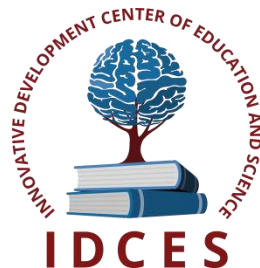


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Проблемы и достижения в науке и технике

Выпуск IV

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 мая 2017 г.)**

г. Омск

2017 г.

Проблемы и достижения в науке и технике. / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 4, г. Омск, 2017. 102 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Э.К. (г. Москва), кандидат технических наук Белоусов М.В. (г. Екатеринбург), доктор физико-математических наук, профессор Будагян И.Ф. (г. Москва), доктор технических наук Бунаков П.Ю. (г. Коломна), кандидат технических наук Валеев А.Р. (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Л. И. (г. Саратов), профессор, академик МАНЭБ, заслуженный ветеран СО РАН Галкин А. Ф. (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова В.В. (г. Пенза), кандидат педагогических наук Давлеткиреева Л.З. (г. Магнитогорск), доцент доктор технических наук, профессор Дадашев М.Н. (г. Москва), доктор технических наук, профессор Денисов В.Н. (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров А. Б. (г. Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов М.Ж. (Узбекистан, г. Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Р.П. (г. Волгоград), кандидат технических наук Иванов В.И. (г.Москва), кандидат технических наук Ключева И.В. (г. Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко В.Т. (г. Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский С.В. (Украина, г. Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Ю. А. (г. Москва), кандидат физико-математических наук Лапушкин Г.И. (г. Москва), кандидат технических наук Мостовой А.С. (г. Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Н.И. (Белоруссия, г. Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин В.В. (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко О.В. (г. Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Г. В. (г. Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Я.А. (г. Волгоград), кандидат технических наук Решетняк С. Н. (г. Москва), инженер, аспирант Рычков Е.Н. (Франция, г.Пуатье), доктор химических наук Хентов В.Я. (г. Новочеркасск).

В сборнике научных трудов по итогам IV Международной научно-практической конференции **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, CAD, CAE (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	7
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00).....	7
ОПЕРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ И СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	
1 Выскуб В.Г., 2 Целищев В.С.	7
OPERATION ANALYSIS AND SYNTHESIS OF COMPLEX SYSTEMS	
Viktor Vyskub, Vladimir Tselischev	7
КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА	
ТЕКСТА	
Федюшкин Н.А., Федосин С.А.....	10
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	13
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00).....	13
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАНДЕМНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ	
В РОБОТОТЕХНИКЕ	
Мелещенко Д.И., Шурыгин А.А., Масюк В.М.	13
ТЕОРИЯ КИНЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ РАЗРУШЕНИЯ	
ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ	
Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Орлов Н.Б.	18
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И	
ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ УЗЛА ТОЛКАЮЩЕГО РОЛИКА ХОЛОДИЛЬНИКА	
Федоренко М.А., Бондаренко Ю.А.	21
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00).....	23
УПРАВЛЯЕМЫЙ ШУНТИРУЮЩИЙ РЕАКТОР ТРАНСФОРМАТОРНОГО	
ТИПА (УШРТ)	
Логинов О.Г.....	24
ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ ДОМА	
Раимова А. Т., Аносова С. В., Дмитриева А. В.	27
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ	
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00).....	30
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	30
ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕРМИЧЕСКОЙ	
ОБРАБОТКИ НА УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОЛОКИ	
ИЗ СТАЛИ 10	
Прудников А.Н., Прудников В.А.	30

2. <http://otoplenie-doma.org/geothermalnoe-otoplenie-doma.htm1>
3. <http://tep32.ru/stati/8/>

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

СЕКЦИЯ №7.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПРОВОЛОКИ ИЗ СТАЛИ 10

Прудников А.Н., Прудников В.А.

