

Об особенностях использования дисперсных минеральных наполнителей в составе сухих строительных смесей

И.В. Мальцева, С.Н. Курилова, Е.С. Ващенко

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Рассмотрены краткие характеристики минеральных наполнителей, используемых в составе строительных растворов. Также проанализированы особенности их применения, в смесях с полимерными добавками. Установлены некоторые закономерности, которые необходимо учитывать при подборе составов сухих смесей.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, строительные растворы, гидравлические минеральные добавки, инертный наполнитель, редиспергируемый порошкообразный полимер, адгезия.

Наряду с обязательными компонентами, такими, как воздушные или гидравлические вяжущие вещества, мелкий заполнитель, модифицирующие органические и неорганические добавки, в состав сухих строительных смесей иногда вводят минеральные дисперсные наполнители с размером частиц менее 0,16 мм. Известны примеры разработки целой гаммы смесей различного назначения на основе портландцемента с добавками измельченных осадочных пород, зол и шлаков в различных объемных соотношениях [1-3]. Такие сложные вяжущие называют многокомпонентными, смешанными, или «добавочными» цементами.

В технологии изготовления обычных штукатурных и кладочных растворов, особенно на высокопрочных вяжущих, традиционно использовали минеральные добавки с целью экономии цемента и повышения водоудерживающей способности «тощих растворов» [4-6].

В зависимости от состава и роли, в процессе гидратации и твердения цемента их подразделяют на активные минеральные добавки, обладающие гидравлическими, пуццоланическими свойствами, а также инертные наполнители.

К гидравлическим активным минеральным добавкам можно отнести дисперсные промышленные отходы, содержащие активные фазы и способные после затворения водой самостоятельно затвердевать (белитовые шламы, высококальциевые золы и др.). К пуццоланическим – вещества природного или техногенного происхождения, содержащие, прежде всего, аморфный кремнезем (вулканические туфы, пеплы, диатомиты, трепелы, опоки, золы-уноса теплоэнергетики, молотые доменные гранулированные шлаки, микрокремнезем и др.). Происхождение этого названия восходит к временам Древнего Рима и связано с названием города Поццуоли, близ которого добывали природный вулканический камень, добавки которого в измельченном виде к известковым растворам позволяли повысить их водостойкость. Механизм этого явления заключается во взаимодействии аморфного кремнезема с гидроксидом кальция с образованием низкоосновных нерастворимых в воде гидросиликатов по реакции: $\text{SiO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Аналогичные процессы происходят в присутствии пуццоланических добавок при гидратации портландцемента, сопровождающейся выделением гидроксида кальция [7].

В качестве так называемых, инертных наполнителей, роль которых связывают с участием в формировании непрерывной гранулометрии растворных смесей, наиболее широко известно использование тонкомолотых карбонатных или глинистых пород. Последние, благодаря высокому содержанию частиц менее 0,005 мм, хорошо удерживающих пленки воды, наряду с известью и при отсутствии качественных органических модификаторов, широко применялись для повышения пластичности и водоудерживающей способности растворных смесей.

Несмотря на свое название, такие добавки могут участвовать в химических процессах структурообразования вяжущих. Например, тонкодисперсные частицы карбоната кальция взаимодействуют с продуктами гидратации

алюмосодержащих фаз клинкера с образованием моногидрокарбоалюмината кальция: $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Считают, что цементный камень с тонкодисперсными добавками известняка по прочностным показателям и морозостойкости не уступает камню из бездобавочных цементов, если суммарная поверхность клинкерных частиц в единице массы смешанных цементов соответствует суммарной поверхности частиц портландцемента, приготовленного из того же клинкера без добавок [8].

Требования к минеральным добавкам, возможное их количество и условия введения в состав растворов, а также методы испытаний описаны в нормативной литературе: ГОСТ 25094-2015 Добавки активные минеральные для цементов. Метод определения активности; ГОСТ 24640-91 Добавки для цементов; ГОСТ Р 58766- 2019 Растворы строительные. Общие технические условия; СП 82-101-98 Приготовление и применение растворов строительных.

