

УДК 691.311

**СУХИЕ ГИПСОВЫЕ СМЕСИ И ГИПСОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ,
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОБАВКАМИ**

А.Т. Омурканова

Приведены результаты опытных работ по исследованию свойств гипсовых смесей и композиций путем введения различных наполнителей и химических добавок.

Ключевые слова: гипс; зола-уноса; суперпластификатор; прочность; плотность; химические добавки; сроки схватывания; водостойкость.

THE DRY GYPSUM MIXES AND GYPSUM COMPOSITIONS MODIFIED BY ADDITIVES

A.T. Omurkanova

The article provides the results of experimental work on research of properties of gypsum mixes and compositions by addition of various fillers and chemical additives.

Key words: gypsum; furnace dust; superplasticizer; strength; density; dry gypsum mixes; chemical additives; setting time; water resistance.

Строительные материалы и изделия на основе гипсовых вяжущих веществ очень перспективны. Гипсовые композиции используются при производстве перегородочных плит и панелей, архитектурных и других изделий, вентиляционных блоков, строительных растворов для внутренних частей зданий. Сухие гипсовые смеси могут быть использованы при приготовлении смесей для штукатурных растворов при внутренней отделке зданий.

Задача научного исследования – получение составов сухой штукатурной смеси и гипсовой композиции, обеспечивающих высокие показатели прочности на сжатие и изгиб, и уменьшение усадочных трещин за счет добавления армирующей добавки, а также расширение использования местного минерального сырья и отходов производства для удешевления материалов без ухудшения их потребительских характеристик.

В работах [1, 2] были исследованы физико-механические свойства сухих гипсовых смесей. В качестве вяжущего был использован строительный гипс марки Г-4. Лимонная кислота добавлялась в качестве замедлителя твердения. Суперпластификаторы Melment L10/33, Rheobuild 1000K, Rheobuild 181K, Glenium 111 использовали как химические добавки, улучшающие физико-механические свойства СГС.

При анализе физико-механических показателей композиций на основе гипса и добавки

Melment L10/33 наблюдалось повышение прочностных показателей при уменьшении дозировки добавки. Самым высоким показателем прочности на сжатие, равным 9,42 МПа, обладал образец с добавкой Melment L10/33 в количестве 0,1 % при водотвёрдом отношении 0,38. Этот показатель в два раза больше прочности на сжатие эталонного образца, который равен 4,7 МПа.

При добавлении добавки Rheobuild 181K самым высоким показателем прочности на сжатие, равным 12,65 МПа, обладал образец, содержащий добавку Rheobuild 181K в количестве 0,4 % при водотвёрдом отношении 0,4, с показателем прочности на изгиб равным 6,12 МПа.

При введении суперпластификатора Rheobuild 1000K самым высоким показателем прочности на сжатие, равным 7,59 МПа, обладал состав, содержащий добавку Rheobuild 1000 K, в количестве 0,1 %.

Применение добавки Glenium 111 от 0,1 до 1,5 % не выявило заметного повышения прочностных показателей. Показатели прочности на сжатие варьировались от 2,45 до 6,98 МПа.

Сделан вывод о том, что наилучшие прочностные показатели имеют образцы с добавкой Melment в пределах 0,1–0,5 % от массы вяжущего, и соответственно образцы с добавками Rheobuild 1000K, Rheobuild 181K, Glenium 111 в количестве 0,1–0,8 % от массы гипса.

Таблица 1 – Физико-механические свойства сухих гипсовых смесей с золой-уноса ТЭЦ и модифицирующими добавками

