



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника УрИ ГПС  
МЧС России по научной работе

 М. Ю. Порхачев

10 декабря 2018 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Куклиной А.А.

**«Расчетно-экспериментальная кинетика бейнитного превращения  
среднеуглеродистых конструкционных сталей в изотермических  
условиях и при непрерывном охлаждении»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Тема диссертационной работы Куклиной А.А. актуальна, поскольку до сих пор бейнитное превращение является сложным и до конца не изученным процессом. Многочисленные факторы (содержание углерода и легирующих элементов, температурный диапазон превращения и др.) влияют на механизм и кинетику распада переохлажденного аустенита. Исследование бейнитной структуры традиционными металлографическими методами также имеет свои особенности и сложности, так как довольно сложно определить морфологию бейнита, а следовательно, и количественное соотношение верхнего и нижнего бейнита в смешанных структурах, формирующихся при непрерывном охлаждении.

Для достижения поставленных целей диссертантом были выбраны как традиционные методы исследований (оптическая и электронная микроскопия, рентгено-структурный анализ, дюрометрия, дилатометрия), так и современные (электронно-ионная микроскопия с возможностью регистрации и анализа картин дифракции, атомно-силовая микроскопия с возможностью построения трехмерных моделей поверхностного рельефа структурных составляющих). Все полученные экспериментальные и расчетные данные проверялись на адекватность путем расчета коэффициента детерминации.

Структура экспериментальных глав в полной мере отражает научный подход к исследованию кинетики бейнитного превращения. По моему мнению наибольший научный интерес имеет логистическое уравнение описания кинетики бейнитного превращения, протекающего как в изотермических условиях, так и при непрерывном охлаждении. Расчетные

данные показали большую близость к экспериментальным данным, чем при использовании уравнения Комогорова-Джонсона-Мейла-Авраами. Сделано предположение о физическом смысле коэффициента  $b$  в предлагаемом уравнении. Экспериментальные данные о размерах субпластин бейнита в зависимости от температуры превращения хорошо согласуются с теорией зародышевых центров бейнитного превращения и термической активацией диффузионных процессов роста бейнитных пластин. Использование имитационного моделирования позволило установить количественное влияние числа зародышевых центров на скорость бейнитного превращения.

Полученные результаты исследования апробированы путем разработки режима окончательной термической обработки буровых коронок из стали 25Г2С2Н2МА, что позволило повысить ударную вязкость в 4 раза при сохранении прочностных характеристик по сравнению с существующим режимом.

В качестве замечания можно отметить следующее. При формировании гетерогенных мартенсито-бейнитных структур не всегда наблюдается линейная зависимость твердости структуры от объемной доли бейнита. Для среднеуглеродистых легированных сталей возможно повышение твердости при наличии бейнитной составляющей порядка (20 – 30) % .

В целом диссертационная работа Куклиной А. А. является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком уровне, развивающей теорию и практику металловедения и соответствующей установленным требованиям. Куклина Александра Александровна заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Профессор кафедры «Пожарная безопасность в строительстве»

к.т.н. (специальность 05.16.01), доцент

Елена Павловна Воробьева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский институт Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

Телефон: +79089113505

E-mail: ylena.vorobeva.55@mail.ru

620062, Свердловская область, город Екатеринбург, улица Мира, дом 22