

УДК 669.715

Д-р техн. наук А. А. Митяев¹, д-р техн. наук И. П. Волчок¹, канд. техн. наук К. Н. Лоза², В. В. Клочихин², В. В. Лукинов², Р. А. Фролов²¹ Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье² АО «Мотор Сич», г. Запорожье

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА АК5М (АЛ5)

Рассмотрены возможности увеличения жидкотекучести, улучшения структуры, повышения комплекса механических свойств и снижения затрат при производстве изделий сложной конфигурации из сплава АК5М (АЛ5).

Ключевые слова: жидкотекучесть, рафинирующе-модифицирующий комплекс, механические свойства, структура.

Введение

Двигатель внутреннего сгорания относится к изделиям ответственного назначения. Он состоит из большого количества составных частей, среди которых одной из важнейших является блок цилиндров. Блок цилиндров относится к деталям сложной конфигурации, при изготовлении которых часто возникают технологические трудности. Для изготовления блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания, предназначенных для товаров народного потребления, на АО «Мотор Сич» широко используется алюминиевый сплав АК5М (АЛ5).

Заводская технология предусматривает обработку расплава при температуре 720...750°C тройным модификатором (KCl+NaCl+NaF) в количестве до 2 масс. % путем подачи его на зеркало расплава с последующим замешиванием и выдержкой. При литье в кокиль, в большинстве случаев, данная технология не обеспечивает высокое качество изделий и характеризуется низким выходом годного. Большое количество несоответствующих техническим условиям изделий обусловлено низкими технологическими свойствами, прежде всего жидкотекучестью, что вызывает многочисленные дефекты оформления деталей (рис. 1).

Цель и задача работы

Целью данной работы было снижение количества дефектов оформления отливок и повышение выхода годного литья. Для этого необходимо было решить задачу по разработке недорогого и не требующего существенного изменения используемой на предприятии технологии, метода увеличения жидкотекучести сплава АК5М (АЛ5).

Материал и методика исследований

Для достижения поставленной цели было рекомендовано использовать экспериментальный рафинирующе-модифицирующий комплекс (РМК) для обработки расплава АЛ5.

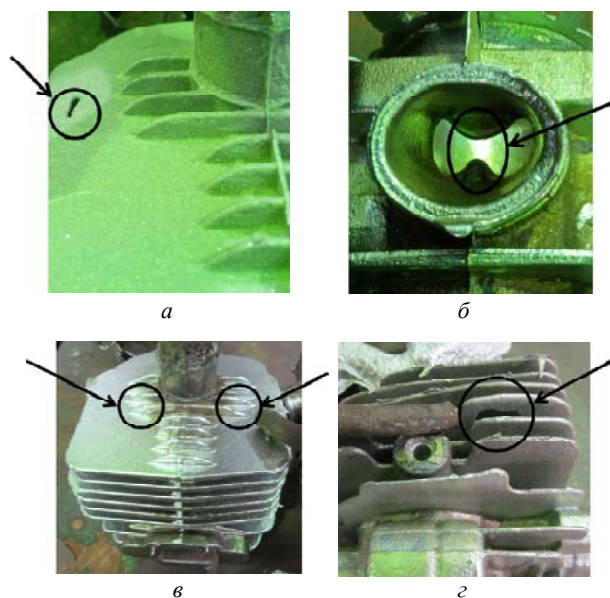


Рис. 1. Несоответствующие техническим требованиям изделия из сплава АК5М (АЛ5):
а, б, в, г – дефекты оформления деталей

Эксперимент планировали таким образом, чтобы установить влияние возрастающих добавок РМК на технологические и механические свойства сплава АК5М (АЛ5). С этой целью проводили обработку расплава 0,05, 0,10 и 0,15 масс. % РМК с помощью приспособления «колокольчик». Время обработки составляло 5...10 минут и сопровождалось активным барботажем расплава с образованием на поверхности «сухого» шлака, который легко удалялся.

Эффективность действия комплекса на свойства сплава оценивали по пробам на жидкотекучесть (определяли в цехе № 1) и результатам испытаний механических свойств (данные ЦЗЛ АО «Мотор Сич»). Уро-

вень механических свойств сплава АК5М (АЛ5) контролировали после термической обработки по режиму Т5 (закалка + неполное искусственное старение). Термическую обработку проводили в цехе №1. Показатели свойств сплава АК5М (АЛ5) представлены в таблице 1.

С целью получения статистически достоверных результатов жидкотекучесть контролировали по нескольким, залитым одновременно, прутковым пробам. Величину жидкотекучести определяли по длине прутковой пробы, залитой в песчаную форму при температурах 700 °С и 740 °С (см. табл. 1).

Результаты исследований и их обсуждение

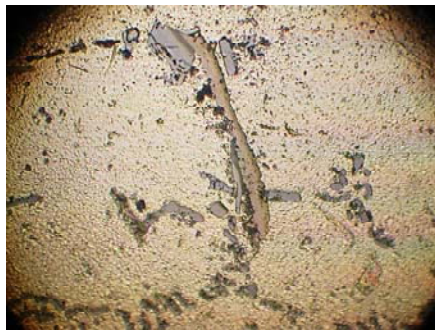
Анализ данных таблицы 1 показывает, что заводская технология приготовления и обработки сплава АЛ5 не обеспечивает высоких значений жидкотекучести. С повышением температуры заливки сплава с 700 до 740 °С удалось увеличить значение жидкотекучести на 41 % (см. табл. 1).

