

Акционерное общество
«Сухоложский литейно-механический завод»
(АО «Сухоложское Литье»)

УТВЕРЖДАЮ:
Главный инженер
«21» апреля 2016 г.
О.А. Суров

**Отчет по испытаниям
неформованных огнеупорных материалов на сталковшах емкостью 6,0 и 2,0 тонны
(производитель ЗАО НПКФ «МаВР» г. Жуковский)**

В январе-марте 2016г. проведены испытания неформованных огнеупоров производства ЗАО НПКФ «МаВР» г. Жуковский в 6 т и 2т сталеразливочных ковшах. Официальный представитель (поставщик) материалов в УрФО - ООО «ПО-Политон» г.Екатеринбург.

Условия поставки: безвозмездно в объеме опытной партии.

Цель испытаний: увеличение стойкости футеровок сталеразливочных ковшей.

Средняя стойкость по существующей технологии: 35 плавов.

В ходе испытаний использованы следующие огнеупорные материалы:

1. Кладочный раствор (мертель) КР-1
2. Оксидно-керамическое покрытие М-1
3. Жидкое натриевое стекло

Заявленная цель испытаний достигается при использовании материалов ЗАО «НПКФ «МаВР» за счет:

1. исключения опережающего износа футеровки по кладочным швам в результате применения мертеля КР-1;
2. повышения стойкости футеровки к воздействию агрессивных сред и температуры в результате применения покрытия М-1.

Опытная часть.

При разогреве футеровки сверх 600 °С в мертеле КР-1 и покрытии М-1 проходит реакция самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (проходит волна горения). В результате образуются высокоогнеупорные плотные керамические соединения на поверхности огнеупора (покрытие М-1) и в швах между изделиями футеровки (мертель КР-1).

20.01.2016г. в присутствии представителя поставщика был зафутерован стопорный ковш заводской № 8 (емкостью 6,0 т). Футеровка велась по существующей схеме кладки изделиями МКРКП-45. В качестве мертеля использовался КР-1. Приготовление мертеля КР-1 осуществлялось по предоставленной поставщиком технологии. Шихта КР-1 смешивалась с натриевым жидким стеклом в соотношении: на 1 кг КР-1 бралось 0,7 кг жидкого стекла. При смешении использовалось жидкое стекло поставщика $\rho=1,42-1,46 \text{ г/см}^3$. Кладка проводилась на в ремонтной зоне футеровки сталковшей при положительной температуре воздуха. Толщина швов выдержана на уровне не более 1,5 мм. После завершения кладки, на всю рабочую поверхность футеровки нанесено покрытие М-1 при помощи кисти в один слой. Приготовление покрытия М-1 осуществлялось по предоставленной поставщиком технологии. Шихта М-1 смешивалась с натриевым жидким стеклом в соотношении: на 1 кг М-1 бралось 0,8 кг жидкого стекла. При смешении использовалось жидкое стекло поставщика $\rho=1,42-1,46 \text{ г/см}^3$.

После футеровки, ковш установлен на электрический стенд разогрева в 21-00 20.01.2016г. По согласованию с поставщиком, предусматривался разогрев по графику, приведенному в Таблице 1. В результате сбоя в работе стенда, график сушки закончен через 14 часов на максимальной температуре 150 °С. После сушки на электрическом стенде разогрева ковш осмотрен, нарушения покрытия М-1 (пузырения) не выявлено, ковш отдан на разогрев под факел инжекционной горелки и запущен в работу по существующей технологии. Разогрев осуществлялся в течении 2 часов. Во время первой разливки металла отмечалось вытекания влаги через вышарные отверстия ковша, что свидетельствует о недостаточной просушке ковша.

Таблица 1. График сушки.

Температура, °С	10	70	70	130	150	250	250
Время после запуска сушки, час.	0	1	6	8	13	16	19
Скорость, °С/час	0	60	0	30	4	33	0

В ходе эксплуатации ковша отмечено в течение первой трети кампании (до выработки защитного покрытия М-1) отсутствие настывлей и «закозления» футеровки.

В сравнении с серийными ковшами нет «ступенчатого» износа футеровки, раскрытие швов отсутствует, поверхность футеровки изнашивается равномерно.

Стальковш №8 выведен из работы в ремонт 22.03.2016г., конечная стойкость составила 60 плавки.

