

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЦЕПТУРЫ ГИПСОСОДЕРЖАЩЕЙ КОМПОЗИЦИИ НА ЕГО ПОРИСТУЮ СТРУКТУРУ

В.Я. КЕРШ, А.В. КОЛЕСНИКОВ, Н.В. ХЛЫЦОВ
ОГАСА, Одесса

***Abstracts:** In the work the statistical models of the dependence of pore concentration on prescription factors for gypsum plaster composition are considered.*

***Keywords:** structure, prescription, porosity, regression*

Одним из методов исследования строительных композитов, позволяющих установить причинно-следственные связи в системе «рецептура – технология – изделие», является структурно-ориентированное моделирование [1]. Идеологией этого подхода, в отличие от обычно применяемого метода установления связи «рецептура – эксплуатационные характеристики» (рис.1, путь 1) является моделирование связи рецептурно-технологических факторов опосредовано через структурные свойства (рис.1, путь 2–3). Важным этапом рассматриваемого подхода является моделирование влияния рецептурных факторов на структуру в условиях постоянства технологических режимов (рис.1, путь 2), т.е. построение рецептурно-структурных моделей.

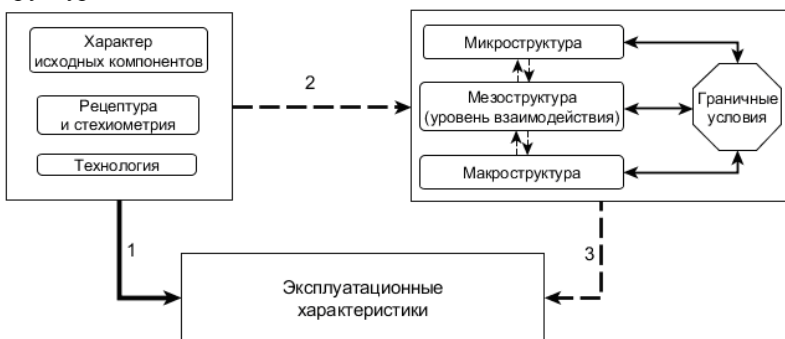


Рис.1. Пути и методы исследования композиционных материалов

Многие эксплуатационные свойства композитов (прочность, теплопроводность, звукопроницаемость, морозостойкость) в значительной степени обусловлены характером его пористой структуры. Результаты анализа пористой структуры гипсового композита штукатурного назначения [2] методом компьютерной микроскопии по площадям сечений [3] позволили перейти к статистическому моделированию. Его цель – построение экспериментально-статистических моделей структурных данных от четырех рецептурных факторов – перлита-гипсового отношения PtoG, соотношения количеств микросфер и метокаолина MksMk, содержания латекса Lat и пластификатора Plast [4]. В предварительном исследовании в качестве базовых элементов поровой структуры выделены 4 группы пор разной площади сечения, характеристики которых указаны в табл.1.

Таблица 1

Характеристики групп пор

Группы	1	2	3	4
Условное название	Sm_p	Med_p	Big_p	Vbig_p
Нижняя граница, мм ²	0	0,05	0,125	0,175
Верхняя граница, мм ²	0,05	0,125	0,175	0,238
Середина, мм ²	0,025	0,065	0,150	0,206

Для статистического моделирования факторы использовались в кодированной форме. В результате получены четыре ЭС-модели для концентрации пор соответствующих групп, показанные на рис. 2 совместно с коэффициентами детерминации.

Sm_p =	Med_p =	Big_p =	Vbig_p =
+4.743	+1.145	+0.220	+0.146
+1.234 * PtoG	+0.012 * PtoG	-0.024 * PtoG	+0.035 * PtoG
+0.532 * MksMk	-0.120 * MksMk	-0.043 * MksMk	-0.028 * MksMk
+0.399 * Plast	-0.186 * Plast	-0.055 * Plast	-0.032 * Plast
+0.078 * Lat	-0.300 * PtoG * Plast	-0.033 * Lat	-0.054 * PtoG * Plast
+1.265 * PtoG * MksMk	+0.229 * MksMk ²	-0.042 * PtoG * MksMk	+0.042 * PtoG * Lat
+1.117 * MksMk * Lat		-0.070 * PtoG * Plast	
-0.965 * Plast * Lat		-0.030 * PtoG * Lat	
+4.763 * PtoG ²		-0.10 * PtoG ²	
+1.823 * MksMk ²		+0.079 * MksMk ²	
R-Squared 0.90	R-Squared 0.83	R-Squared 0.96	R-Squared 0.79
Adj R-Squared 0.79	Adj R-Squared 0.77	Adj R-Squared 0.92	Adj R-Squared 0.67

Рис.2 Экспериментально-статистические модели «рецептура-структура»

Значение этих коэффициентов показывает, в частности, что дальнейшее уточнение статистических моделей возможно за счет учета технологических факторов. На рис.3 в качестве примера показаны поверхности, характеризующие значения концентраций малых пор (группа Sm_p) при граничных значениях факторов Lat и Plast.

