

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шабурова Андрея Дмитриевича
«Теоретические и технологические аспекты энергосберегающей
противофлокеной обработки поковок с использованием внепечного
замедленного охлаждения в термосах с учетом эффекта захвата водорода ловушками»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Рост требований к качеству металлопродукции, к экономической эффективности производства в условиях резко возросшей конкуренции на рынке производителей высококачественных изделий ответственного назначения обуславливает поиск новых технологических решений. Очевидно, что использование комбинированных способов совершенствования технологий дает наибольший эффект.

Основным направлением исследований диссертационной работы А.Д. Шабурова является разработка и обоснование сокращенной энергосберегающей противофлокеной обработки (ПФО) поковок посредством замедленного внепечного охлаждения в сочетании со снижением флокеночувствительности стали с помощью управления количеством диффузионно-подвижного водорода микролегирующими добавками.

В связи с этим диссертационную работу А.Д. Шабурова, направленную на совершенствование технологии ПФО, обеспечивающей значительный экономический эффект, а также на получение новых научных результатов, следует признать как весьма актуальную.

Для достижения цели диссертационной работы - разработки основ энергосберегающей технологии обработки поковок - были поставлены и решены различные задачи, основными из которых являются:

- разработка теоретических основ энергосберегающей технологии ПФО;
- тепловой расчет термоса для ПФО с минимизированными тепловыми потерями;
- расчет температурных полей и внутренних напряжений в поковках в зависимости от скорости непрерывного охлаждения;
- изучение кинетики выделения водорода из стали при изотермических выдержках и изменения концентрации водорода в поковках в ходе ПФО.

Основная научная новизна диссертационной работы заключается в развитии теории диффузионного выделения водорода из стали в процессе отжига и последующего охлаждения поковок в термосе, получении точной формулы уменьшения длительности ПФО при отжиге в печи и последующем охлаждении в термосе, расчете энергии связи атомов легирующего элемента и водорода для широкой группы элементов в стали, исследовании процессов ползучести при различных температурах и напряжении в стали 40ХГМ.

В теоретическом плане значимость работы заключается:

- в разработке теплофизической теории выделения водорода в условиях замедленного охлаждения, позволяющей количественно оценить степень сокращения длительности изотермического отжига в зависимости от скорости охлаждения;

- в анализе энергии захвата атомами легирующих элементов атомов водорода, что переводит последние в разряд диффузионно-неподвижных;

- исследовании процессов ползучести стали марки 40ХГМ и анализе напряженного состояния поковок с учетом и без учета релаксации напряжений.

С практической стороны - в разработке экономичного метода противоблоксной обработки, при котором выделение водорода из стали происходит не в печи, а в процессе замедленного охлаждения в термосах, что обеспечивает значительную экономию энергозатрат.

Однако, общеизвестное заключение, приводимое автором о пороговом значении содержания водорода в количествах (1,5-2,0) ppm для инициирования процессов флокенообразования, требует уточнения. Современные металлургические технологии позволяют получать металл с очень низким содержанием серы и неметаллических включений. Есть основания полагать, что в том числе и эти характеристики качества металла сдвинули пороговые значения безопасного содержания водорода до значений $\leq 0,5$ ppm уже в расплаве штамповых сталей. Получение такого уровня содержания водорода не всегда достижимо, особенно при ЭСП.

В связи с этим работы, направленные на снижение флокеночувствительности стали посредством связывания диффузионно-подвижного водорода с помощью микродобавок таких элементов, как Mg, Ca, Ti, V, Nb, Zr и PЗМ, как в отдельности, так и комплексно, имеют масштабную перспективу практического их использования.

При этом необходимо уточнить, что «эффект Архарова» (стр. 3 автореферата) - это снижение флокеночувствительности сталей за счет совместной внутренней (3-х мерной) адсорбции атомов гидридообразующих элементов и водорода на структурных неоднородностях стали. Зависимость флокеночувствительности конструкционных сталей от количества гидридообразующих элементов носит экстремальный характер, что свидетельствует о различной степени адсорбционного связывания водорода микролегирующими добавками. Приведенные в автореферате результаты температурных зависимостей растворимости водорода в некоторых сплавах железа (рис. 1 стр.8) имели бы больший научный и практический интерес при учете отмеченного выше характера взаимодействия водорода и гидридообразующих элементов.

Кроме того, на страницах 12 и 13 автореферата отмечается, что напряжения, приводящие к релаксации и ползучести стали, составляют ≈ 20 МПа. Считается, что напряжения, приводящие к ползучести стали, примерно равны пределу текучести при данной температуре. Например, для стали марки 40ХМ при температуре 600°C эти напряжения составляют 390 МПа, т.е. в 20 раз превышают напряжения, указанные в работе.

Приведенные в отзыве замечания не снижают научную и практическую значимость представленной работы.

Работа является законченным научно-исследовательским трудом, соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а сам автор Шабуров Андрей Дмитриевич заслуживает присуждения ему искомой степени.

Начальник сектора,
ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»

О.Н. Романов

26.02.14

Подпись к.т.н. Романова О.Н. удостоверяю

Ученый секретарь
ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»
кандидат технических наук



Б.В. Фармаковский

Адрес: 191015, Санкт-Петербург, ул. Шпалерная, 49, e-mail: mail@crism.ru

ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»

Начальник сектора Романов Олег Николаевич,

контактный телефон: (812) 274-12-30