Таблица №2. Показатели стойкости

Наименование	Показатель стойкости опытной футеровки на ковше собранные с применением материалов и по технологии ЗАО НПКФ «МаВР» (см. таблицу 4)		Средний показатель стойкости футеровки на ковше собранные по применяемой в данный момент технологии (см. таблицу 3)	
	Стопорный ковш №8 Q=6т	Поворотный ковш №7 Q=2т	Стопорный ковш №8 Q=6т	Поворотный ковш №7 Q=2т
Стойкость, по количеству наливов в ковш	60	75	35	35

04.02.2016г были проведены работы по футеровке поворотного ковша заводской № 7 (емкостью 2,0т), по той же технологии что и собирали футеровку стопорного ковша №8. Ковш после естественной сушки в течении суток был переправлен на участок мелкого литья и запущен на разогрев горелкой. Сушка производилась плавным увеличением пламени горелки и введен в рабочий режим за 10 часов. Нарушения покрытия М-1 (пузырения) не выявлено.

В ходе эксплуатации после 30 наливов (плавов) отмечен размыв швов рабочего слоя дна. Швы были разделаны и забиты ремонтной массой МРП-1. После 69 наливов (плавов) ковш переправлен в плавильный пролет на участок среднего и крупного литья металлургического производства, в который было выпущено еще 6 плавов. На 75 плавке, во время заливки деталей, всплыли 2 кирпича из рабочего слоя футеровки дна. 13.03.2016г ковш выведен из оборота в ремонт.

Экономическая часть.

При расчетах учтена стоимость арматурного слоя футеровки дна ковша, серийного мертеля, оборотовочной массы, стоимость труда огнеупорщиков. В Таблице 3 приведен расчет стоимости футеровки по принятой на предприятии технологии.

Таблица 3. Расчет стоимости существующей футеровки.

Материал	руб./т	Расход на ковш по применяемой в данный момент технологии			
		№ 8 Q=6,0 т		№ 7 Q=2,0 т	
МКРКП-45-44	12 990	0,93	12 080,70	0,2541	3 300,76
МКРКП-45-45	12 990	0,184	2 390,16	0,27639	3 590,31
МКРКП-45-37	12 990	0,274	3 559,26	0,16135	2 095,94
ШКУ-37-6	10 800	0,055	594,00	0,04	432,00
Мертель ММК-75	35 706	0,03	1 071,18	0,015	535,59
Масса оборотовочная ВГОП-75	33 200	0,07	2 324,00	0,045	1 494,00
Картон МКРКЛ-450	157 500	0,031	4 882,50	0,025	3 937,50
Ремонтная масса МРП-1	68 000	0,117	6 800,00	0,07	4 760,00
Затраты на материалы, руб.			33 701,80		20 146,09

Материал	руб./т	Расход на ковш по применяемой в данный момент технологии			
		№ 8 Q=6,0 т		№ 7 Q=2,0 т	
Количество плавков		35		35	
Тарифная ставка огнеупорщиков 5-го разряда	86,52	32	2 768,64	16	1 384,32
Всего затраты на ремонт			36 470,44		21 530,41
Удельный расход на плавку, руб.			1 042,01		615,15

В Таблице 4 приведен расчет стоимости опытной футеровки, с применением мертеля КР-1 и покрытия М-1.

Таблица 4. Расчет стоимости опытной футеровки.

Материал	руб./т	Расход на ковш по технологии ЗАО НПКФ «МаВР»			
		№ 8 Q=6,0 т		№ 7 Q=2,0 т	
МКРКП-45-44	12 990	0,93	12 080,70	0,2541	3 300,76
МКРКП-45-45	12 990	0,184	2 390,16	0,27639	3 590,31
МКРКП-45-37	12 990	0,274	3 559,26	0,16135	2 095,94
ШКУ-37-6	10 800	0,055	594,00	0,04	432,00
Мертель КР-1	212 000	0,022	4 664,00	0,016	3 392,00
ОКП М-1	465 000	0,002	930,00	0,001	465,00
Масса обортовочная ВГОП-75	33 200	0,07	2 324,00	0,045	1 494,00
Картон МКРКЛ-450	157 500	0,031	4 882,50	0,025	3 937,50
Жидкое стекло (Na)	16 000	0,017	272,00	0,012	192,00
Ремонтная масса МРП-1	68 000	0,1	6 800,00	0,07	4 760,00
Затраты на материалы, руб.			38 496,62		23 659,50
Количество наливов (плавков)		60		75	
Стоимость работ огнеупорщиков 5-го разряд (тариф)	86,52	32	2 768,64	16	1 384,32
Всего затраты на ремонт, руб.			41 265,26		25 043,82
Удорожание ремонта, руб.			4 794,82		3 513,41
Коэффициент по стойкости текущей технологии на предприятии по отношению к технологии с опытными материалами		0,58		0,47	
Всего затраты на ремонт с учетом коэффициента стойкости по количеству наливов			24 071,40		11 687,12
Экономия от применения КР-1 и ОКП М-1			12 399,04		9 843,29
Процент экономии от применения КР-1 и ОКП М-1			34,0%		45,7%
Удельный расход на плавку, руб.			687,75		333,92

