

Ю. В. Гребнев, В. Ф. Жаркова, М. Ю. Фомиченко, Д. Ю. Гребнев, К. С. Киселев

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ ДЕФЕКТОВ
В ОТЛИВКЕ «РАДИАТОР ОТОПЛЕНИЯ»**

Волгоградский государственный технический университет

e-mail: mitlp@vstu.ru

Исследовались причины появления дефектов в отливке «Радиатор отопления» и предложены рекомендации по устранению их появления.

Ключевые слова: литье под давлением, брак, радиатор, неметаллические включения.

Yu. V. Grebnev, V. F. Zharkova, M. Yu. Fomichenko, D. Yu. Grebnev, K. S. Kiselev

**DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE DEFECTS
IN THE CASTING «RADIATOR HEATING»**

Volgograd State Technical University

The reasons for the appearance of defects in the casting of the “Heating Radiator” were investigated and recommendations were made to eliminate their appearance.

Keywords: injection molding, marriage, radiator, non-metallic inclusions.

Введение

До некоторых пор производство приборов отопления в нашей стране, где отопительный сезон составляет добрую половину года, было сконцентрировано главным образом на выпуске чугунных батарей отопления. С появлением новых материалов, технологий, новых типов отопительных устройств российские производители получили возможность развивать национальное производство современной отопительной техники.

В последнее время на рынке стали появляться радиаторы отопления российского производства, и он начал пополняться российскими радиаторами, сделанными из современных материалов – алюминия и биметаллов.

Алюминиевые радиаторы изготавливаются по двум технологиям: методом литья под давлением и экструзией. От способа изготовления зачастую зависят качество и долговечность прибора [1]. Мелкие фирмы, как правило, применяют второй способ. Так называется метод

изготовления отливок с использованием пресс-форм. В них заливается сплав алюминия с кремнием, который придает радиатору прочность и возможность эксплуатации при внутреннем давлении в 16 атмосфер. Данная конструкция отличается хорошей теплоотдачей [2].

**Материалы и методы
исследования**

Целью работы являлось определение причин появления брака отливки «Радиатор отопления», выпускаемой ООО «Форте Металс ГмбХ». Для выявления причин необходимо было выяснить, на какой стадии изготовления отливки появлялись неметаллические включения, приводящие к браку. Дефекты расположены по линии разъема пресс-формы (рис. 1) и представляют собой раковины, образовавшиеся под воздействием газов и засоров. В отдельных раковинах по поверхности обнаружены выделения (предположительно сажи). Отмечено также образование засорных раковин – крупных неметаллических включений.



Рис. 1. Радиатор с дефектами по линии разъема пресс-формы

Микроскопические дефекты на поверхности готовых изделий представляют собой корольки, газовые и засорные раковины.

Исследование проводилось в два этапа.

На первом этапе исследования был проведен анализ химического состава алюмосплава. Химический состав металла всех исследованных образцов соответствует требованиям ГОСТ 1583 на литейный алюминиевый сплав марки АК12М2.

Исследование металла чушек на микроскопе Levenhuk DTX30 показало практически полное отсутствие неметаллических включений.

Цель работы второго этапа – проведение

сравнительных исследований металла на различных этапах изготовления отливок радиаторов и определение причины образования дефектов в отливках.

На участке производства отопительных радиаторов были отобраны:

1. Образец № 1 – часть чушки исходного сплава.
2. Образец № 2 – проба металла из плавильной печи.
3. Образец № 3–2 – отливка с литниково-питающей системой.
4. Образец № 4 – Промывники (боковые и верхние).



Рис. 2. Образец № 2 – проба металла из плавильной печи

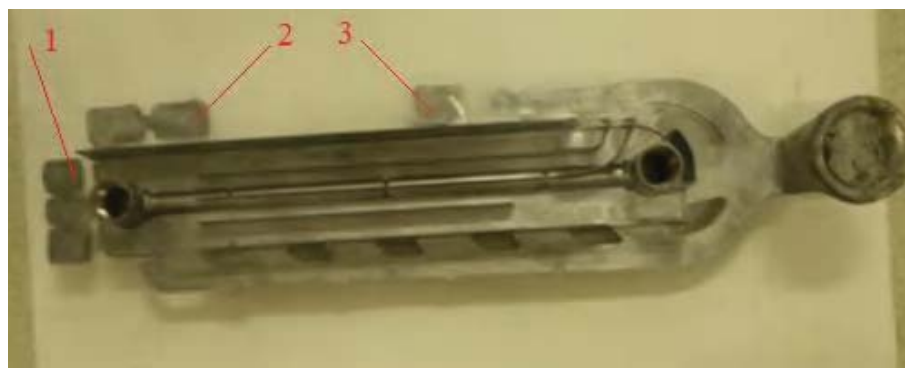


Рис. 3. Образец № 3–2 – отливка с литниково-питающей системой:
1 – промывник верхний; 2 – промывник боковой прямой; 3 – промывник боковой «косой»