СибГИУ, РФ, г. Новокузнецк

Термоциклическая деформация (ТЦД), основанная на совместном воздействии температуры и деформации в области температур фазовых превращений или переменной растворимости элементов в твердых растворах, довольно часто применяется как упрочняющая обработка для различных металлов и сплавов [1,2,5-7,10]. В последние годы возрос интерес к ТЦД как к механизму, с помощью которого можно воздействовать не только на механические характеристики металлов и сплавов, но и на их тепловые, магнитные, электрические, а также эксплуатационные и другие свойства [3,4,8]. Причем, зачастую, это воздействие проявляется значительно интенсивнее после проведения последующей термической или термоциклической обработки материалов [4,7-8]. Поэтому в работе были исследованы свойства проволоки из низкоуглеродистой стали 10, изготовленной с использованием предварительной термоциклическойковки заготовок, и воздействие последующей термической обработки на ее удельное электрическое сопротивление.

В качестве материала исследования была взята низкоуглеродистая качественная сталь 10, выплавленная в ОАО «НКТМ» (г. Новокузнецк). Химический состав стали, определенный на эмиссионном спектрометре ARL 4460, приведен в таблице.

Таблица – Химический состав обрабатываемой стали 10

Марка стали	Содержание элементов, % (вес.)								
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu	Ni	Fe
10	0,08	0,23	0,46	0,016	0,014	0,01	0,04	0,04	ост.

На стадии переработки сляба в заготовку под прокат проводили деформационную термоциклическую обработку стали (ДТЦО). Обработка заключалась в термоциклической ковке на гидравлическом прессе в условиях кузнечно-термического цеха ОАО ЗСМК (г. Новокузнецк) по схеме однопроходной протяжки со степенью деформации 6-8 % в цикле. Количество циклов 10, температураковки 1250-1300°C. Более подробно технология ДТЦО приведена в работе [9]. В дальнейшем из стальной заготовки прокатывали катанку диаметром 80 мм на площадке строительного проката, из которой на проволоочном стане 250-1 сталепрокатного производства в ОАО ЗСМК изготавливали проволоку диаметром 3 мм. Отжиг и нормализацию образцов проводили в электрических печах типа СНОЛ. Для измерения электрического сопротивления образцов применяли двойной мост Томсона. Образцы имели следующие размеры 3×240 мм. Ошибка измерения сопротивления составляла $0,05 \cdot 10^{-8}$ Ом.

Микроструктура проволоки из стали 10, изготовленной с использованием предварительной циклическойковки, состоит из равномерно распределенных, зерен феррита и небольшого количества колоний перлита, расположенных по границам зерен, как и для листового проката [2]. Средний размер зерна

феррита в среднем составляет 6 мкм. Определение механических свойств проволоки из стали, изготовленной с ДТЦО, показало величину временного сопротивления разрыву $\sigma_b=320$ МПа, а относительное удлинение $\delta=33$ %. Удельное электрическое сопротивление составляет $18,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Для определения возможности снижения удельного сопротивления проволоки из стали 10 в работе было исследовано влияние температуры и времени последующей нормализации и отжига на его величину. Температуру нормализации и отжига изменяли от 100 до 900 °С через 100 °С. Результаты определения удельного электрического сопротивления образцов после термической обработки в течение 1 ч при различных температурах приведены на рисунке 1. Из анализа кривых «удельное электрическое сопротивление (ρ) – температура обработки» для нормализации и отжига проволоочных образцов из стали 10, изготовленной с ДТЦО, видно, что оба вида обработки снижают удельное электросопротивление стали. Причем наиболее существенное снижение величины удельного сопротивления начинается с 500 °С (4-5 %).