Необходимо отметить, что важным условием, которое надо соблюдать при совместном использовании портландцемента и минеральных добавок является отсутствие или ограниченное количество пылевидных, глинистых и илистых частиц в составе песка. Увеличивая расход воды затворения, они приводят к повышению пористости и снижению проектной прочности растворов. Еще более «чувствительными» к наличию частиц менее 0,16 мм являются вяжущие системы, содержащие органические полимерные добавки. Например, есть сведения о том, что содержание в песке всего 1-1,5% глин может снизить прочность сцепления плиточного клея в 2 раза [9,10]. Опубликованы также отрицательные результаты испытаний адгезии плиточного клея, изготовленного на основе шлакопортландцемента (содержание шлака от 36 до 65%). Установлено, что, в отличие от составов на основе бездобавочного портландцемента, испытанный клей характеризуется значительной

потерей адгезии в условиях замораживания-оттаивания и длительного теплового воздействия при 70 °С [11].

Противоречивость литературных данных о целесообразности использования минеральных наполнителей в составе сухих строительных смесей свидетельствует о сложности и неоднозначности этой проблемы.

На кафедре строительных материалов ДГТУ в настоящее время ведутся работы по изучению факторов, влияющих на адгезионную, когезионную прочность и долговечность растворов с целью разработки основных принципов подбора компонентов для производства сухих строительных смесей различного назначения.

Анализ литературы, посвященной вопросам теории и практики производства сухих строительных смесей, физико-химическим особенностям структурообразования сложных вяжущих, а также наши собственные исследования процессов пленкообразования полимерных дисперсий в зависимости от щелочности среды, позволили установить некоторые закономерности, которые необходимо учитывать при подборе составов сухих смесей. Установлено, что, разрабатывая их рецептуры, необходимо стремиться обеспечить следующие условия:

- максимальную степень гидратации портландцемента. Известно, что в присутствии полимерных добавок, особенно при высоких полимерцементных отношениях, он частично выступает, как инертный наполнитель и не реализует свой вяжущий потенциал [12];
- длительную агрегативную устойчивость и благоприятные условия для пленкообразования полимерных дисперсий. Преждевременную коагуляцию частиц дисперсии формирование структурно неоднородной малоэластичной пленки может вызвать нагревание, резкое изменение щелочности жидкой фазы или концентрации в ней электролитов. Особенно чувствительными к двум

последним факторам, как показали наши исследования, являются дисперсии, стабилизированные ионогенными ПАВ;

- оптимальное соотношение между кристаллической и аморфной (гелевидной) фазами в затвердевшем камне, обеспечивающее высокое сопротивление как хрупкому, так и пластическому разрушению.

Известно, что снижение степени закристаллизованности гидратных фаз портландцемента вызывают как активные минеральные, так и полимерные добавки. Поскольку повышение содержания слабозакристаллизованных новообразований в цементном камне приводит к снижению его морозостойкости, то, действительно, совместное использование минеральных и полимерных добавок в составе сухих смесей, предназначенных для наружных работ, весьма проблематично. В то же время можно считать, что введение минеральных дисперсных наполнителей в состав смесей, предназначенных для внутренних работ, будет особенно целесообразным при повышенных расходах ретиспергируемых порошкообразных полимеров, а также в случаях, когда водные их дисперсии имеют низкие показатели рН.

Разрабатывая составы сухих строительных смесей, необходимо помнить, что целесообразность введения минеральных дисперсных наполнителей в их состав определяется целым рядом факторов, поэтому должна рассматриваться в каждом конкретном случае индивидуально.

