

**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**

ВЛИЯНИЕ ВИДА ДЕФОРМАЦИИ НА СВОЙСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ ЛЕГИРОВАННОГО ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА

Прудников В.А., Рексиус В.С., Прудников А.Н.

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

Изучено влияние прессования иковки заготовок на свойства полуфабрикатов из легированного заэвтектического силумина, с микродобавками фосфора и водорода. Показано, что прочностные и пластические свойства кованных прутков из заэвтектических силуминов превышают свойства прессовок на 10 и 6-7 % соответственно.

Ключевые слова: заэвтектический силумин, состав,ковка, прессовка, пруток, структура, механические свойства

Широкий спектр заэвтектических легированных силуминов позволяет выбрать сплав для различного вида деталей с разнообразными эксплуатационными свойствами. Однако требования, предъявляемые развитием современной науки и производства, диктуют необходимость разработки новых материалов, в том числе многокомпонентных сплавов типа легированных заэвтектических силуминов [1, 2]. Причем предпочтение отдается группе деформируемых силуминов в отличие от аналогичных литейных сплавов, которые обладают более низкими механическими характеристиками [3, 4]. Для увеличения пластичности заэвтектических силуминов используют разнообразные пути: подготовку шихты, обработку расплава, изменения условий кристаллизации, термическую обработку и другие [5-10]. При этом использование различных видов пластической деформации приводит к неодинаковым результатам улучшения прочности и пластичности сплавов. В связи с этим целью работы является оценка воздействия процессовковки и прессования на механические характеристики легированного заэвтектического силумина.

Химический состав слитков из исследуемого силумина, которые подвергались пластической деформации, следующий, в (вес.) %: кремний – 15,2; медь – 1,42; магний – 0,71; марганец – 0,83; титан – 0,09; железо – 0,16; остальное – алюминий. Для измельчения в микроструктуре силумина первичного и эвтектического кремния, а также сложных фаз, содержащих Al, Cu, Mg, Mn, в жидкий сплав добавляли микронавески реагентов Cu_3P и LiH в количестве 0,1 % и 0,2 % от веса расплава соответственно.

Для определения влияния вида деформации использовали изотермическое прессование и свободную ковку заготовок.

Изотермическое прессование на пруток из исследуемого силумина проводили на горизонтальном гидравлическом прессе усилием 20 МН прямым способом в условиях ПО "Полет" (г. Омск). Температура нагрева под

прессование равнялась 420-450 °С. Коэффициент вытяжки составлял 7, а диаметр прессованного прутка силумина 57 мм. Ковку заготовок из силумина проводили на кузнечном пневматическом молоте МА4134 с массой падающих частей 250 кг и энергией удара 0,64 кДж на плоских бойках. Исходная заготовка имела квадратное сечение 106×106 мм. Перед ковкой заготовки подвергали отжигу для получения в них равновесной структуры при температуре 450±10 °С в течение 2 ч. Температура нагрева под ковку составляла 420-450 °С. Ковку заготовок осуществляли за три прохода по схеме изменения стороны квадрата 106 → 95 → 60 → 27 мм. Общий коэффициент укова составил 15,5. Общий вид ковального и прессованного прутков и образец для определения механических характеристик из легированного силумина приведен на рисунке 1.

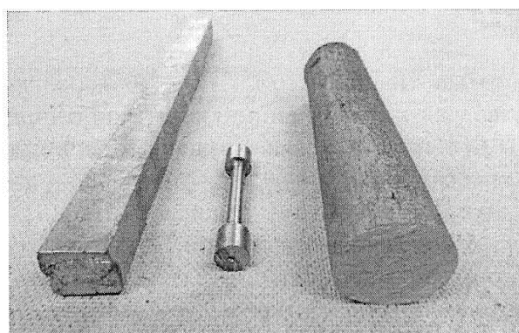


Рисунок 1 – Общий вид ковального и прессованного прутков и образец для определения механических характеристик из легированного силумина

Металлографический анализ прессовок и поковок из силумина показал, что послековки размер структурных составляющих, в том числе кристаллов первичного и эвтектического кремния, упрочняющих фаз CuAl_2 , Mg_2Si , S-фазы (Al_2CuMg), W-фазы ($\text{Al}_x\text{Mg}_5\text{Cu}_4\text{Si}_4$), имеют меньший размер чем в прессовке.

