

СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© М.М. Суюндиков, 2012 г.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
г. Павлодар, Республика Казахстан
SuyundikovM@mail.ru

РЕСУРС РАБОТЫ ПЕНОКЕРАМИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Среди мер по обеспечению чистоты металлических изделий от неметаллических включений технология фильтровальной очистки расплавов признана наиболее эффективным. Фильтрация как метод очистки «загрязненных» металлов опережающим темпом развивается для разлива цветных металлов, особенно алюминиевых сплавов, благодаря относительно низкой температуре их заливки по сравнению с другими промышленными сплавами, например чугуном и сталью. Особенно это важно в связи с интенсивным вовлечением в производство вторичного алюминия.

Пористые пенокерамические фильтры (ПКФ) *Sivex, Selee, AmPorOh, AlucelTM, Alucel-LT, VGF, MBF, Vukopor, Ceralu, Fondermat*, производимые в Великобритании, США, Чехии, Германии и Италии, являются в настоящее время наиболее распространенными в области фильтровальной очистки алюминиевых сплавов. Следует отметить, что в промышленно-развитых странах более 50 % всех производимых отливок изготавливают с применением пенокерамических фильтров [1].

Максимальное количество металла, проходящего через фильтр до остановки заливки вследствие полного блокирования его осажденными частицами, названо ресурсом (иногда, пропускной способностью) фильтра и включено как важная характеристика в перечень паспортных данных фильтра определенного типоразмера.

Выделены три характерных участка кривых на графиках зависимости сопротивления различных фильтров от количества пропущенного металла [2]. Начальный, горизонтальный участок кривых соответствует постоянному значению коэффициента сопротивления фильтров. Второй участок характеризуется интенсивным повышением сопротивления фильтров. На последнем участке кривые сопротивления круто поднимаются вверх, стремясь в пределе к бесконечности, т.е. полной непроницаемости фильтров. Естественно, что процесс заливки целесообразно закончить до начала третьей стадии.

Можно было заметить, что более половины общего объема профильтрованного металла заливается при постоянных значениях коэффициента сопротивления фильтров без видимого влияния осевших в порах частиц. Есть определенная предпосылка для того, чтобы на этом этапе принять сопротивление равным собственному сопротивлению фильтрующего элемента, т.е. сопротивлению фильтра в исходном состоянии.

Количество металла, пропущенного до блокирования металла, или то же самое что и ресурс фильтра, как указывают в своих рекламных сайтах большинство производителей, зависит от многих факторов. Наиболее важными из которых являются тип сплава, температура заливки металла, степень загрязненности расплава и характеристики самого фильтра, такие как количество пор на единице длины, площадь фильтра. Нами проведена обработка данных фирмы Fondermat (Италия) по выпускаемым им пенокерамическим фильтрам для литья алюминиевых сплавов (рис. 1а): 1 – фильтр с площадью входной поверхности 40×40 мм; 2 – фильтр с площадью 75×75 мм; 3 – фильтр с площадью 100×100 мм.

Аналогичным путем обработаны табличные данные ООО «Огнеупорные технологии» (Россия) по выпускаемым им пенокерамическим фильтрам «АОФ» также для литья алюминиевых сплавов (рис. 1б): 1 – фильтр с площадью рабочей поверхности 50×50 мм; 2 – фильтр с площадью 100×100 мм; 3 – фильтр с площадью 150×150 мм.

