

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ПОРШНЕВЫХ СПЛАВОВ

**А. А. Колонаков, А. В. Кухаренко, В. Б. Деев, И. Ф. Селянин**

ОАО «РУСАЛ Новокузнецк»,

Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, Россия

Поршень является наиболее ответственной деталью в двигателе современного автомобиля. К поршню предъявляются следующие требования – легкость, прочность, способность выдерживать значительные механические нагрузки и тепловые удары, высокая износостойкость рабочих поверхностей, низкое трение при минимально возможном зазоре в цилиндре.

Также важным критерием является надежность двигателя и составляющих его частей. Если раньше ресурс двигателя до проведения капитального ремонта составлял около 100000 км, то сегодня он возрос до 250000 км. Причем конструкторы двигателей ставят себе задачи по увеличению ресурса до 300000 км и выше. Для обеспечения этих условий необходимо разрабатывать новые сплавы поршневой группы.

Зарубежные технологи успешно справляются с возрастающими требованиями автомобильной промышленности. Поршневые сплавы марок FM B2 и FM S2N на сегодняшний день прекрасно отвечают поставленным задачам. Поршни, изготовленные из этих сплавов, по своим характеристикам на порядок выше отечественных поршней, произведенных из разработанных еще в 70-е годы XX века сплавов марок АК12М2МгН, АК12ММгН или АК10М2Н. Зарубежные аналоги меньше по размеру, легче, прочнее. Выдерживают гораздо большие механические и тепловые нагрузки, обладают очень высокой износостойкостью. По своей себестоимости они дороже из-за того, что при их получении применяется модифицирование ванадием, цирконием и фосфором не дешевое. Но это является вполне оправданным.

Стандартный поршень двигателя российского автомобиля ВАЗ, отлитый из сплава марки АК10М2Н, весит около 400 гр. Для выполнения тех же функций, поршень, отлитый из сплава FM B2, весит почти в два раза меньше. При этом его служебная эксплуатация будет в 2...3 раза дольше.

В основном это связано с тем, что зарубежные производители сплавов на основе алюминия ужесточают требования к их хими-

ческому составу. Уменьшают интервалы варьирования концентрации основных элементов и снижают содержание вредных примесей. Для примера, в сплаве FM B2 содержание элементов варьируется следующим образом: кремния – от 12,2 до 12,6 %; цинка – до 0,10 %; общая сумма кальция, натрия, стронция и лития должна быть не выше 0,0020 % (а каждый в отдельности из этих элементов не должен превышать 0,0005 %).

Согласно ГОСТ 1583-93, в сплаве марки АК12ММгН содержание кремния может составлять от 11 до 13 %; цинка – до 0,2 %, а концентрация кальция, лития, стронция и натрия вообще не учитывается, хотя негативное воздействие последних (при неконтролируемом их содержании) на структуру вполне доказано.

С учетом вышеперечисленного, российские конструкторы двигателей начали работы по улучшению качества сплавов, используемых для изготовления деталей двигателей. Так, на ОАО «АВТОВАЗ» в течение последнего времени проводятся работы по испытанию в качестве материала для поршней стандартного сплава марки АК10М2Н, модифицированного натрием. Кроме этого, было принято решение в этом сплаве поднять верхнюю границу содержания кремния, что должно увеличить усталостную прочность сплава и снизить значение термического коэффициента линейного расширения.

Технологи ОАО «УМЗ», совместно с технологами ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» (производящим различные сплавы для российского автопрома), также начали проводить работу по улучшению эксплуатационных свойств поршневого сплава марки АК12ММгН.

Сплав АК12ММгН, в отличие от сплава АК10М2Н, имеет более широкий интервал концентрации основных элементов и значительно большее содержание примесей, чем в сплаве АК10М2Н, поэтому на первоначальном этапе планируется уменьшить интервал изменения концентрации кремния и провести модифицирование сплава различными компонентами, с целью выявления оптимальных концентраций последних.