Методика работы

Химический состав алюмосплава определялся в химической лаборатории ВгТЗ в соответствии с требованиями ГОСТ 7727 (табл. 1).

Неметаллические включения в исходном металле и радиаторе выявлялись на шлифах и изломах с помощью электронного микроскопа Levenhuk DTX30 при увеличении $\times 200$.

Таблица 1

Химический состав исследуемого сплава

Наименование изделия	№ обр.	Содержание элементов, %						
		Мп	Si	Mg	Fe	Сн	Zn	Al
Чушка	1	0,27	12,01	0,13	0,78	2,11	0,51	Основа
Металл из печи	2	0,20	11,57	0,08	0,90	2,40	0,34	-/-

Изучение дефектов в изделиях и неметаллических включениях в отливках и промывниках проводили на электронном микроскопе – микроанализаторе Versa-D при увеличениях от 100 до 4000 раз.

В результате исследования было установлено, что химический состав металла всех исследованных образцов № 1, 2 соответствует требованиям ГОСТ 1583 на литейный алюминиевый сплав марки АК12М2.

Исследование металла чушки (образец № 1) на микроскопе Levenhuk DTX30 показало незначительное количество неметаллических включений.

В металле пробы, отобранной из печи (образец № 2), количество неметаллических включений несколько больше, чем в образце № 1.

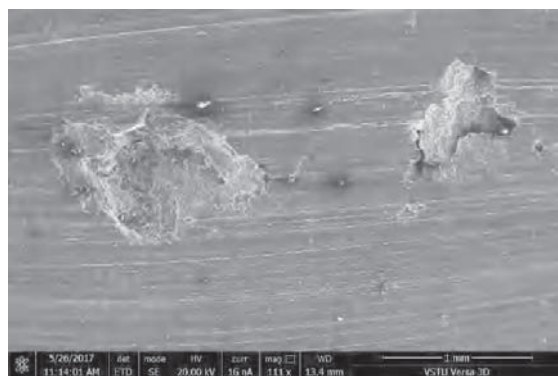
В металле отливки и промывников обнару-

жено большое количество неметаллических включений.

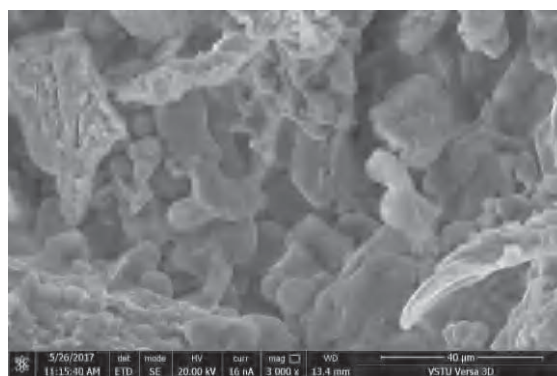
Следует отметить, что в металле промывников боковых «косых» (3 штуки) данным исследованием отмечено меньшее количество неметаллических включений, чем в промывниках боковых прямых (4 штуки) и промывниках верхних (6 штук) (что может свидетельствовать о том, что боковые «косые» промывники работают менее эффективно, чем боковые прямые и верхние).

Микроскоп Versa-3D позволяет увеличивать изображение в 10 000 раз и одновременно проводить спектральный химический анализ в любых выбранных точках на образце.

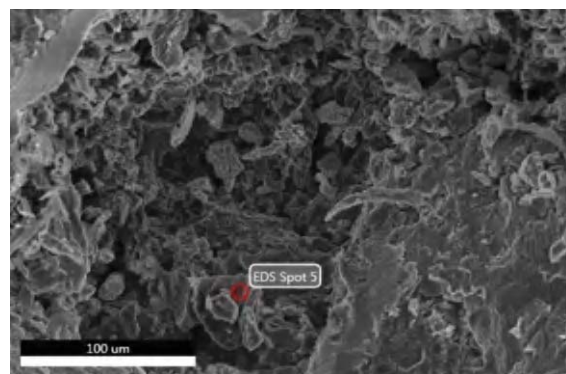
Микрофотографии и результаты микрозондирования дефектов отливки и неметаллических включений в металле представлены на рис. 4.



