

УДК 519.23

МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТАВА ГЛИНОГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО**MODELING OF CLAY–GYPSUM BINDERS**©**Асаматдинов М. О.**

Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)
г. Москва, Россия, marat.asamatdinov@mail.ru

©**Асаматдинов М.**

National Research University Moscow state university
of civil engineering (NRU MSUCE), Moscow, Russia, marat.asamatdinov@mail.ru

©**Тургаев Ж. А.**

Каракалпакский государственный университет им. Бердаха (КГУ)
г. Нукус, Узбекистан, qmur@online.ru

©**Turgayev Zh.**

Karakalpak State University Berdakh (KSU)
Nukus, Uzbekistan, qmur@online.ru

Аннотация. Применение вяжущих, которые относят к категории местных позволяет решать вопросы как использования местного сырья, так и восполнить дефицит в продукции необходимой для строительства. В частности, использование строительных смесей на основе глиногипса позволяет получать штукатурки для базовой отделки интерьеров, как помещений с обычной, так и повышенной влажностью.

Системное исследование технологии глиногипса и формирование методики подбора состава вяжущих на его основе является приоритетными направлениями в исследованиях, направленных на замещения такого дефицитного в некоторых регионах строительного гипса. Большинство исследованных месторождений глиногипса в настоящее время не разрабатываются. Это объясняется нестабильностью его сырьевого состава и отсутствием современных научных разработок, имеющих практическую направленность.

Abstract. The use of binders, which are classified as local can solve issues like the use of local raw materials, and make up the shortfall in the production of the required construction. In particular, the use of building mixtures based on clay–gypsum produces plaster base for interior decoration, both rooms with normal and high humidity.

System research of technology and shaping techniques clay–gypsum selection of binding the composition on its base is a priority in research aimed at the replacement of the deficient in some regions of plaster. Most of the investigated fields clay-gypsum is currently being developed. This is due to the instability of its raw material content and the lack of modern scientific research with a practical orientation.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее, глиногипс, штукатурные смеси, математическое планирование, моделирование, технология.

Keywords: gypsum binder, clay–gypsum, plasters, mathematical planning, simulation technology.

Гипсовое вяжущее относят к категории экологически чистых материалов, тогда как при производстве извести или цемента на атмосферу выделяется диоксид углерода, а при производстве гипса выделяется кристаллизационная вода. Вместе с этим можно сказать в

процессе эксплуатации изделия на основе гипса могут выполнять функцию контроля влажности воздуха в помещениях, а при пожаре гипс выделяя кристаллизационную воду, становится огнезащитной мембраной.

В некоторых районах, не располагающих достаточным количеством для производства, гипсовое вяжущее является не дешевым, а дефицитным строительным материалом. В связи с этим в КГУ и в ИСА МГСУ в последние годы проводятся исследования по изучению возможности применения местных вяжущих в целях частичной замены гипса. Одним из возможных вариантов рассматривается применение глиногипса. Перспективным направлением развития композиционных глиногипсовых вяжущих материалов работ внутренних помещений.

Нужно отметить, что большинство известных и исследованных месторождений в настоящее время не разрабатываются. Причин этому несколько: снижение интереса к глиногипсу обусловленное нестабильностью его сырьевого состава; отсутствие современных научно-практических разработок, направленные на развитие производства и применения этого материала; низкий уровень заинтересованности и инициативы местных властей.

Системное исследование технологии глиногипса и формирование методики подбора состава вяжущих основано на методах математического планирования эксперимента. Математическое планирование является составной частью решению технологических задач для нахождения уравнений математических моделей, характеризующих состав композиционных глиногипсовых материалов. Изучая любой объект, физическое явление или технологический процесс экспериментатор умышленно упрощает до удобного или до понятного уровня, то есть представляет это явление или этот процесс в виде модели.

Для этого должно соблюдаться два условия: модель должна достоверно описывать реальный процесс и способствовать получению полезной и новой информации, а также должна быть экономична и удобна в использовании.

Экспериментально- статистические модели описывают с точностью связь между факторами и регулируемыми параметрами системы без анализа внутренней структуры этой системы. Для данного способа моделирования характерны универсальность методологии, сбора экспериментальной информации. Сложность всесторонней интерпретации параметров модели заключается в том, что модель, адекватна только в рамках объекта, для которого эта модель построена.

Использование математических (экспериментально-статистических моделей) позволяет решать технологические задачи широкого спектра: формировать методику подбора состава материалов, оптимизировать технологические параметры изготовления изделий, прогнозировать их свойства и пр.

Этот способ был реализован для глиногипсового вяжущего в процессе проведения экспериментов. В качестве варьируемых факторов приняты: расход пластификатора (X_1), расход вяжущего (X_2), расход замедлителя схватывания (X_3). В качестве функций отклика: начало схватывания (Y_1), конец схватывания (Y_2), прочность при сжатии (Y_3). Условия эксперимента приведены в Таблице.