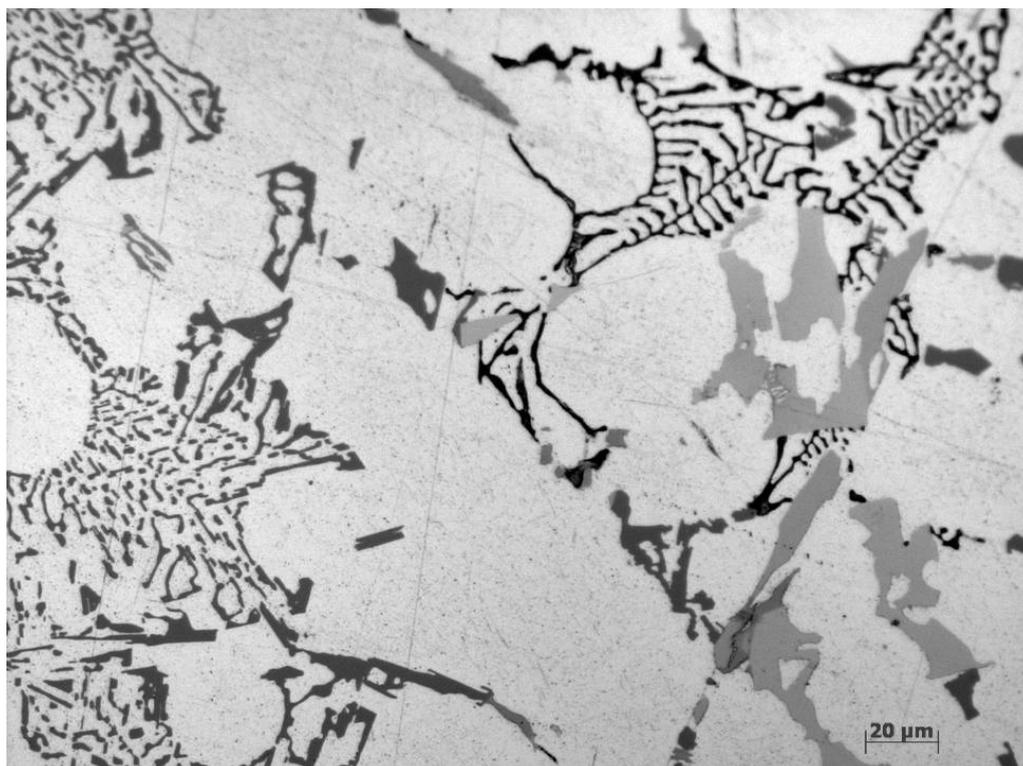


Рисунок 1 – Микроструктура сплава марки АК12ММгН (химический состав согласно ГОСТ 1583-93), х500

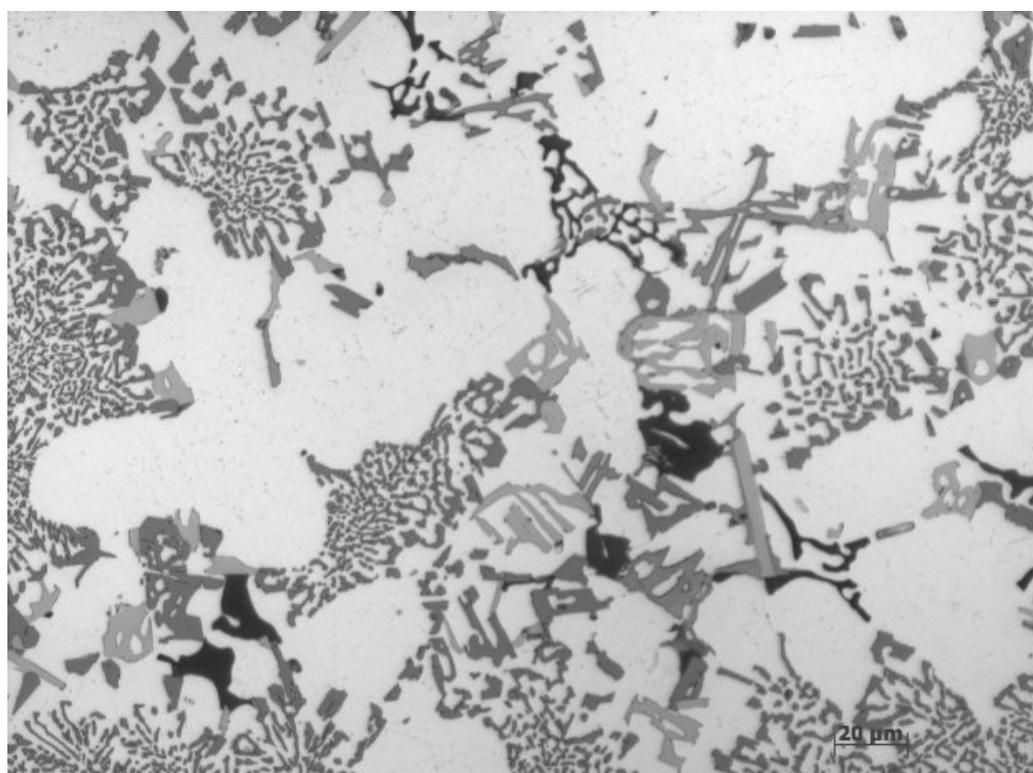


Рисунок 2 – Микроструктура сплава марки АК12ММгН, модифицированного натрием, х500

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ПОРШНЕВЫХ СПЛАВОВ

На рисунке 1 представлена микроструктура сплава АК12ММгН с химическим составом в соответствии с ГОСТ 1583-93, приготовленного на ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» с использованием первичного алюминия марки А7, кристаллического кремния марки Кр 2, чушкового магния марки Мг90 и никеля по ГОСТ 849-97 марки Н-1 или Н-2. Основной структурной составляющей сплава являются дендриты алюминиевого твердого раствора и тонкомодифицированная эвтектика Si + (Al). Медно-никелевая фаза CuNiAl, образующая с алюминием эвтектику, встречается в виде пластин.

На рисунке 2 представлена микроструктура полученного на основе АК12ММгН сплава, приготовленного в аналогичных условиях (был уменьшен интервал изменения концентрации кремния с одновременным увеличением верхнего предела до 12,4%), но модифицированного натрием. Натрий вводили непосредственно в расплав в виде кальцинированной соды из расчета 30 кг соды на 1 т расплава. Видно, что микроструктура сплава содержит большое количество частиц первичного кремния, что характерно

для заэвтектических силуминов.

По своим характеристикам полученный на основе АК12ММгН сплав (с увеличением верхнего предела по кремнию) имеет повышенную усталостную прочность, особенно при температуре 350 °С и выше. При этом увеличение содержания кремния способствовало повышению устойчивости к износу и задирам.

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

В настоящее время специалистами ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» продолжаются комплексные исследования в направлении повышения качества поршневых сплавов.

**Выводы:** Рассмотрены основные аспекты, связанные с требованием к качеству алюминиевых сплавов поршневой группы. В условиях ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» показано, что перспективы представляет сплав АК12ММгН, на основе которого можно изготавливать другие поршневые сплавы с требуемым уровнем эксплуатационных свойств.