

для целого ряда отливок. Проверка в промышленных условиях работы керамического фильтра и методики расчета показала, что отклонение опытного времени заполнения от расчетов не превышает 15%.

Использование керамических фильтров позволило уменьшить брак из-за нерациональности литниковых систем на 2,5%, что дало экономический эффект около 20 000 руб в год.

Ю.П. Ледян

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВЯЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ И СТЕРЖНЕВЫХ СМЕСЕЙ

Большинство связующих веществ, применяющихся для приготовления стержневых смесей, являются либо коллоидными, либо высокомолекулярными растворами и обладают электрической проводимостью. В процессе приготовления смеси происходит распределение связующего вещества по поверхности зерен наполнителя. Распределение связующего по поверхности зерен песка сопровождается образованием двойного электрического слоя на границе раздела кварц - связующее.

Структура и электрофизические характеристики двойного электрического слоя зависят от электрофизических свойств контактирующих фаз. Поверхностный электрический заряд зерен кварцевого песка связан с пьезоэлектрическим и трибоэлектрическим эффектами, а также состоянием поверхности зерен и в первую очередь с наличием глинистых и окисных пленок.

Величина электрического заряда коллоидных частиц и макромолекул связующего материала зависит от его химического состава, степени разбавления и ряда других факторов. Формирование технологических свойств стержневых смесей и прежде всего адгезионной прочности неразрывно связано с образованием двойного электрического слоя на границе раздела фаз.

Удельная электрическая проводимость стержневой смеси характеризует электрофизические свойства связующего вещества, а также состояние двойного электрического слоя на границе раздела связующее - кварц и определяется выражением:

$$\chi_c = k_1 k_2 (\chi_o + \chi_{II}), 0_{\text{м}}^{-1} \text{ см}^{-1},$$

где χ_o - удельная электрическая проводимость связующего

вещества, $\text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1}$; $\chi_{\text{п}}$ - удельная поверхностная проводимость смеси, $\text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1 \text{п}}$; k_1 - коэффициент, характеризующий содержание связующего в смеси; k_2 коэффициент, характеризующий распределение связующего по поверхности зерен наполнителя.

Удельная электрическая проводимость связующего вещества χ_0 практически не зависит от равномерности его распределения по поверхности зерен и определяется только лишь температурой связующего и его исходными физико-химическими свойствами. Величина χ_0 колеблется для различных связующих в весьма широких пределах (табл. 1).

Таблица 1

Связующее	Плотность γ , г/см ³	Удельная электропроводность
		$\chi_0 \cdot 10^{-5}$, $\text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1}$
Жидкое стекло с $m=2,4$	1,40	1450,00
Сульфитно-спиртовая барда	1,24	1300,00
Фенолоспирт	1,226	350,00
Смола М-19-62	1,24	3,25
Смола БС-70	1,39	3,49
Смола БГФ	1,42	0,71

Удельная поверхностная проводимость $\chi_{\text{п}}$ характеризует свойства двойного электрического слоя и зависит от величины электрического потенциала, состояния и суммарной поверхности твердой фазы, наличия окисных и глинистых пленок, а также степени уплотнения смеси.

Удельная электрическая проводимость стержневых смесей, приготовленных на электропроводных связующих веществах, в процессе перемешивания изменяется в широких пределах, причем изменение величины $\chi_{\text{с}}$ носит экстремальный характер. В начальный момент перемешивания $\chi_{\text{с}} = 0$, так как связующее еще не распределилось по объему замеса и не смочило поверхность зерен. В этот момент $\chi_{\text{п}}$ также практически равна нулю.

По мере распределения связующего вещества на поверхности зерен песка удельная электрическая проводимость смеси возрастает и достигает своего максимального значения в мо-

мент наиболее равномерного распределения связующего. Этому же моменту перемешивания соответствует оптимум технологических свойств смеси, так как при наиболее равномерном распределении связующего по поверхности зерен наполнителя смесь обладает максимальной прочностью в сухом состоянии, максимальной газопроницаемостью и минимальной осылаемостью.

Увеличение времени перемешивания смеси приводит к высыханию пленки связующего, в результате чего снижается χ_o . Происходит также обдирание пленки и образование мелких комочков связующего, располагающихся в промежутках между зёрнами песка, в результате чего снижается χ_p .

Таким образом, удельная электрическая проводимость смеси может быть использована в качестве критерия длительности перемешивания стержневой смеси. Для получения смесей с оптимальными технологическими свойствами и более эффективного использования связующих веществ необходимо перемешивание смеси прекращать в момент достижения максимума ее проводимости.