| № | Добавка | R _{изг} , МПа | R _{сж} , МПа | ρ, г/см ³ |
|------------------------|---|------------------------|-----------------------|----------------------|
| <i>Без наполнителя</i> | | | | |
| 1 | Эталон | 2,21 | 13,87 | 1,54 |
| 2 | 0,5 % Melment L10/33+0,04 % лимонная кислота | 10,54 | 22,03 | 1,51 |
| 3 | 0,25 % Melment L10/33+0,04 % лимонная кислота | 9,32 | 21,62 | 1,5 |
| 4 | 0,8 % Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 7,47 | 26,11 | 1,5 |
| 5 | 0,4 % Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 8,85 | 27,34 | 1,47 |
| 6 | 0,8 % Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота. | 6,36 | 13,87 | 1,48 |
| 7 | 0,4% Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота | 8,93 | 25,3 | 1,5 |
| 8 | 0,8 % Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 6,2 | 19,58 | 1,49 |
| 9 | 0,4 % Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 7,07 | 22,44 | 1,49 |
| <i>10 % золы-уноса</i> | | | | |
| 10 | 10 % золы+0,04% лимонная кислота | 7,94 | 22,03 | 1,47 |
| 11 | 10 % золы+0,5% Melment L10/33+0,04 % лимонная кислота | 6,67 | 19,99 | 1,44 |
| 12 | 10 % золы+0,25% Melment L10/33+0,04 % лимонная кислота | 7,41 | 17,95 | 1,45 |
| 13 | 10 % золы+0,8% Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 5,5 | 22,44 | 1,41 |
| 14 | 10 % золы+0,4% Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 5,16 | 13,46 | 1,43 |
| 15 | 10 % золы+0,8% Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота | 4,7 | 18,36 | 1,39 |
| 16 | 10 % золы+0,4% Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота | 5,15 | 19,58 | 1,39 |
| 17 | 10 % золы+0,8% Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 7 | 18,77 | 1,42 |
| 18 | 10 % золы+0,4% Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 6,78 | 19,99 | 1,45 |
| <i>20 % золы-уноса</i> | | | | |
| 19 | 20 % золы+0,04 % лимонная кислота | 7,77 | 17,14 | 1,39 |
| 20 | 20 % золы+0,5 % MelmentL10/33+0,04 % лимонная кислота | 5,6 | 20,4 | 1,4 |
| 21 | 20 % золы+0,25 % MelmentL10/33+0,04 % лимонная кислота | 7,02 | 17,14 | 1,38 |
| 22 | 20 % золы+0,8 % Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 5 | 15,91 | 1,35 |
| 23 | 20 % золы+0,4 % Rheobuild 181k+0,04 % лимонная кислота | 5,43 | 16,32 | 1,35 |
| 24 | 20 % золы+0,8 % Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота | 5 | 19,18 | 1,34 |
| 25 | 20 % золы+0,4 % Rheobuild 1000k+0,04 % лимонная кислота | 4,41 | 10,61 | 1,37 |
| 26 | 20 % золы+0,8 % Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 5,51 | 14,69 | 1,36 |
| 27 | 20 % золы+0,4 % Glenium 111+0,04 % лимонная кислота | 5,77 | 18,77 | 1,37 |

В работе [3] показаны результаты подбора составов гипсовых композиций с применением воздуховлекающей добавки MicroAir 200 и золы-уноса. Воздуховлекающую добавку MicroAir 200 применяли в составе рецептур от 0,1 до 1 %. С целью экономии основного вяжущего вещества гипса в рецептуры добавляли в качестве наполни-

теля золы-уноса Бишкекской ТЭЦ. Армирующим компонентом в сухих гипсовых смесях являлся хризотил-асбест.

Результаты экспериментов показали, что показатели прочности на сжатие составов на основе гипса и добавки MicroAir 200 колеблются от 2,9 до 4,45 МПа. Самым высоким показателем прочно-

сти на сжатие, равным 4,45 МПа, обладал образец с добавкой MicroAir 200 в количестве 0,2 % при водотвердом отношении 0,4. Оптимальной дозировкой воздухововлекающей добавки является 0,2 %. Средняя плотность образцов равна 1,45 г/см³.

При добавлении добавки MicroAir 200 и хризотил-асбеста, состав, в который были введены добавка MicroAir 1 % и хризотил-асбест 2 %, обладал самым максимальным показателем прочности на сжатие, равным 13,38 МПа. Но при этом плотность данного состава была равна 1,66 г/см³. Это на 20 % больше плотности состава, изготовленного без хризотил-асбеста.

В работе [4] приводятся сведения о результатах опытных работ по увеличению физико-механических свойств гипсовой массы путем введения золы-уноса ТЭЦ и суперпластификаторов.

Экспериментальные данные показали, что составы, изготовленные без добавления наполнителя, имеют высокие физико-механические показатели по сравнению с составами с золой-уноса в количестве 10 и 20 %. Но при этом также наблюдалось снижение показателей плотности образцов при введении наполнителя. Показатели плотности всех образцов варьировались от 1,34 до 1,54 г/см³. Эталонный образец имел высокие прочностные показатели: $R_{сж1}$ равен 13,87 МПа, а $R_{изг}$ равен 2,21 МПа (таблица 1). По сравнению с прочностными свойствами эталонного состава $R_{сж}$ и $R_{изг}$ состава №5, содержащего добавку Rheobuild 181K в количестве 0,4 %, составляли 27,34 и 8,85 МПа соответственно. Самым низким показателем прочности на сжатие среди составов без золы-уноса, равным 13,87 МПа, обладал образец №6 с добавкой Rheobuild 1000K в количестве 0,8 %. Прочностные показатели составов № 2, 3, 4, 7, 8, 9 не уступали показателям прочности эталонного состава. Показатели прочности данных композиций варьировались от 19,58 до 26,11 МПа. Средний показатель плотности среди композиций на основе гипса составлял 1,5 г/см³ (таблица 1).