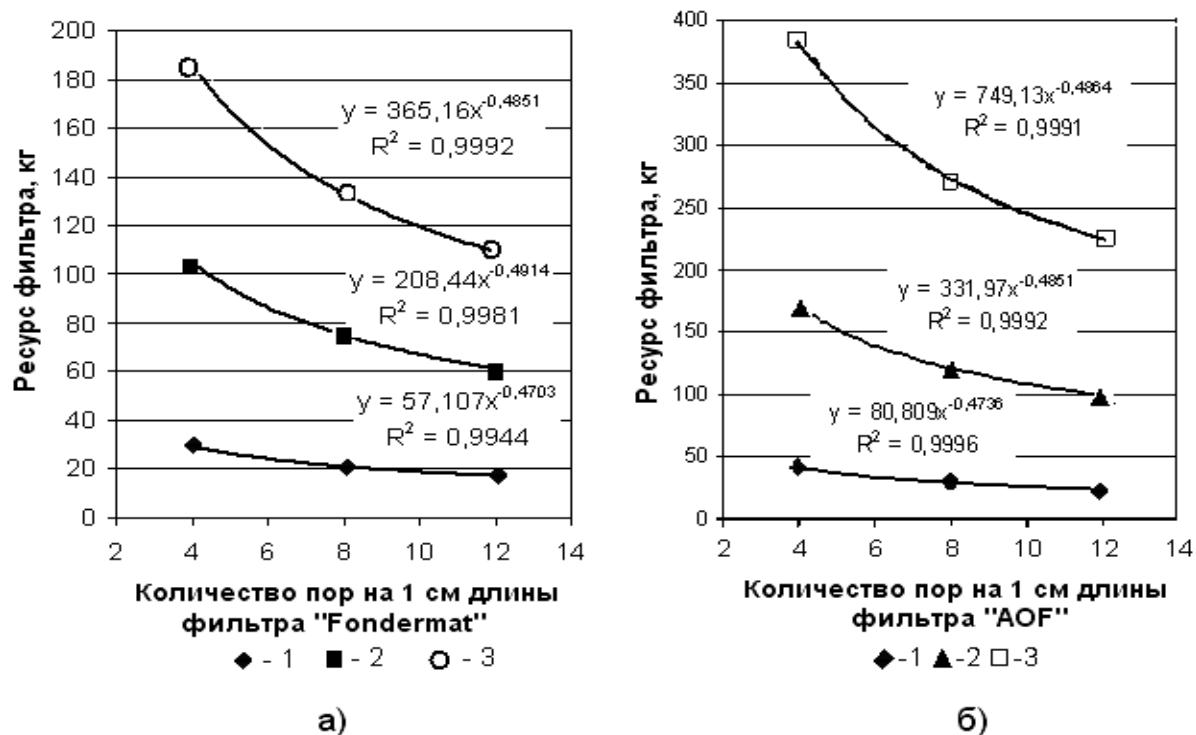


Рис. 1. Данные по пенокерамическим фильтрам для литья алюминиевых сплавов

Количество пор в рассматриваемых фильтрах составляют $\Pi = 4,8$ и 12 пор/см. Площадь входной поверхности фильтров Fondermat – $S\phi = 16$; $56,25$ и 100 см², а фильтров «АОФ» – $S\phi = 25$; 100 и 225 см².

Из графиков видно, что все аппроксимирующие кривые описаны уравнениями, где показатель степени при «X» имеют значения близкие к «-0,5». Это означает, что в формуле ресурса (пропускной способности) количество пор в фильтре Π находится под квадратным корнем в знаменателе. Дальнейший анализ структуры искомой зависимости позволил выявить и характер влияния площади фильтров $S\phi$. В результате получена следующая математическая зависимость с вполне определенным физическим смыслом входящих в нее величин:

для фильтра Fondermat LD

$$M = 3,75 \cdot \frac{S\phi}{\sqrt{\Pi}}, \quad (1)$$

для фильтра «АОФ»

$$M = 3,4 \cdot \frac{S\phi}{\sqrt{\Pi}}, \quad (2)$$

где M – ресурс (пропускная способность) фильтра, кг; $S\phi$ – площадь входной поверхности фильтра, см²; Π – количество пор на 1 см длины фильтра.

Для проверки адекватности предлагаемых формул (1) и (2) проведены соответствующие расчеты и сопоставлены с данными расчетов по аппроксимирующим уравнениям из вышеприведенных графиков. При этом необходимо обратить внимание на высокую степень корреляции последних экспериментальным данным производителей фильтров, т.е. $R^2 = 0,9944$ – $0,9996$ (рис. 1). Данные расчетов приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из данных в табл. 1 и 2, формулы (1) и (2) позволяют с достаточно высокой точностью определить ресурс пенокерамических фильтров Fondermat LD и «АОФ» ООО «Огнеупорные технологии» любого размера с любым количеством пор на 1 см длины для случая заливки алюминиевых сплавов.

Таблица 1

Расчетные ресурсы фильтра Fondermat

Площадь входной поверхности фильтра – $S\phi$, см ²	Расчетная формула	Ресурс фильтра М (кг) при количестве пор на 1 см длины фильтра – Π , пор/см		
		4	8	12
16	Формула (1)	30,0	21,2	17,32
	$y=57,107x^{-0,4703}$	29,8	21,5	17,75
56,25	Формула (1)	105,47	74,59	60,89
	$y=208,44x^{-0,4914}$	105,47	75,02	61,47
100	Формула (1)	187,5	132,58	108,25
	$y=365,16x^{-0,4851}$	186,4	133,17	109,39

Таблица 2

Расчетные ресурсы фильтра «АОФ»

Площадь входной поверхности фильтра – $S\phi$, см ²	Расчетная формула	Ресурс фильтра М (кг) при количестве пор на 1 см длины фильтра – П, пор/см		
		4	8	12
25	Формула (2)	42,5	30,1	24,5
	$y=80,809x^{-0,4736}$	41,9	30,2	24,9
100	Формула (2)	170,0	120,2	98,1
	$y=331,97x^{-0,4851}$	169,4	121,1	99,4
225	Формула (2)	382,5	270,5	220,8
	$y=749,13x^{-0,4864}$	381,7	272,5	223,7

Отклонение между соответствующими данными, полученными в результате расчетов по предлагаемой формуле (1) и аппроксимирующим уравнениям, составляют в пределах от 0 до 2,4 %, а по формуле (2) и аналогическими аппроксимирующими уравнениями – от 0,2 до 1,6%, что подтверждает пригодность формул для практических расчетов.

Достоинство выявленных формул заключается еще и в том, что они связывают между собой величины, имеющие вполне определенный физический смысл.

В заключение следует сказать, что в технологических расчетах необходимо пользоваться преобразованными формулами (1) и (2), решив их относительно $S\phi$:

$$S\phi = 0,267 \cdot M \sqrt{П}, \quad (3)$$

$$S\phi = 0,294 \cdot M \sqrt{П}. \quad (4)$$

Формулы (3) и (4) рекомендуется применять для определения площади соответствующего фильтра $S\phi$ (при выбранной пористости П), необходимой для фильтровальной очистки алюминиевого сплава при изготовлении отливок из нее с известной массой М, что и является основной задачей проектирования технологии фильтровальной очистки металлов в литейном производстве.

Список использованных источников

10. Фильтрование металла в литейной форме // Сб. материалов по фильтрам, эффективности применения, опыту использования в отечественной и зарубежной практике. Москва, 2005 г.

11. Суюндиков М.М. Анализ процесса блокирования фильтров неметаллическими включениями // Сб. трудов междунар. науч.-техн. конф. «IV чтения Ш. Шокина», 2 том. Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2010. С. 173–177.