а



б



в

Рис. 4. Крупные неметаллические включения по линии разреза пресс-формы:
а – $\times 100$; б – $\times 800$; в – $\times 3000$

На рис. 4, б показана точка, в которой проводилось микрозондирование (локальный химический анализ материала).

На графике (рис. 5) и в табл. 2 показаны результаты микрозондирования. В выбранной точке анализатор фиксирует наличие 94,27 весовых процентов углерода.

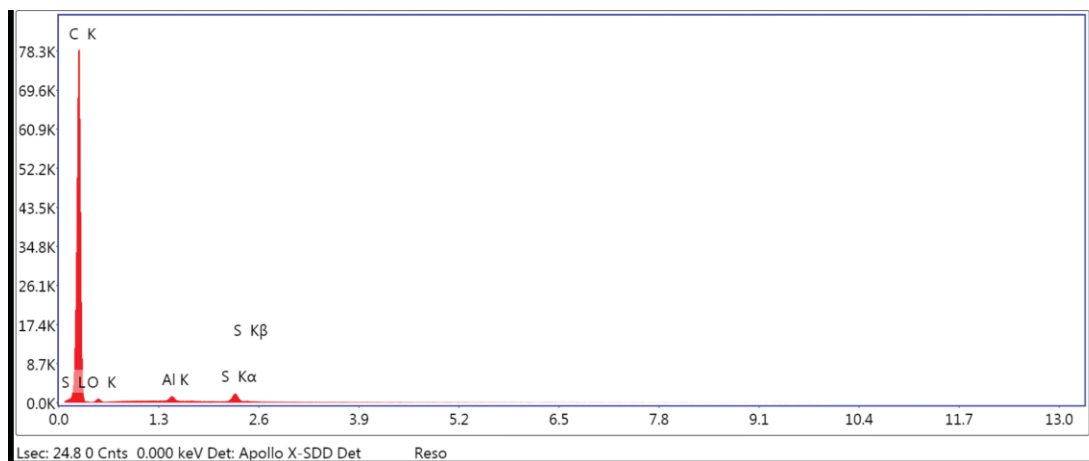


Рис. 5. Химический состав в точке исследования

Результаты исследования
eZAF Smart Quant Results

Element	Weight %	Atomic %	Net Int.	Error %
C K	94.27	96.08	18193.86	3
O K	4.43	3.39	268.63	11.49
Al K	0.42	0.19	324.37	4.56
S K	0.89	0.34	664.75	2.39

Таблица 2

Проведенные исследования позволяют предположить, что неметаллические включения являются продуктами горения смазки пресс-формы перед заливкой. Также технологически неудачное расположение промывников не дает возможности удалить неметаллические включения из отливки. Рекомендуемый суммарный объем всех промывников, предназначенных для удаления metalloгазовой смеси – 20–40 % объема отливки [1].

На основании проведенных исследований были разработаны рекомендации по технологии смазки пресс-формы и новая конструкция пресс-формы с дополнительным количеством промывников и газоотводных каналов (рис. 6).

Выводы:

1. Образцы исходного чушкового алюминия и металла из плавильной печи соответствуют требованиям ГОСТ 1583. Количество неметаллических включений в металле незначительно.

2. В поверхностных дефектах и в неметаллических включениях металла отливок в результате микроанализа обнаружено значительное содержание углерода (сажи), что может свидетельствовать о воздействии на металл продуктов горения смазки.

3. При разработке новой конструкции литниково-питающей системы были учтены законы литейной гидравлики.



Рис. 6. Рекомендуемая схема расположения промывников и газоотводных каналов

4. Внедрение рекомендаций по изменению конструкции пресс-формы и технологии ее смазки позволило снизить количество дефектов отливки «Радиатор отопления» на 97 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беккер, М. Б. Литье под давлением / М. Б. Беккер. – М. : Машиностроение, 1990. – 400 с.
2. Галдин, Н. М. Цветное литье / Н. М. Галдин. – М. : Машиностроение, 1989. – 528 с.