Анализ физико-механических показателей композиций на основе гипса и золы-уноса в количестве 10 % от массы вяжущего показал, что максимальными прочностными показателями обладал состав №13, в который вводилась добавка Rheobuild 181K в количестве 0,8 %, $R_{сж}$ данной композиции был равен 22,44 МПа, а $R_{изг}$ – 5,5 МПа. Но понижение количества данной добавки до 0,4 % давало низкий показатель прочности на сжатие, равный 13,46 МПа (состав №14). При введении в состав химической добавки Melment L10/33 в количестве 0,25 и 0,5 %, показатели прочности на сжатие составляли 19,99 и 17,95 МПа соответ-

ственно (составы №11 и №12). Показатель прочности на сжатие состава №10 на основе гипса и золы-уноса в количестве 10 % составлял 22,03 МПа. Прочностные показатели композиций, изготовленных введением суперпластификаторов Rheobuild 1000K и Glenium 111 (составы № 15, 16, 17, 18), варьировались от 18,36 до 19,99 МПа. Средний показатель плотности среди композиций на основе гипса с 10 % добавкой золы-уноса составлял 1,43 г/см³.

При введении в состав СГС золы-уноса ТЭЦ показатели прочности на сжатие образцов на основе гипса без наполнителя на 10 % выше показателей прочности на сжатие образцов на основе гипса с 10 % добавкой золы-уноса. А по сравнению с показателями прочности на сжатие образцов на основе гипса с 20 %-ной добавкой золы-уноса, выше на 20 %. Наблюдается снижение показателей прочности на изгиб композиций на основе гипса с 10 и 20 %-ми добавками золы-уноса по сравнению с показателями прочности на изгиб составов на основе гипса на 16 и 23 %, соответственно. Эти результаты доказывают эффективность применения золы-уноса ТЭЦ в качестве наполнителя, что позволит нам уменьшить расход гипсового вяжущего. Это является экономически целесообразным.

Изучались также водостойкость и сроки схватывания гипсовых композиций на основе гипса и воздухововлекающей добавки MicroAir 200 [5]. Полученные составы обладали высокими показателями водостойкости. Коэффициенты размягчения составов с 0,2 и 0,4 % добавкой MicroAir 200 были равны 0,83 и 0,99. Начало схватывания данных составов наступало через 51 и 50 минут соответственно. Показатели прочности на сжатие образцов с 0,2 и 0,4 % добавкой MicroAir 200 равнялись 12,21 и 15,06 МПа соответственно. Однако эти составы имели низкие показатели по сравнению с прочностными свойствами гипсовых композиций с добавками Melment L10/33, Rheobuild 1000K, Rheobuild 181K, Glenium 111.

В работе [6] ставилась задача получить сухие гипсовые смеси с наполнителями. В качестве наполнителей использовали: золу-уноса Бишкекской ТЭЦ, мраморную и известняковую муку; в качестве вяжущего вещества был использован строительный гипс марки Г-7; в качестве замедлителя твердения добавляли лимонную кислоту в количестве 0,06 % от гипса. Дозировку суперпластификатора Rheobuild 181K подбирали в количестве 0,8 % от гипса. Воздухововлекающую добавку MicroAir 200 применяли в составе СГС в количестве 0,4 % от гипса.

Таблица 2 – Составы и физико-механические свойства СГС

| № п/п | Зола-уноса ТЭЦ, % | Мраморная мука, % | Известняковая мука, % | Гипс, % | R изг, Мпа | R сж, Мпа | ρ , г/см ³ | K_p | Начало схватывания, мин |
|-------|-------------------|-------------------|-----------------------|---------|------------|-----------|----------------------------|-------|-------------------------|
| 1 | 20 | 30 | 30 | 20 | 0,74 | 3,53 | 1,18 | 0 | 24 |
| 2 | 20 | 30 | 0 | 50 | 1,87 | 6,92 | 1,19 | 0,19 | 30 |
| 3 | 20 | 0 | 30 | 50 | 2,23 | 6,85 | 1,17 | 0,32 | 31 |
| 4 | 0 | 30 | 30 | 40 | 1,33 | 5,96 | 1,27 | 0,19 | 26 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 100 | 3,5 | 13,08 | 1,18 | 0,38 | 42 |
| 6 | 0 | 0 | 30 | 70 | 4,3 | 10,04 | 1,28 | 0,36 | 40 |
| 7 | 0 | 30 | 0 | 70 | 3,12 | 10,39 | 1,3 | 0,29 | 38 |
| 8 | 20 | 0 | 0 | 80 | 2,79 | 12,65 | 1,17 | 0,33 | 32 |
| 9 | 20 | 15 | 15 | 50 | 2,08 | 6,93 | 1,18 | 0,27 | 30 |
| 10 | 0 | 15 | 15 | 70 | 2,72 | 10,24 | 1,31 | 0,32 | 38 |
| 11 | 10 | 30 | 15 | 55 | 1,5 | 4,57 | 1,2 | 0,19 | 38 |
| 12 | 10 | 0 | 15 | 75 | 2,91 | 11,15 | 1,22 | 0,28 | 33 |
| 13 | 10 | 15 | 30 | 45 | 1,38 | 6,67 | 1,22 | 0,16 | 30 |
| 14 | 10 | 15 | 0 | 75 | 1,72 | 11,15 | 1,21 | 0,30 | 33 |
| 15 | 10 | 15 | 15 | 60 | 1,39 | 10,09 | 1,21 | 0,22 | 33 |