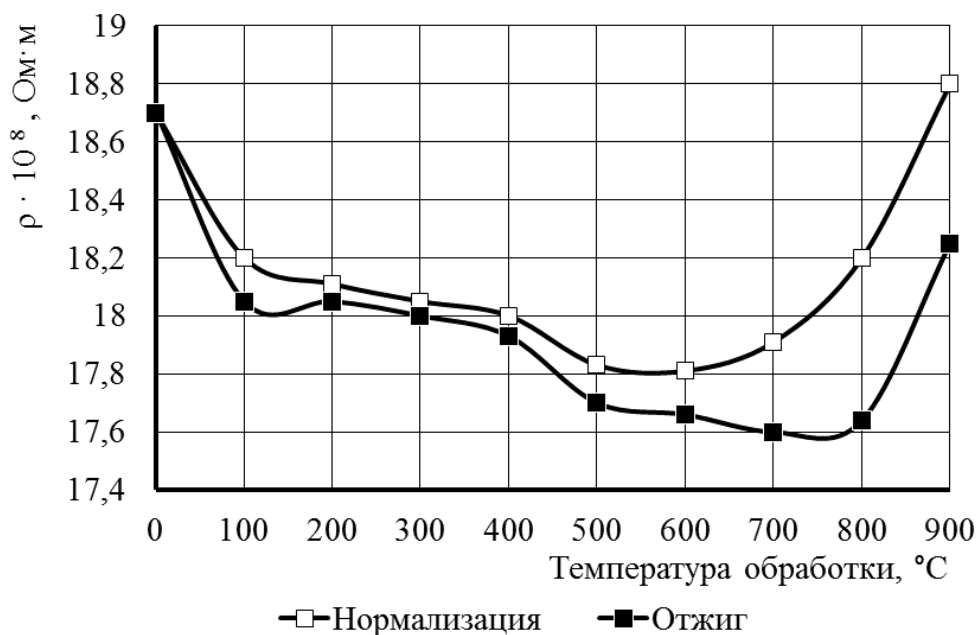


Рисунок 1 – Влияние температуры нормализации и отжига (время выдержки 1 ч) на удельное электрическое сопротивление (ρ) проволоки из стали 10, изготовленной с использованием ДТЦО.

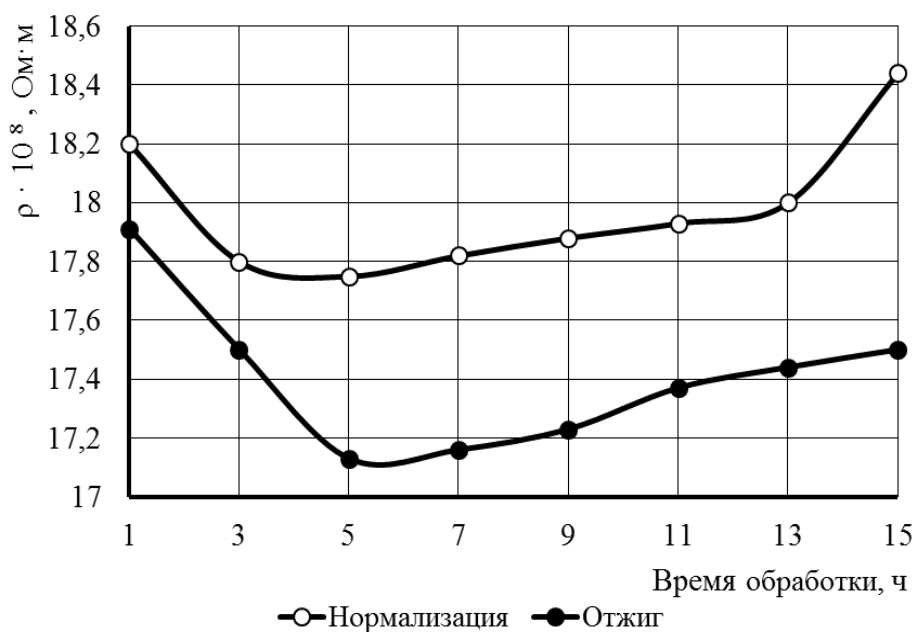


Рисунок 2 – Влияние времени нормализации и отжига при 700 °С на удельное электрическое сопротивление (ρ) проволоки из стали 10, изготовленной с использованием ДТЦО.

