

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 27

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
16 – 17 мая 2023 г.*

ЧАСТЬ I

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2023**

ВОЗДЕЙСТВИЕ СТАРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ТРАКТОРНОГО ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА АК21М2,5Н2,5

Прудников А.Н., Закирова Г.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: a.prudnikov@mail.ru*

Изучено воздействие старения на линейное расширение тракторного поршня из сплава АК21М2,5Н2,5 в интервале от 100 до 300 °С в течение 1 ч. Установлена возможность снижения значения среднего ТКЛР только для температуры старения 100 °С в высокотемпературной области испытаний 200-400 °С. Уровень снижения составил 5 % от величины среднего коэффициента необработанного поршня.

Ключевые слова: поршень, заэвтектический силумин, температурный коэффициент линейного расширения, старение

К свойствам поршневых материалов предъявляют довольно большое количество требований, причем не только к механическим свойствам, но и к физическим характеристикам. Можно выделить следующие требования к физическим свойствам поршневых материалов, которые давно определены в области двигателестроения. К ним относятся малый удельный вес, высокая теплопроводность и теплоемкость, низкий температурный коэффициент линейного расширения [1-2]. Исходя из набора требований наиболее перспективными поршневыми сплавами являются заэвтектические силумины [3-5]. Одним из методов улучшения физико-механических характеристик поршневых силуминов является термическая обработка, в том числе закалка и старение, отжиг, высокотемпературное старение в зависимости от состава сплава [5-10]. Поэтому целью настоящей работы является исследование влияния старения на линейное расширение поршня из сплава АК21М2,5Н2,5.

В качестве объекта исследования был выбран поршень ОАО «Камского моторного завода» в состоянии поставки. Данный поршень используется для установки на двигатель тракторов Т-130 и Т-140, Т-170 и Т-180.

Для выбора режимов старения поршня был установлен его состав с использованием спектрометра ARL 3460. Химические элементы входящие в состав поршневого силумина, приведены ниже в % (вес.): Si – 18,8; Cu – 2,59; Mg – 0,39; Mn – 0,30; Ni – 2,30; Cr – 0,31; Fe – 0,59; Ti – менее 0,22; Al – остальное. По результатам установлено, что состав поршня соответствует сплаву АК21М2,5Н2,5 по ГОСТ 1583-93. Образцы для проведения исследований вырезали из юбки поршня.

Для осуществления искусственного старения заготовок из поршня использовали лабораторный сушильный электрошкаф SNOL 3,5.3,5.3,5/3,5-И2М. Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) рассчитывали по результатам дилатометрического исследования на оптическом ди-

латометре Шевенара.

В работе изучено влияние температуры старения в интервале 100-300 °С через 50 °С в течение 1 ч на величину температурного коэффициента линейного расширения поршня из сплава АК21М2,5Н2,5. Дилатометрические кривые $\alpha = f(T_{исп})$ для каждой температуры старения представлены на рисунке 1.

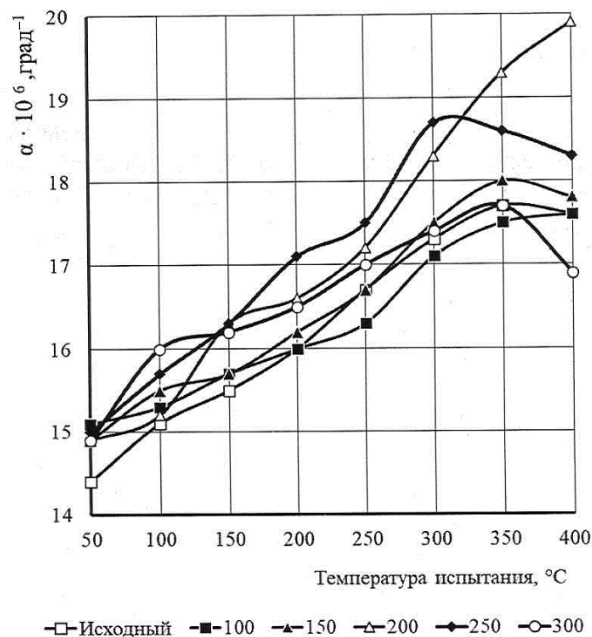


Рисунок 1 – Влияние температуры старения на линейное расширение поршня из сплава АК21М2,5Н2,5 (время выдержки 1 ч)

Установлено, что после старения при температуре 100 °С в течение 1 ч наблюдается некоторое снижение значений КЛР (1-2,5 %) в интервале температур испытания 200–350 °С по сравнению со значениями ТКЛР образцов не подвергавшихся старению. При более высоких температурах старения 150, 200 и 250 °С отмечается повышение величины ТКЛР при всех температурах испытания. Старение при 300 °С приводит также к увеличению величины ТКЛР, однако, в высокотемпературной области испытания (350–400 °С) значения КЛР не выше, а при температуре 400 °С даже ниже и составляет $\alpha = 16,9 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1}$. Определение среднего ТКЛР в высокотемпературном интервале 200-400 °С показало снижение величины ТКЛР только для использования старения сплава при 100 °С в течение 1 ч. Это снижение составило в среднем 5 % по сравнению с необработанным состоянием поршня.