Показатели водостойкости гипсовых композиций варьировались от 0 до 0,38. При этом коэффициент размягчения состава №1 с 20 % золы, 30 % мраморной муки и 30 % известняковой муки равнялся 0. При помещении данных образцов в воду они разрушились. Коэффициент размягчения образцов увеличивается в зависимости от увеличения доли гипса в составе СГС.

Эксперименты показали (таблица 2), что сроки схватывания всех составов СГС с наполнителями варьируются от 24 до 40 минут. Начало схватывания состава без наполнителей наступало через 42 минуты. По требованиям ГОСТ начало схватывания должно наступать не ранее 45 минут после затворения. В противном случае требуется внести коррективы в дозировку лимонной кислоты для увеличения сроков схватывания СГС.

В работе [7] авторами ставилась задача получить оптимальные составы гипсовых композиций с наполнителями. Оптимальные составы гипсовых композиций, разработанные методом математического планирования, позволили рассчитать оптимальное соотношение компонентов (гипс, зола-уноса, известняковая и мраморная мука) в гипсовой смеси, которая содержит в составе также суперпластификатор Rheobuild 181K (0,8 %), воздухововлекающую добавку MicroAir 200 (0,4 %) и замедлитель твердения лимонную кислоту (0,6 %).

Результаты экспериментальных исследований позволили определить оптимальные составы

гипсовых композиций, которые обеспечивают высокие физико-механические свойства гипсовых композиций и сухих гипсовых смесей. Данные составы сухих гипсовых смесей и композиций запатентованы.

Литература

1. Касымова М.Т. Ячеистые бетоны и сухие гипсовые смеси из сырьевых материалов Кыргызстана / М.Т. Касымова, Н.А. Дыйканбаева, А.Т. Омурканова // Труды межд. научн.-практ. конф. "Строительство 2013". Ростов н/Д, 2013. С. 40–44.
2. Касымова М.Т. Применение добавок нового поколения для улучшения физико-механических свойств сухих гипсовых смесей / М.Т. Касымова, А.Т. Омурканова // Вестник КГУСТА. 2014. № 3. С. 38–42.
3. Касымова М.Т. Подбор составов сухих гипсовых смесей с добавкой MicroAir 200 и золой ТЭЦ / М.Т. Касымова, А.Т. Омурканова // Матер. межд. научн.-практич. конф. "Культурно-историческое наследие строительства: вчера, сегодня, завтра". Саратов, 2014. С. 45–48.
4. Касымова М.Т. Физико-механические свойства сухих гипсовых смесей с золой-уноса ТЭЦ и модифицирующими добавками / М.Т. Касымова, А.Т. Омурканова // Вестник КРСУ. 2015. Т. 15. № 3. С. 173–178.
5. Касымова М.Т. Исследования водостойкости и сроков схватывания гипсовых композиций / М.Т.

- Касымова, А.Т. Омурканова // Матер. межд. научн.-практич. конф. “Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства и кадастров в начале III тысячелетия”. Комсомольск-на-Амуре, 2014. С. 285–291.
6. *Касымова М.Т.* Исследования свойств сухих гипсовых смесей с различными наполнителями / М.Т. Касымова, А.Т. Омурканова // Матер. межд. научн.-практич. конф. “Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI веке”. Комсомольск-на-Амуре, 2015. С. 100–105.
7. *Омурканова А.Т.* Оптимизация рецептуры гипсовых композиций / А.Т. Омурканова // Матер. межд. научн.-практич. конф. “Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия”. Комсомольск-на-Амуре, 2015. С.41–50.