Таблица.

УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Наименование фактора	Математический символ, X_i	Среднее значение фактора, \bar{X}_i	Интервал варьирования, ΔX_i	Значение на уровнях	
				-1	+1
Расход пластификатора С-3, %	X_1	1,0	0,4	0,6	1,4
Расход портландцемента, %	X_2	4,6	1,2	3,4	5,8
Расход замедлителя схватывания, %	X_3	0,05	0,01	0,04	0,06

Проведение и обработка результатов эксперимента позволили получить математические зависимости

В результате получены следующие математические модели (полиномы)

- для начала схватывания

$$Y_1 = 22 + 10X_1 + 5X_2 + 4X_3 - 4X_1X_2 - 2X_2X_3 + 3X_1^2 - 1X_2^2$$

- для конца схватывания

$$Y_2 = 34 + 11X_1 + 6X_2 + 5X_3 - 4X_1X_2 - 3X_1^2 - 2X_2^2$$

- для прочности при сжатии

$$Y_3 = 8,1 + 2,2X_1 + 1,6X_2 + 1,2X_3 - 0,8X_2X_3 - 1,2X_2^2$$

Доверительные интервалы составляют, соответственно: $\Delta b_1 = 0,8$; $\Delta b_2 = 1,0$; $\Delta b_3 = 0,4$.

Достоверность полученных результатов подтверждена проверкой адекватности моделей и обоснована большим количеством экспериментальных данных, а также соответствием данных априорной информации.

Анализ уравнений показывает, что, на установленной (Таблица) области определения, наибольшее влияние на все контролируемые показатели оказывает расход суперпластификатора С-3 (коэффициенты при X_1). Среди парных взаимодействий для сроков схватывания наиболее значимо одновременное влияние расхода С-3 и расхода портландцемента (коэффициент при X_1X_2); для прочности — значимо парное взаимодействие расхода портландцемента и расхода модификатора (коэффициент при X_2X_3).