Характеристики прочности и пластичности деформированных прутков разного сечения показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства ковального и прессованного прутков из заэвтектического легированного силумина

Вид заготовки	Сечение прутка	Механические свойства			Средний ТКЛР, α , $\cdot 10^6$, град ⁻¹ в интервале, °С	
		σ_b , МПа	δ , %	Ψ , %	50-200	200-450
пруток ковальный	квадрат, 27×27, мм	255	6,6	13,7	19,9	21,2
пруток прессованный	круг, диаметр, 57 мм	232	6,2	12,9	20,1	20,9

Из данных таблицы видно, что кованные полуфабрикаты обладают более высокими характеристиками прочности и пластичности. По-видимому, это связано с более жесткой схемой деформации при ковке, чем в случае прессования и соответствующими изменениями, происходящими в структуре полуфабрикатов различного типа. Так, временное сопротивление разрыву поковок выше на 10 %, а характеристики пластичности на 6-7 %, чем прессованных прутков из легированного заэвтектического силумина.

Библиографический список

1. 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.
2. Афанасьев В.К. Перспективный путь развития поршневых сплавов / В.К. Афанасьев, А.Н. Прудников, А.А. Ружило // Материалы и технологии XXI века: Сб. материалов Всероссийской науч.-техн. конф.– Пенза: ПГТУ, 2001.– С. 24-26.
3. Прудников А.Н. Технологические аспекты изготовления поршней из деформируемых заэвтектических силуминов / А.Н. Прудников // Сборник трудов СибГИУ.– Новосибирск: Наука, 2004.– С. 190-197.
4. 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.
5. Афанасьев В.К. Модифицирование бинарного заэвтектического силумина / В.К. Афанасьев, А.Н. Прудников // Изв. ВУЗов. Черная металлургия.– 1999.– № 10.– С. 33-35.
6. Прудников А.Н. Комплексное воздействие отжигов и термоциклическойковки на структуру и свойства заэвтектических силуминов // Деформация и разрушение материалов.– 2014.– № 2.– С.14 - 20.
7. Прудников А.Н. Поршневые деформируемые заэвтектические силумины / А.Н. Прудников // Технология металлов.– 2014.– № 2.– С. 8 - 11.
8. Прудников А.Н. Исследование комплексного модифицирования заэвтектических силуминов с содержанием кремния 20...30 % фосфидами и оксидами некоторых металлов / А.Н. Прудников // Изв. ВУЗов. Цветная металлургия. – 1995. – № 2. – С. 38-41.
9. Панов Е.И. Влияние поперечно-винтовой прокатки на структуру и свойства заэвтектических силуминов / Е.И. Панов, Г.И. Эскин // Митом.– 2004.– № 9.– С. 7-13.
10. Прудников А.Н. Получение прессованных заготовок из заэвтектического силумина и их свойства / А.Н. Прудников, В.А. Прудников // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2018.–Т. 5.– № 1-2.– С. 126-131.

ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЕ РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ <i>Пимахин А.В., Осколкова Т.Н.</i>	218
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ГОМОГЕНИЗАЦИИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ ФАЗЫ Al_3FeSi В ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СЛИТКАХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ $Al-Mg-Si$ <i>Коробейников Д.В., Попова М.В.</i>	223
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПЛАВА $Al-15\% Si$ ПОСЛЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ВОДОРОДОМ <i>Ломиворотов Н.П., Попова М.В.</i>	228
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОБЛЕМЫ МОДИФИЦИРОВАНИЯ СИЛУМИНОВ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СОСТАВА <i>Ломиворотов Н.П., Полунин А.М., Попова М.В.</i>	234
ОСОБЕННОСТИ МЕТАЛЛОГРАФИИ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ МЕДИСТЫХ СИЛУМИНОВ <i>Полунин А.М., Попова М.В.</i>	240
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СПЛАВОВ $Al-Mg-Si$ <i>Попова М.В., Михеева М.В., Караваева К.А.</i>	245
ВЛИЯНИЕ ВИДА ДЕФОРМАЦИИ НА СВОЙСТВА ЗАГотовок из легированного заэвтектического силумина <i>Прудников В.А., Рексиус В.С., Прудников А.Н.</i>	250
СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СЛИТКОВ И ПРЕССОВОК из легированного заэвтектического силумина <i>Прудников В.А., Шелтреков М.О., Прудников А.Н.</i>	253
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ <i>Алексеева Е.А., Кибко Н.В.</i>	257
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПОКРЫТИЙ из высокоэнтропийных порошковых проволок <i>Михно А.Р., Махнев И.А., Крюков Р.Е., Панченко И.А.</i>	260
3D-ПЕЧАТЬ. АДДИТИВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО <i>Коток М.М., Коновалов С.В., Панченко И.А.</i>	264
III ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	266
ВСКРЫШНЫЕ ПОРОДЫ УГЛЕДОБЫЧИ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Царева Е.Е., Коротков С.Г.</i>	266
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЩЕНИЯ со вскрывными породами <i>Царева Е.Е., Коротков С.Г.</i>	270
МАЛАКОФАУНИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ – КАК ОДИН из методов диагностики и корреляции ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ <i>Лысенко Н.Е., Тетерина И.И.</i>	273