудник

06.02.2024



Подпись, расшифровка подписи

Наименование организации: Акционерное общество «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (АО «ГНЦ НИИАР»)

Почтовый адрес: 433510, Ульяновская область, г. Димитровград, Западное шоссе, 9

Телефон: 8(84235)72992

Электронная почта: [neustroev@niiar.ru](mailto:neustroev@niiar.ru)

Подпись Неустроева В.С. удостоверяю:

Ученый секретарь АО «ГНЦ НИИАР»,  
кандидат физико-математических наук



Д.А. Корнилов

Подпись, расшифровка подписи

Печать