Таким образом, исследование старения поршней из сплава АК21М2,5Н2,5 в интервале от 100 до 300 °С в течение 1 ч показало возмож-

ность снижения значения среднего ТКЛР только для температуры старения 100 °С в высокотемпературной области испытаний 200-400 °С. Уровень снижения составил 5 % от величины среднего коэффициента необработанного поршня.

Библиографический список

1. Строганов Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием / Г.Б. Строганов, В.А. Ротенберг, Г.Б. Гершман. – Москва: Металлургия, 1977. – 271 с.
2. 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.
3. Prudnikov A.N. Production, structure and properties of engine pistons made from transeutectic deformable silumin// A.N. Prudnikov // Steel in Translation. – 2009. – Т. 39. – № 5. – С. 391-393.
4. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтектические силумины / А.Н. Прудников // Технология металлов. – 2014. – № 2. – С. 8 - 11.
5. Афанасьев В.К. Разработка поршневого заэвтектического силумина и технологии изготовления поршней обработкой давлением / В.К. Афанасьев, А.Н. Прудников // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. – 1999. – № 6. – С. 53-56.
6. Прудников А.Н. Комплексное воздействие отжигов и термоциклическойковки на структуру и свойства заэвтектических силуминов / А.Н. Прудников // Деформация и разрушение материалов. – 2014. – № 2. – С. 14-20.
7. Прудников А.Н. Линейное расширение легированных и наводороженных силуминов, закристаллизованных под давлением / А.Н. Прудников // Литейное производство. – 2009. – № 2. – С. 2-4.
8. Прудников А.Н. Влияние режимов старения на линейное расширение малокремнистого поршневого силумина / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2021. – Т. 8. – № 1-2. – 72-77.
9. Прудников А.Н. Термическая обработка поршневых силуминов для снижения их линейного расширения и улучшения эксплуатационных параметров двигателя // А.Н. Прудников // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 2004. – № 4. – С. 40-42.
10. Афанасьев В.К. Высокопрочный алюминиевый сплав для деталей узлов летательных аппаратов / В.К. Афанасьев, А.Н. Прудников, Горшенин А.В. // Металлургия машиностроения. – 2011. – № 5. – С. 31-34.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА $\text{CoCrFe}_x\text{Mn}(40-x)\text{Ni}$ С ПОМОЩЬЮ РАСЧЕТА ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ <i>Панова В.С., Кузнецова В.А., Осинцев К.А., Коновалов С.В., Панченко И.А.</i>	172
СТРУКТУРА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ CoCrFeMnNi <i>Панченко И.А., Коновалов С.В., Гостевская А.Н., Дробышев В.К.</i>	174
ВЛИЯНИЕ НАВОДОРОЖИВАНИЯ НА СТРУКТУРУ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СЛИТКОВ ИЗ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА <i>Прудников А.Н., Прудников В.А., Рексис В.С.</i>	177
ВОЗДЕЙСТВИЕ СТАРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ТРАКТОРНОГО ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА AK21M2,5N2,5 <i>Прудников А.Н., Закирова Г.К.</i>	181
МИКРОСТРУКТУРА СТАЛИ 10 ПОСЛЕ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ОТЖИГА <i>Прудников А.Н., Закирова Ш.К.</i>	184
ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВСТРОЕННОГО ТЕПЛООБМЕННИКА РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ <i>Баяндина М.М., Кустов А.В.</i>	187
ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Князев С.В., Куценко А.А., Нечепорук А.И., Сорокин А.А.</i>	192
СИСТЕМА ПРИТОЧНО-ВЫТЯЖНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТА В ОБЖИМНОМ ЦЕХЕ <i>Куценко А.А., Назаров М.А.</i>	195
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ТЯГОДУТЬЕВЫХ АГРЕГАТОВ ГО МОЗ НА АСПИРАЦИОННЫЕ ГАЗО-ЖИДКОСТНЫЕ УСТАНОВКИ <i>Куценко А.А., Назаров М.А.</i>	198
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Al-Zn-Mg-Cu <i>Дробышев В.К., Лабунский Д.Н., Коновалов С.В., Панченко И.А.</i>	201
ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА <i>Сафонов С.О., Лопатина А.О., Дида Н.И., Савичева Д.Н., Тархнишвили Г.Э.</i>	204
ПРОИЗВОДСТВО СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ-РАЗДЕЛЕНИЯ <i>Вахроломеев В.А., Фастыковский А.Р.</i>	210
ЦИФРОВОЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ ПРОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРОКАТНОЙ КЛЕТИ <i>Раковский В.С., Чернова А.А., Наумченко Д.М., Щербак А.Н., Фастыковский А.Р.</i>	213