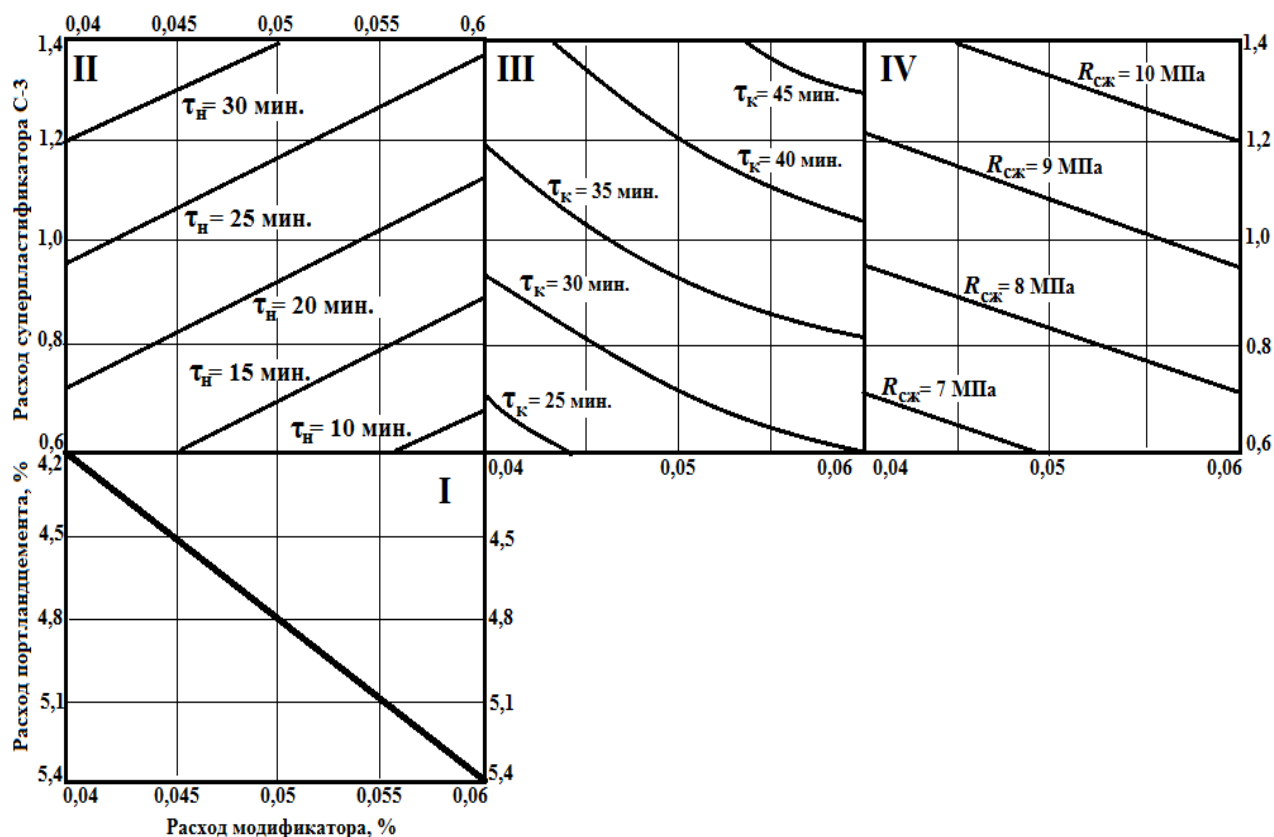


Рисунок. Номограммы для определения характеристик модифицированного глиногипсового вяжущего: τ_n — начало схватывания, мин.; τ_k — конец схватывания, мин.; $R_{сж}$ — прочность при сжатии, МПа

Применение метода аналитической оптимизации, основанного на методах исследования функций нескольких переменных, обосновано адекватностью полученных моделей и нелинейным характером функциональной зависимости [5, 6]. В результате получены оптимизационные уравнения:

$$Y_1 = 25 + 10X_1 + 1,7X_3$$

$$Y_2 = 37 + 8X_1 + 4X_3 + 1,2X_1X_3 - 3X_1^2$$

$$Y_3 = 8,6 + 2,2X_1 + 0,6X_3$$

Оптимизационные уравнения (так же, как и базовые полиномы) подтверждают, что в используемых в эксперименте интервалах изменения факторов наибольшее влияние на результат оказывает расход суперпластификатора С-3. Графическая интерпретация полученных зависимостей представлена в виде номограммы (Рисунок). Номограмму можно использовать при оценке влияния расхода добавок на сроки схватывания и прочностные характеристики модифицированного глиногипсового вяжущего.

Глиногипсовая штукатурная смесь, получаемая с модифицирующими добавками выгодно отличается от традиционных следующим образом: расширением сырьевой базы с использованием местных глиногипсовых пород месторождение практически находится в центре страны; получение на его основе местного смешанного вяжущего и его использование для производства, это значительно эффективно по сравнению привозными; улучшением технологических свойств строительных растворов с использованием местных добавок.

Список литературы:

1. Жуков А. Д., Коровяков В. Ф., Наумова Т. А., Асаматдинов М. О. Штукатурные смеси на основе глиногипса // Научное обозрение. 2015. №10. С. 98–101.
2. Жуков А. Д., Коровяков В. С., Асаматдинов М. О., Чкунин А. С., Румянцев Г. Б. Модифицированные вяжущие на основе гипсового мергеля // Научное обозрение. 2016. №7. С. 86–90.
3. Zhukov A. D., Bessonov I. V., Sapelin A. N., Naumova N. V., Chkunin A. S. Composite wall materials // Italian Science Review. 2014. Iss. 2 (11); pp. 155–157.
4. Жуков А. Д. Локальная аналитическая оптимизация технологических процессов / А.Д. Жуков, А.В. Чугунков // Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 273—278.
5. Жуков А. Д., Бессонов И. В., Сапелин А. Н., Мустафаев Р. М. Композиционные материалы с регулируемой пористостью // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 6. С. 58—61.
6. Жуков А. Д., Асаматдинов М. О., Нурымбетов Б. Ч., Туремуратов Ш. Н. Исследование кинетики гидратационного структурообразования и свойств известково-белитовых вяжущих на основе мергелей // Вестник МГСУ. №4. С. 62–68.

References:

1. Zhukov A. D., Korovyakov V. F., Naumova T. A., Asamatdinov M. O. Shtukaturnye smesi na osnove glinogipsa. Nauchnoe obozrenie, 2015, no. 10, pp. 98–101.
2. Zhukov A. D., Korovyakov V. S., Asamatdinov M. O., Chkunin A. S., Rummyantsev G. B. Modifitsirovannye vyazhushchie na osnove gipsovogo mergelya. Nauchnoe obozrenie, 2016, no. 7, pp. 86–90.
3. Zhukov A. D., Bessonov I. V., Sapelin A. N., Naumova N. V., Chkunin A. S. Composite wall materials. Italian Science Review, 2014, Iss. 2 (11); pp. 155–157.

4. Zhukov A. D. Lokalnaya analiticheskaya optimizatsiya tekhnologicheskikh protsessov / A. D. Zhukov, A. B. Chugunkov. Vestnik MGSU, 2011, no. 1–2, pp. 273–278.
5. Zhukov A. D., Bessonov I. V., Sapelin A. N., Mustafaev R. M. Kompozitsionnye materialy s reguliruemoi poristostyu. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo, 2014, no. 6, pp. 58–61.
6. Zhukov A. D., Asamatdinov M. O., Nurymbetov B. Ch., Turemuratov Sh. N. Issledovanie kinetiki gidratatsionnogo strukturoobrazovaniya i svoystv izvestkovo–belitovykh vyazhushchikh na osnove mergelei. Vestnik MGSU, no. 4, pp. 62–68.