

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРШНЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Студенты – Богуславский А.К., 34 тс, 3 курс, ФТС;
Круглый П.С., 38 тс, 1 курс, ФТС*

*Научный
руководитель – Андрушевич А.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Работа посвящена изучению структуры и свойств алюминиевых вторичных сплавов, приготовленных из отходов, для производства поршней дизельных автотракторных двигателей.

Ключевые слова: Литье; поршень; алюминиевый сплав; двигатель; отходы; рафинирование; модифицирование.

Поршень двигателя внутреннего сгорания, является одной из наиболее нагруженных деталей шатунно-кривошипного механизма. Он подвергается не только большим давлениям, но и высоким температурным нагрузкам и быстро выходит из строя.

Литые поршни тракторных двигателей, в частности СМД-60, СМД-62, изготавливаются из первичного алюминиевого сплава АК12ММгН (АЛ30В). Это легированный заэвтектический сплав содержащий 12 % кремния, обладает, по сравнению с ранее применяющимся АЛ10В, значительно лучшим механическими свойствами при нагревании. Исследования показали, что поршни из сплава АК12ММгН имеют почти в 5 раз больший срок службы.

Первичные сплавы такого типа в Беларуси не производятся. В агропромышленном комплексе страны образуется значительное количество изношенных поршней, которые идут на переплав для получения вторичных сплавов на специализированных предприятиях Вторцветмета.

В связи с этим целесообразно изучить возможность производства дизельных поршней автотракторных двигателей из вторичных сплавов на основе алюминия с такими же свойствами.

Поршневая группа должна иметь сравнительно небольшую массу с целью уменьшения сил инерции, возникающих при возвратно-поступательном движении, и обладать большей теплопроводностью. Этим требованиям вполне соответствует поршни из алюминиевых сплавов. Поэтому на отечественных автотракторных двигателях литые поршни из этих материалов получили широкое применение.

Особо тяжелые условия присущи поршням дизелей. Это объясняется следующим:

1. Повышенная жесткость рабочего процесса, (скорость нарастания давления достигает 1–1.5 Мпа на один градус поворота коленчатого вала, что приводит к большим ударным нагрузкам);
2. Неравномерным распределением температур объёма камеры сгорания;
3. Попаданием холодного топлива на поверхность днища и камеры сгорания в поршне;
4. Наличие свободного кислорода в сгораемом топливе, что способствует ускоренному окислению смазки и выгоранию материала поршня в месте оголения от масла.

К достоинствам поршней из алюминиевых сплавов можно отнести [1,2]:

1. Малая масса (как минимум на 30 % меньше по сравнению с чугунными поршнями);
2. Высокая теплопроводность (в 3–4 раза выше теплопроводности чугуна), обеспечивающая нагрев днища поршня не более 250 °С, что способствует лучшему наполнению цилиндров и позволяет повысить степень сжатия в бензиновых двигателях;
3. Хорошие антифрикционные свойства.

Благодаря таким свойствам сплавы на основе алюминия находят применение почти во всех отраслях промышленности, в частности, сельскохозяйственном машиностроении и т.д.

Поршни, изготовленные из литейных алюминиево-кремниевых сплавов (силуминов), имеют хорошие характеристики.

Поршни, полученные из *доэвтектического силумина*, имеют в своем составе примерно 9 % кремния. Этот сплав долгое время являлся индустриальным стандартом, но был вытеснен *эвтектическими* и *заэвтектическими* сплавами.

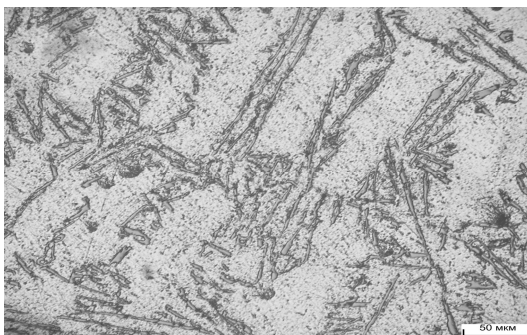
При этом увеличение содержания кремния способствовало повышению устойчивости к износу и задирам. Добавка в алюминиево-кремниевый сплав до 6 % Cu (меди) улучшила усталостную прочность, теплопроводность, обеспечила хорошие литейные свойства и, соответственно, уменьшила стоимость производства. Использование в качестве легирующих добавок азота и фосфора увеличивает износостойкость сплава. При добавлении в сплав никеля, хрома и магния повышается жаропрочность и твердость конструкции [2].

Полученный новый сплав по своим характеристикам полностью соответствует требованиям, предъявляемым к современным поршневым сплавам.

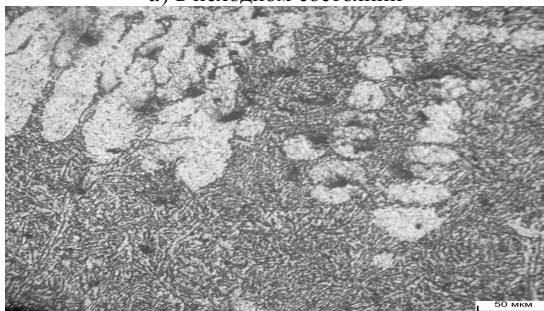
Физико-механические свойства алюминиевого поршневого сплава зависят не только от количества содержащихся в нем окисных включений, растворенного водорода, вызывающего пористость, но и от строения структуры, зависящей от технологического процесса приготовления.