Такое снижение удельного сопротивления стали связано со снятием наклепа образцов, уменьшением количества дефектов кристаллического строения и внутренних напряжений, а также объемной доли перлита в структуре металла после обработки. Минимальное значение ρ для образцов из стали после обработки в течение 1 ч при различных температурах отмечается после отжига при 700 °С и составляет $17,6 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. При дальнейшем увеличении температуры термической обработки до 900 °С происходит резкое повышение величины удельного электрического сопротивления стали, что, по-видимому, объясняется увеличением зерна феррита и образованием частично видманштеттовой структуры. Для определения оптимального режима термической обработки проволоки из стали 10, было исследована зависимость удельного сопротивления от времени выдержки отжига и нормализации при 700 °С. Полученные результаты приведены на рисунке 2. Видно, что с увеличением времени выдержки при термической обработке проволоочных образцов из стали 10 величина удельного сопротивления снижается как при нормализации, так и при отжиге. Однако уровень снижения удельного сопротивления стали после отжига выше вследствие более низкой скорости охлаждения образцов с печью. Наименьшее значение ρ равное $17,13 \cdot 10^{-8}$ Ом·м соответствует режиму отжига: 700°С, время выдержки 5 ч. Эта величина на 8 % ниже удельного сопротивления проволоочных стальных образцов без термической обработки.

Таким образом, исследовано влияние предварительной термоциклическойковки при производстве проволоки из стали 10 и последующей термической обработки на ее свойства. Показана возможность снижения удельного электрического сопротивления проволоки из стали 10, изготовленной с ДТЦО, на 8 % за счет последующего отпуска при 700 °С в течение 5 ч.

Список литературы

1. Prudnikov A.N. Deformable heatproof tanscutectic sillumin for pistons // A.N. Prudnikov // Steel in Translation. – 2009.- Т. 39. – № 6. – С. 456-459.
2. Prudnikov A.N. Hardening low carbon steel 10 by using of thermalcyclic deformation and subseautent heat treatment// A.N. Prudnikov, V.A. Prudnikov // Materials science. Nonequilibrium pahse transformations. – 2016. – №4. – pp. 10-13.
3. Прудников А.Н. Влияние термоциклическойковки и последующего отжига на коэртитивную силу и линейное расширение стали 10 /А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2016.– № 3.– С. 451-456.
4. Прудников А.Н. Влияние термической обработки на электрические свойства низкоуглеродистой стали, изготовленной с использованием ДТЦО / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Инновации в машиностроении: Сб. материалов VII Межд. науч.-практ. конф.– Кемерово: КГТУ, 2015.– С. 377-380.
5. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтктические силумины // Технология металлов. – 2014. – № 2.– С. 8 - 11.
6. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.09 / НГТУ, Новосибирск, 2013. – 40 с.
7. Прудников А.Н Совершенствование термической обработки поршневых деформируемых силуминов с добавками фосфора и водорода / А.Н. Прудников / Обработка металлов (технология, обработка, инструменты). – 2009.–№1.– С. 8-11.
8. Прудников А.Н. Оценка воздействия термоциклической деформации и последующей термической обработки на электрофизические свойства низкоуглеродистой стали / А.Н. Прудников, В.А. Прудников и др. // Актуальные проблемы в машиностроении: – 2015.– №2.– С. 396-400.
9. Прудников А.Н. Оценка структуры, свойств и загрязненности неметаллическими включениями деформационно-термоциклически обработанной стали 10 / А.Н. Прудников, В.А. Прудников и др. // Металлургия: технологии, инновации, качество: Сб. материалов XIX Международной научно-практич. конф.– Новокузнецк: СибГИУ, 2015.– С. 35-39.
10. Федюкин В.К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин / В.К. Федюкин, М.Е. Смагоринский – Л. :Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989.– 255 с.