



Акционерное общество «Корпорация Красный октябрь»

Юридический (почтовый) адрес: проспект имени В.И.Ленина, д.110, комната 4.20

Волгоград, Российская Федерация, 400007

тел.: +7(8442)748-777; факс: +7(8442)748-888; 748-999

E-mail: info@vmkko.ru www.vmkko.ru

НИИ «Курчатовский институт» ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 341/17-26/12	ДЕЛО
01.02.2024	№
Осн. 3 л.	подп.
Прил. - л.	

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации КУДРЯВЦЕВА АЛЕКСЕЯ СЕРГЕЕВИЧА «Создание 12% хромистой стали для парогенератора реакторной установки с натриевым теплоносителем повышенного срока эксплуатации», представленного для защиты на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Целью своей диссертационной работы Кудрявцев А.С. определил создание жаропрочной коррозионностойкой стали и технологии ее производства для парогенератора реакторной установки большой мощности (БН-1200М) с натриевым теплоносителем со сроком службы не менее 240 тыс.ч.

Анализ повреждения и старения материалов, эксплуатирующихся в составе парогенератора действующих реакторных установок с натриевым теплоносителем, показывает необходимость использования для парогенераторов новой конструкции (а именно, корпусных, вместо секционно-модульных) новых конструкционных материалов с повышенной до 527°C максимальной температурой эксплуатации, а также увеличенным до 30 лет (240000 ч) сроком службы. Новый материал должен быть жаропрочным и коррозионностойким, в том числе стойким против коррозионного растрескивания как хлоридного, так и щелочного.

Несомненно, представленная цель **актуальна и востребована** в производстве основного конструкционного материала парогенератора Н-532 реакторной установки БН-1200М. Более того, разработка химической композиции 12% хромистой стали, ориентированной на обеспечение служебных характеристик материала в условиях эксплуатации парогенераторов нового типа, а также разработка режимов горячей пластической деформации и окончательной термической обработки стали для обеспечения оптимального сочетания сопротивления хрупкому разрушению и механических свойств, вносит значительный вклад в развитие металловедения жаропрочных и коррозионностойких сталей и сплавов.

С использованием установленных закономерностей обеспечения жаропрочности за счет формирования в структуре стали при отпуске наноразмерных карбонитридов ванадия и ниобия при легировании азотом в пределах от 0,04 до 0,06%, и формирования максимального уровня сопротивления хрупкому разрушению при сохранении высокого уровня прочностных свойств в результате проведения термообработки: закалка с

**АО «Корпорация Красный
октябрь»**

температуры 1050° С, с последующим отпуском при температуре 750°С не менее 10ч, на практике решаются важные задачи перехода от секционно-модульной концепции парогенератора к двухкорпусной, что позволяет снизить удельную металлоемкость парогенератора РУ БН-1200М более, чем в 3 раза по сравнению с парогенератором РУ БН-800, и повысить конкурентоспособность реакторной установки в целом.

Впервые, диссертантом установлено изменение фазового состава стали 10Х2М (ранее применялась для производства парогенераторов) в результате термического старения, приводящее к снижению предела текучести и длительной прочности. Разработана химическая композиция стали 07Х12НМФБ, за счет комплексного легирования обеспечиваются формирование мартенситной структуры с минимальным содержанием структурно-свободного феррита и высокие служебные характеристики материала. Установлены механизмы формирования высокого уровня кратковременной и длительной прочности стали марки 07Х12НМФБ путем создания барьеров (карбидов и нитридов ванадия), тормозящих перемещение дислокаций и границ субзерен. Установлено влияние химического состава стали марки 07Х12НМФБ на ее деформационную способность при температурах горячей деформации, определено допустимое значение отношения хромового к никелевому эквиваленту с целью снижения вероятности трещинообразования в полуфабрикатах. Разработан режим термообработки стали для получения оптимального сочетания сопротивления хрупкому разрушению и механических свойств при растяжении. Определено значение температуры начала ползучести и установлены структурные изменения, которые претерпевает сталь 07Х12НМФБ при температурах 600 °С и выше, приводящие к снижению длительной прочности (образование частиц фазы Лавеса, растворение карбонитридов ванадия при формировании Z-фазы). Изучены явление снижения длительной прочности сварных соединений, установлена его природа и значение коэффициента снижения длительной прочности сварных соединений.

Кроме того, на основании результатов выполненных исследований в условиях промышленного производства изготовлены опытные партии требуемого для парогенератора РУ БН-1200М сортамента заготовок, и разработана и оформлена технологическая инструкция «Горячая пластическая обработка и термическая обработка основного металла и сварных соединений стали марки 07Х12НМФБ» и технические условия на поставку заготовок.

Результаты испытаний опытных образцов стали марки 07Х12НМФБ в различных средах показали соответствие материала требованиям, предъявляемым к конструкционным материалам парогенераторов, и позволили рекомендовать ее для применения в качестве конструкционного материала для реакторной установки БН-1200М.

Данная работа имеет не только научный интерес, но была использована производителями стали на металлургических предприятиях страны: филиал АО «АЭМ-технологии» «АЭМ-Спецсталь», ПАО «Челябинский металлургический комбинат», ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ», ПАО «Ашинский метзавод» и др. при выплавке и производстве кованных трубных и листовых заготовок, бесшовных горячепрессованных и холоднокатаных труб и горячекатаных и холоднокатаных листов.

Личный вклад автора при выборе направления исследования, постановке задачи, разработке программы исследования, обработке, анализе и интерпретации результатов является определяющим.

Результаты работы, проведенной Кудрявцевым А.С., соответствуют требованиям ВАК к докторским диссертациям по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

**АО «Корпорация Красный
октябрь»**

Не вызывает сомнений, что диссертационная работа Кудрявцева А.С, заслуживает положительной оценки, а автор достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.

Рецензент:

Главный инженер
АО «Корпорация Красный октябрь»

 А.С. Жуков



**АО «Корпорация Красный
октябрь»**