Применение разработанного РМК и предложенной технологии обработки расплава позволило существенно повысить не только технологические (жидкотекучесть, обрабатываемость резанием), но и механические (σ_b, δ) свойства сплава АК5М (АЛ5).

Следует отметить, что наиболее стабильные и высокие показатели комплекса свойств достигаются при обработке расплава 0,05...0,10 масс. % РМК. При использовании экспериментальной технологии наблюдается повышение прочностных свойств сплава при некотором снижении пластичности, что соответствует основным постулатам материаловедческой науки, и, в то же время, относительное удлинение полностью удовлетворяет требованиям ГОСТ 1583-93 (ДСТУ 2839-94). Заготовки, полученные по экспериментальной технологии, хорошо обрабатываются резанием (данные технобюро), а твердость остается стабильной (см. табл. 1).

Таблица 1 – Показатели технологических и механических свойств сплава АК5М (АЛ5)

Технология	№.№ плавок	Жидкотекучесть, мм		Механические свойства					
		Длина прутковой пробы, мм	Среднее значение	Текущие показатели		Средние значения			
				σ_b , МПа	δ , %	σ_b , МПа	δ , %	НВ	
Заводская	1	70 100 120	97 t заливки 700°С	252 193 246	2,4 4,0 4,0	230	3,5	107	
	2	130; 105 140; 170 135; 140	137 t заливки 740°С	228 237 227	4,0 2,8 3,8	231	3,5	107	
Экспериментальная	0,05 масс. % МК	3	100; 150 120; 195 190; 170	154 t заливки 700°С	315 274 251	1,2 0,8 2,4	280	1,5	92,8
		4	220; 210 240; 240 235; 200	224 t заливки 740°С	289 288 289	1,6 2,4 0,8	289	1,6	92,8
	0,10 масс. % МК	5	165; 195 220; 220 230	206 t заливки 740°С	318 300 297	2,0 1,2 0,8	305	1,3	94,9
		6	180; 165 235; 195 210; 175	193 t заливки 740°С	283 296 301	0,8 2,4 1,6	293	1,6	94,9
	0,15 масс. % МК	7	210; 175 230; 215 160	198 t заливки 740°С	321 298 316	0,8 0,8 1,6	312	1,1	94,9
		8	180 250 170	200 t заливки 740°С	256 293 254	1,2 1,2 2,0	268	1,5	92,8
	ГОСТ 1583-93 (ДСТУ 2839-94)						≥ 220	$\geq 0,5$	≥ 70



а



б

Рис. 2. Структура сплаву АК5М (АЛ15), $\times 500$:
а – заводська технологія; б – експериментальна

Выводы

1. Установлено, что экспериментальная технология обработки расплава разработанным в ЗНТУ рафинирующе-модифицирующим комплексом, позволяет

значительно повысить жидкотекучесть сплава АК5М (АЛ15). Так, при температуре заливки формы $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ и количестве РМК $0,05\text{ масс. \%}$ жидкотекучесть возросла на 59% в сравнении с заводской технологией. С увеличением температуры заливки до $740\text{ }^{\circ}\text{C}$ прирост жидкотекучести составил $63,5\%$. В связи с полученными результатами рекомендуется производить заливку формы с температуры $740\text{ }^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 1).

2. Анализ влияния возрастающих добавок РМК при обработке расплава АК5М (АЛ15) показал, что оптимальным количеством является $0,05\text{...}0,10\text{ масс. \%}$. При использовании данного количества РМК достигаются наиболее высокие и стабильные показатели комплекса технологических (жидкотекучесть, обрабатываемость резанием) и механических (σ_b , δ , НВ) свойств сплава АК5М (АЛ15). Применение РМК, в сравнении с заводской технологией, обеспечивает повышение предела прочности сплава на 50 МПа (на 22%) при температуре заливки $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ и на $58\text{...}81\text{ МПа}$ (на $25\text{...}35\%$) при температуре заливки $740\text{ }^{\circ}\text{C}$ (см. табл. 1).

3. Результаты исследований по определению длительности модифицирующего эффекта позволили установить, что эффект сохраняется в течение более 4 часов.

4. Использование разработанного РМК обеспечивает сокращение времени подготовки сплава и снижает расход рафинирующе-модифицирующих материалов (тройного модификатора ($\text{KCl}+\text{NaCl}+\text{NaF}$)) в $10\text{...}20$ раз.

5. На основании полученных промышленных результатов экспериментальная технология обработки расплава АК5М (АЛ15) рекомендуется к промышленному внедрению.

Мітяєв О.А., Волчок І.П., Лоза К.М., Клочихін В.В., Лукинов В.В., Фролов Р.О. Підвищення технологічних та механічних властивостей сплаву АК5М (АЛ15)

Розглянуто можливості підвищення рідинноплинності, покращення структури, підвищення комплексу механічних властивостей та зниження витрат при виробництві виробів складної конфігурації зі сплаву АК5М (АЛ15)

Ключові слова: рідинноплинність, рафінувально-модифікувальний комплекс, механічні властивості, структура.

Mityayev A., Volchok I., Loza K., Klochikhin V., Lukinov V., Frolov R. Increasing of technological and mechanical properties of the alloy AK5M (AL15)

The possibilities of increasing of the fluidity, improving of the structure, increasing of the mechanical properties complex and decreasing of the costs during production of articles of intricate configuration out of the alloy AK5M (AL15) are considered.

Key words: fluidity, refining and modifying complex, mechanical properties, structure.