



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ

Уральского отделения Российской академии наук

(ИМЕТ УрО РАН)

Амундсена ул., д. 101, г. Екатеринбург, 620016

Тел. (343) 267-91-24, факс (343) 267-91-86

E-mail: admin@imet.mplik.ru

ОКПО 04683415

12.02.2014 № 16352-02/99

На № _____ от _____

Ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.298.01 при ФГБОУ ВПО
«Южно-Уральский государственный
университет (НИУ)»

д.ф-м.н. Д.А. Мирзаеву
454080, г. Челябинск, пр. В.И. Ленина,
76

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Шабурова Андрея Дмитриевича**
«Теоретические и технологические аспекты энергосберегающей
противофлокенной обработки поковок с использованием внепечно-
го замедленного охлаждения в термосах с учетом эффекта захвата
водорода ловушками», представленной на соискание ученой степе-
ни кандидата технических наук по специальности 05.16.01 –
Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Дефицит стального лома – основного сырья электросталеплавильных пред-
приятий – приводит к тому, что предприятия вынуждены использовать большое
количество низкокачественного лома, в том числе сильно заржавленного. Ржав-
чина – водный оксид железа, вносящий в шихту водород. Еще одной проблемой
отечественных металлургов является нестабильность качества извести, что также
обостряет проблему водорода в стали. И даже после вакуумирования стали, при-
водящего к снижению содержания водорода в жидкой стали до 0,5-1 ppm, воз-
можно ее наводороживание во время дальнейших технологических операций (на-
пример, ввод силикокальция после вакуумирования повышает содержание в ней
водорода в среднем на 0,5 ppm, но есть и случаи 1 ppm). Таким образом, возмож-
ности металлургов, работающих с жидким металлом, по обеспечению безопасных
содержаний водорода до некоторой степени ограничены. Поэтому очевидна **ак-
туальность задачи** по разработке эффективных способов снижения отрицатель-
ного влияния водорода на свойства затвердевшей стали, при ее дальнейшей пере-
работке в кузнечном производстве.

Для решения данной задачи автором проведен большой объем промышлен-
ных исследований, моделирования и расчетов, что в комплексе с хорошим соот-
ветствием расчетных и экспериментальных данных, практической реализацией
предложенных решений обеспечивает **достоверность и обоснованность** выводов
и положений работы.

Проведенные автором исследования отличаются **научной новизной**:

1. Развита теория диффузионного выделения водорода из стали в процессе

охлаждения поковок в термосе с небольшой скоростью. Получена точная формула для времени, на которое можно уменьшить длительность противоблоксированного изотермического отжига в печах при использовании термосов.

2. Исследованы процессы ползучести при различных температурах и напряжениях в стали 40ХГМ и получено уравнение ползучести, позволяющее рассчитывать эффекты релаксации напряжений при использовании программного комплекса ANSYS.

3. Выполнен расчет напряжений, возникающих при охлаждении поковок от температуры, изотермического отжига до комнатной с учетом и без учета релаксации напряжений. Учет эффекта релаксации оказывает существенное влияние на распределение напряжений и уменьшает их величину. Данный эффект приводит к смене знака от растяжения к сжатию на поверхности поковки и препятствует образованию флокенов.

4. Рассчитаны энергии связи атомов легирующего элемента и водорода для широкой группы элементов в стали, которую можно рассматривать как параметр захвата атомов водорода.

5. Проведен тепловой расчет термоса, важный для оптимизации конструкции и позволяющий выявить места тепловых потерь.

Значимой является и **практическая часть работы**, заключающаяся во внедрении экономичного способа противоблоксированной обработки в термосах.

По автореферату диссертации имеется несколько **вопросов и замечаний**.

1. В работе проведены расчеты энергии связи для легирующих элементов. Есть ли подобные данные для примесных элементов (O, S, P и т.д.)? Оказывают ли влияние оксидные неметаллические включения на поведение водорода в поковках? Какие можно сделать практические рекомендации «сталеплавильщикам» с этих позиций?

2. Из информации, представленной в автореферате можно сделать вывод, что подавляющая часть исследований проводилась на стали 40ХГМ. Можно ли применять результаты исследований, либо разработанные методики к другим сталям?

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от представленной работы. Она отвечает требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор, **Шабуров Андрей Дмитриевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заведующий лабораторией пирометаллургии
черных металлов ИМЕТ УрО РАН, д.т.н.

Шешуков Олег Юрьевич

Старший научный сотрудник лаборатории
ПЧМ в ИМЕТ УрО РАН, к.т.н.

Некрасов Илья Владимирович

Подписи Шешукова О.Ю. и Некрасова И.В. заверяю
Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН,
к.х.н.



Пономарев Владислав Игоревич

10.02.14