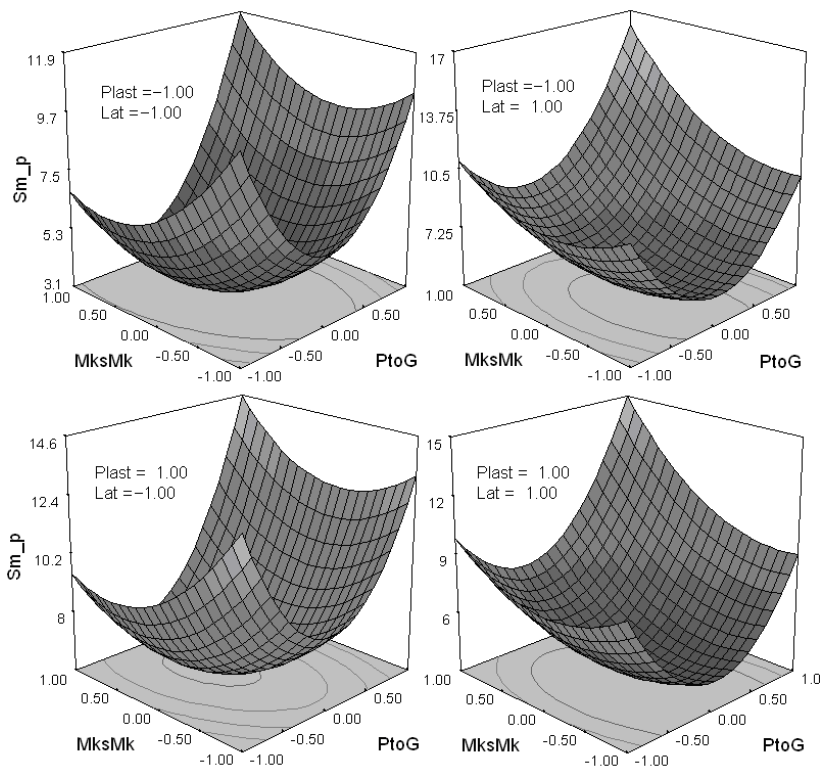


Рис.3. Концентрация малых пор Sm_p в зависимости от рецептурных факторов

Рассмотренные модели допускают концептуальную интерпретацию. Минимум мелкой пористости группы Sm_p обеспечивается средними (вблизи нуля) значениями первых двух факторов, отклонение от них обуславливает рост пористости. Рыхлые частицы перлита имеют высокую воздухоовлекающую способность [5], они благоприятствуют росту мелкой пористости. Микросферы в целом за счет линейных и квадратичных эффектов способствуют росту

мелкой пористости. Это возможно объяснить их способностью к воздухоовлечению и округлой формой, благодаря которой велика вероятность образования межчастичных промежутков [6]. Латекс совместно с пластификатором способствуют удалению воздушных пор в процессе затворения и замешивания композитного вяжущего теста.

Характер построенных моделей и степень их адекватности показывают возможность направленного влияния на пористую структуру рассматриваемого материала с помощью рецептурных факторов (возможность рецептурного управления структурой).

Таким образом, управление пористой структурой материала за счет рецептурно-технологических факторов представляет интерес для задач оптимизации и проектирования композитов. Кроме этого, рецептурно-структурные модели важны как элементы методики структурно-ориентированного моделирования композитных материалов.

1. Kersh, V. Structurally-Oriented Design of the Heat Insulation Plastering Material / V. Kersh, A. Kolesnikov, T. Lyashenko, M. Pidkapka // No: Proceedings of RENVA Annual Conference 2015, Latvija, Rīga, 6.-9. maijs, 2015. Rīga: RTU PRESS, 2015, 241.-244.lpp. ISBN 978-9934-10-685-9
2. Ляшенко Т.В. ЭС-модели и многокритериальная оптимизация при разработке теплоизоляционных гипсовых штукатурных композиций / Т.В. Ляшенко, В.Я. Керш, А.В. Колесников // Вестник ОДАБА, «Зовнішрекламсервіс» – 2015.– № 57.– С. 279-282
3. Довгань И.В. Статистическое исследование поровой структуры теплоизоляционных композитов / И.В. Довгань, В.Я. Керш, А.В. Колесников, С. В. Семенова // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури – 2015.– № 60.– С. 86-90.
4. Колесников А.В. Высоконаполненные гипсовые теплоизолирующие композиции: Дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук / Колесников А.В. - Одесса: ОГАСА, 2016. - 175с.
5. Керш В.Я. Разработка рациональных утепляющих гипсоперлитовых составов / В.Я. Керш, А.В. Колесников, Д.В. Керш // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка, «Знання», Україна, Київ, – № 52.– 2014.– С. 86–92
6. Barbare N. Uptake and loss of water in a cenosphere-concrete composite material / N. Barbare, A. Shukla, A. Bose // Cementand Concrete Research, 2003.–№33, P. 1681-1686.