Литература

1. Несветаев Г.В., Козлов А.В., Козлов Г.А., Филонов И.А. Влияние некоторых минеральных добавок на свойства мелкозернистых бетонов // Инженерный вестник Дона, 2022, №11. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n11y2022/7972

2. Курилова С.Н., Мальцева И.В. Использование низкомолекулярных минеральных добавок в прессованных изделиях для дорожного строительства // Инженерный вестник Дона, 2021, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2021/6872.
 3. Пащенко А.А., Мясникова Е.А., Евсютин Ю.Р. Энергосберегающие и безотходные технологии получения вяжущих веществ. Киев: Выща школа, 1990. - 223с.
 4. Schneider R. R., Dickey W. L. Reinforced Masonry Design. New Jersey, 1987. 682 p.
 5. Ross H., Stahl F. Praxis Handbuch Putz. Koln, 2003. 255 p.
 6. Безбородов В. А., Белан В. И., Мешков П. И. Сухие смеси в современном строительстве. Новосибирск, 1998. 94 с.
 7. Невский В.А. Строительное материаловедение. Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. 588 с.
 8. Зозуля П.В. Заполнители, наполнители и функциональные добавки для сухих строительных смесей // Материалы Междун. конференции Vatimix «Сухие строительные смеси для XXI века: технологии и бизнес». Санкт-Петербург, 2002. С. 2-6.
 9. Мальцева И.В. Повышение прочности сцепления раствора и силикатного кирпича в каменной кладке // Материалы международной научно-практической конференции «Строительство и архитектура – 2017». Ростов-на-Дону, 2017. С. 191-196.
 10. Демьянова В.С., Дубинина Н.М. Сухие строительные смеси, модифицированные химическими добавками // Известия вузов. Строительство. 1998. № 4-5. С. 69-72.
 11. Рунова Р.Ф., Носовский Ю.Л. Особенности применения минеральных вяжущих в сухих строительных смесях // Сборник статей по материалам
-

II международной научно-технической конференции «Современные технологии сухих смесей в строительстве». Санкт-Петербург, 2000. С.16-23.

12. Низина Т.А., Балыков А.С., Коровкин Д.И. Оценка физико-химической эффективности минеральных добавок различного состава в цементных системах // Эксперт: теория и практика. 2021. № 5(14). С. 41-47.

References

1. Nesvetaev G.V., Kozlov A.V., Kozlov G.A., Filonov I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, №11 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n11y2022/7972

2. Kurilova S.N., Mal'ceva I.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2021/6872.

3. Pashhenko A.A., Mjasnikova E.A., Evsjutin Ju.R. Jenergosberegajushhie i bezothodnye tehnologii poluchenija vjazhushhih veshhestv [Energy-saving and waste-free technologies for the production of binders]. Kiev: Vyshha shkola, 1990. – 223p.

4. Schneider R. R., Dickey W. L. Reinforced Masonry Design. New Jersey, 1987. 682 p.

5. Ross H., Stahl F. Praxis Handbuch Putz. Koln, 2003. 255 p.

6. Bezborodov V. A., Belan V. I., Meshkov P. I. Suhie smesi v sovremennom stroitel'stve [Dry mixes in modern construction]. Novosibirsk, 1998. 94 p.

7. Nevskij V.A. Stroitel'noe materialovedenie [Building Materials Science]. Rostov-na-Donu: Feniks, 2010. 588 p.

8. Zozulja P.V. Materialy Mezhdun. konferencii Batimix «Suhie stroitel'nye smesi dlja XXI veka: tehnologii i biznes». Sankt-Peterburg, 2002, pp. 2-6.



9. Mal'ceva I.V. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Stroitel'stvo i arhitektura – 2017». Rostov-na-Donu, 2017, pp. 191-196.

10. Dem'janova B.C., Dubinina N.M. Izvestija vuzov. Stroitel'stvo. 1998. № 4-5. pp. 69-72.

11. Runova R.F., Nosovskij Ju.L. Sbornik statej po materialam II mezhdunarodnoj nauchno- tehničeskoj konferencii «Sovremennye tehnologii suhих smesej v stroitel'stve». Sankt-Peterburg, 2000, pp.16-23.

12. Nizina T.A., Balykov A.S., Korovkin D.I. Jekspert: teorija i praktika. 2021. № 5(14). pp. 41-47.