Удельная электрическая проводимость связующих веществ может быть изменена под воздействием электрического поля (табл. 2). Это происходит в результате ослабления водородных связей и повышения степени диссоциации функциональных групп, что приводит к увеличению количества свободных носителей заряда в растворе. Дополнительная диссоциация функциональных групп способствует увеличению заряда цепи макромолекул, что сказывается на структуре и распределении потенциала в двойном электрическом слое. Результатом является повышение когезии пленки и адгезии связующего к поверхности зерен наполнителя.

Таблица 2

Связующее	Удельная электрическая проводимость $\chi_o \cdot 10^{-5} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$					
	напряженность поля E, в/см					
	0	2	4	6	8	10
1	2	3	4	5	6	7

Фенолоспирт
 $\gamma = 1,226 \text{ г/см}^3$

350,00 364,30 373,20 382,10 390,00 410,00

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7
Смола М-19-62 $\gamma = 1,24 \text{ г/см}^3$	3,25	3,60	3,75	3,87	4,00	4,00
Сульфитно-спир- товая барда $\gamma = 1,24 \text{ г/см}^3$	1300,00	1770,00	1900,00	1950,00	1990,00	2000,00

Электроактивация связующих материалов приводит к изменению не только их электрофизических, но и технологических свойств. При электроактивации смолы М-19-62 постоянным полем напряженностью $E = 20 \text{ В/см}$ в течение 10 мин краевой угол смачивания кварца уменьшается с 33 до 28°. Условная вязкость, определявшаяся с помощью вискозиметра ВЗ-4, уменьшается с 33 до 26 сек при $E = 40 \text{ В/см}$. В процессе электроактивации связующего происходит уменьшение его плотности.

Исходная удельная прочность пленки М-19-62, определявшаяся методом отрыва кварцевых пластин, составляет 0,90 - 0,95 г/мм². Электроактивация связующего постоянным электрическим полем $E = 20 \text{ В/см}$ приводит к увеличению прочности пленки до 1,4 - 1,5 г/мм² и возрастанию реакционной способности, в результате чего длительность твердения сокращается на 35 - 40%.

Электроактивация связующего значительно повышает технологические свойства приготовленных на нем смесей, и в первую очередь прочностные характеристики. Аналогичные результаты получены при электроактивации сульфитно-спиртовой барды, фенолоспирта и ряда других связующих веществ.

Процесс активации связующих веществ электрическими полями целесообразно осуществлять в колонках и таким образом совмещать технологическую операцию (электроактивацию) с транспортировкой связующего материала от дозатора к смеси-телю.

Электрофизические свойства связующих веществ в процессе твердения стержневых смесей также изменяются, особенно сильно - электропроводность. В табл. 3 приведены результаты определения удельной электрической проводимости фенолоспирта, отвердевавшего при температуре 220 С, и смолы М-19-62, отверждавшейся ортофосфорной кислотой.

При тепловом отвердевании удельная электрическая прово-

димось вначале в результате разогрева связующего несколько возрастает за счет повышения степени диссоциации, а затем начинается процесс полимеризации и электропроводность падает (табл. 3).

Таблица 3.

Связующие	Удельная электропроводность $\chi \cdot 10^{-5}$, $\text{Ом}^{-1} \text{см}^{-1}$						
	длительность твердения τ , мин						
	0	2	4	6	8	10	12
Фенолоспирт $\rho = 1,226 \text{ г/см}^3$	350,00	459,00	308,00	250,00	100,00	92,00	92,00
Смола М-19-62 $\rho = 1,24 \text{ г/см}^3$	3,25	2,52	0,82	0,62	0,40	0,40	0,40

В случае химического твердения электрическая проводимость сразу же начинает уменьшаться в результате сокращения количества свободных носителей зарядов. Остаточная электрическая проводимость после полного затвердевания в обоих случаях определяется электрофизическими свойствами твердого остатка и практически не изменяется при дальнейшей выдержке.

Измерение электрической проводимости связующих материалов непосредственно в процессе их твердения позволяет определять реакционную способность вещества. Этот метод может быть использован для экспресс-анализа свойств связующих, так как он не требует приготовления стержневой смеси, изготовления стандартных образцов и последующих их испытаний.

Л и т е р а т у р а

1. Скорчилетти В.В. Теоретическая электрохимия, Л., "Химия", 1967.
2. Баландин Г.Ф., Васильев В.А. Физико-химические основы литейного производства, М., "Машиностроение", 1971.
3. Авторское свидетельство № 379304. Способ приготовления смеси.
4. Авторское свидетельство № 438485. Способ приготовления формовочной смеси на жидком связующем.