Таблица 5. Кампании наливов в ковши

Стопорный ковш № 8 Q=6,0 т			Поворотный ковш № 7 Q=2,0 т		
№ п.п.	Марка сплава	Количество подряд	№ п.п.	Марка сплава	Количество подряд
1	110Г13Л	46	1	35ХГСЛ	2
2	100Г13Х2Л	3	2	СЧ25	1
3	110Г13Л	11	3	СЧ20	1
ВСЕГО		60	4	35ХГСЛ	2
			5	СЧ20	1
			6	35ХГСЛ	2
			7	СЧ20	1

Стопорный ковш № 8 Q=6,0 т			Поворотный ковш № 7 Q=2,0 т		
№ п.п.	Марка сплава	Количество подряд	№ п.п.	Марка сплава	Количество подряд
			8	35ХГСЛ	1
			9	СЧ25	2
			10	35ХГСЛ	1
			11	СЧ20	1
			12	35ХГСЛ	1
			13	СЧ20	1
			14	СЧ25	1
			15	35ХГСЛ	2
			16	СЧ20	2
			17	35ХГСЛ	1
			18	СЧ20	1
			19	35ХГСЛ	2
			20	СЧ20	1
			21	ЧХ1	1
			22	Промывочная сталь	1
			23	СЧ20	12
			24	СЧ25	1
			25	ИЧХ28Н2	2
			26	СЧ20	1
			27	ИЧХ28Н2	1
			28	СЧ20	2
			29	ИЧХ28Н2	2
			30	СЧ20	1
			31	ИЧХ28Н2	1
			32	СЧ20	1
			33	СЧ25	1
			34	СЧ20	1
			35	СЧ25	1
			36	СЧ20	6
			37	ЧХ16	1
			38	СЧ20	2
			39	ИЧХ28Н2	1
			40	ИЧ300Х18Г4	3
			41	СЧ20	1
			42	110Г13Л	2
			43	35Л	3
			ВСЕГО		75

На основании приведенных в Таблице №№ 3-4 данных, снижение удельных затрат на огнеупоры для футеровки сталеразливочных ковшей при использовании опытных материалов ЗАО НПКФ «МаВР» составляет:

$1042,01 - 687,75 = 354,26$ руб./плавка или $354,26 / 1042,01 \times 100\% = 34,0\%$ на стопорном ковше емкостью 6,0 т.

$615,15 - 333,92 = 281,24$ руб./плавка или $281,24 / 615,15 \times 100\% = 45,7\%$ на поворотном ковше емкостью 2,0 т.

В расчете не отображена дополнительная экономия от уменьшения количества футеровочных работ и сопутствующего увеличения стойкости арматурного слоя.

Остатки материалов были использованы на покрытие сливного носка с печи ИЛТ-2,5. После просушки покрытия в течении 3 часов и выпуска стали 35Л из печи произошло вспучивание покрытия и его отшелушивание от основного материала носка.

Выводы:

1. на основании проведенного опыта, совместно с ЗАО НПКФ «МаВР» разработать график сушки, отвечающий параметрам работы электрического стенда разогрева.
2. При укладке слоя кирпичей рабочего слоя дна поворотных ковшей емкостью 2 тонны задавать направление продольных швов под углом 30-45 градусов к продольной оси траверсы ковша.
3. защитное покрытие М-1 обладает низкой смачиваемостью и защищает футеровку от «закозления» и образования настывлей. Стойкость покрытия составила 1/3 кампании ковша – определено ориентировочно, исходя из отсутствия налипания настывлей на футеровку.
4. отсутствует «ступенчатый» износ футеровки, отсутствует опережающий износ кладки по швам; поверхность кладки изнашивается равномерно.
5. стойкость опытной футеровки составила 60 наливов на стопорном ковше емкостью 6,0 тонн и 75 наливов на поворотном ковше емкостью 2,0 тонны при среднем серийном уровне 35 плавов.
6. опытная футеровка показала снижение (экономия) удельных затрат на ковшевые огнеупоры на 34% на стопорном ковше емкостью 6,0 тонн и 45,7% на поворотном ковше емкостью 2,0 тонны.

Заключение:

На основании полученных положительных результатов проведенной опытной работы по применению неформованных огнеупорных материалов ЗАО НПКФ «МаВР», рекомендуется провести покупку материалов для опытно-промышленного испытания в объеме на 3-5 стальнойковшей.

Главный специалист ПТО

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель генерального директора
по производству

Начальник ПТО



С.Ю. Никитин



З.А. Ибрагимов



И.И. Тимухин