Сплав АК12ММгН относится к сложнелегированным, силуминам эвтектического типа (по содержанию кремния). Переплав отходов поршней проводили в индукционной печи ИСТ-10 в графитовом тигле ТГ-150, при 760–780 °С.

Жидкий сплав при температуре 740 °С переливали вместе с флюсом в раздаточную печь с графитовым тиглем ТГ – 150. После заполнения печи снимали флюс и проводили дегазацию сплава продувкой через газораспределительный элемент аргоном в течении 10 мин. После окончания продувки на поверхность сплава при температуре 720–740 °С насыпали просушенный флюс и выдерживали 10–20 мин. С целью получения мелкозернистой структуры такой сплав модифицируют (Рисунок 1), изменяя процесс эвтектической кристаллизации. Образующаяся эвтектика содержит округлые мелкодисперсные включения эвтектического кремния и не содержит его первичных выделений. Такая схема модифицирования поршневых сплавов эвтектического состава принята на заводах СНГ, США и Западной Европы.



a) в исходном состоянии



б) в модифицированном состоянии

Рисунок 1 – Микроструктура силумина АК12ММгН, $\times 400$: *a*) в исходном литом состоянии до модифицирования; *б*) после модифицирования структура мелкозернистая эвтектика и включения первичных дендритов α -твердого раствора

Приготовленный сплав заливали в кокиль, предназначенный для получения отливки поршня СМД – 62, одновременно проводили отливку цилиндрических образцов диаметром 50 мм, и высотой 100 мм, для изучения загрязненности сплава окисными включениями по методу Добаткина.

Твердость НВ определяли по методу Бринелля на твердомере ТШ – 2 на обработанной поверхности при нагрузке 3000 Н стальным шариком диаметром 10мм.

Микроструктуру вторично алюминиевого сплава изучали на образцах, вырезанных из специально отлитых заготовок, ($d = 50$ мм и $h = 60$ мм), которые заливают в песчаные разовые формы.

Применение песчаных форм повлекло исключаящий модифицирующий эффект, возникающий при повышенных скоростях охлаждения в металлических формах. Вследствие чего степень влияние компонентов флюса на эффект модифицирования более различимо.

Изучали модифицирующий эффект флюсов, состоящих из тех же солей, которые использовались для очистки сплава от вредных включений: NaCl, KCl, NaF, Na₃AlF₆

После тщательного анализа полученных результатов, можно рекомендовать следующий состав флюса и технологические параметры модифицирования сплава АК12МНг, полученного из отходов поршней: вес. NaCl – 45; KCl – 25; NaF – 20; Na₃AlF₆ – 10.

- Количество флюса % от массы приготовленного сплава – 2 %;
- Температура модифицирования 740–750 °С;
- Время обработки флюсом – 25 мин;
- Продолжительность сохранения модифицирующего эффекта – 45–50 минут.

Значения механических свойств сплава после обработки флюсом указанного состава приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства сплава АК12ММгН после обработки универсальным флюсом

Наименование технологических показателей	Единица измерения	Величина показателей	
		полученная в экспериментах	требуемая
Твердость	НВ	92–98	90
Предел прочности при растяжении	МПа	186–195	186
Пористость	балл	1–2	2–3
Загрязненность окисными включениями	мм ² /см ²	0,1	0,1

Микроструктура представляет собой α – твердый раствор и модифицированную эвтектику с округлыми мелкодисперсными включениями кремния (рисунок 1, б).

В таблице 2 приведены свойства сплава АК12ММгН, полученных из алюминиевых отходов, образующихся на предприятиях РБ, и аналогичных сплавов, применяемых за рубежом.

Таблица 2 – Сравнительные свойства поршневых сплавов

Наименование технико-экономических показателей	Единица измерения	Величина показателей			
		сплав вторичный АК12ММгН, (Беларусь)	сплав первичный «Мотор деталь» (Россия)	сплав первичный «Фата», (Италия)	сплав первичный «Мале» (Германия)
Твердость	НВ	92–98	90–95	90–95	95–110
Предел прочности при разрыве	МПа	186–195	186	186	160
Пористость	балл	1–2	1–2	1–2	1–2

Заключение. Проведен анализ использования отходов алюминиевых сплавов для производства дизельных поршней автотракторных двигателей.

Исследования структуры и свойств полученного вторичного сплава АК12ММгН показали, что они соответствуют требованиям ГОСТа и условиям эксплуатации дизельных поршней.

Список использованных источников

1. pksl28.ru/wp-content/uploads/2013/05/Исследование-поршней-ДВС.docx
2. Поршневые силумины: Учебное пособие кол. авторов. Под науч. ред. В.А. Афанасьева-Кемерова: Полиграф, 2005. – 162 с.

УДК 621.762

ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТОНКОЙ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ АЭРОБНЫХ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Студент – Журович Д.В., 39 тс, 1 курс, ФТС
Научный*

*руководитель – Кусин Р.А., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

При получении стерильного (очищенного от посторонней микрофлоры) воздуха, используемого для насыщения кислородом культуральных сред при аэробном микробиологическом синтезе различных продуктов,