

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВМК ПРОИЗВОДСТВА ООО «СИНЕРГО»

1 . ОПИСАНИЕ ПРОДУКТА

Высокоактивный метакаолин «Синерго» - продукт дегидратации каолиновой глины (природного гидроалюмосиликата). Благодаря специальной технологии обжига и дальнейшего помола продукт обладает высокими эксплуатационными характеристиками при применении его как в составах тяжелых, мелкозернистых, самоуплотняющихся, легких ячеистых бетонов, так и при проектировании составов и производстве сухих строительных смесей.

Дегидратированный аморфный алюмосиликат по своей сути является высокоактивным природным пуццоланом, т.е. гидравлически-активной добавкой, способной при взаимодействии с известью $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образовывать нерастворимые, низкоосновные гидроалюмосиликаты кальция. Такие свойства обуславливают превосходные строительно-технические свойства материалов, смесей и конструкций на основе бетона с добавкой высокоактивного метакаолина.

1.1 . Физические свойства.

<i>Свойство</i>	<i>Значение</i>
Цвет	Серовато-кремовый, светлый
Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$	12 000 – 13 000
Массовая доля оксида кремния SiO_2 , %	51,4
Массовая доля оксида алюминия Al_2O_3 , %	>42
Массовая доля оксида железа Fe_2O_3 , %	0,8
Пуццоланическая активность, мг $\text{Ca}(\text{OH})_2 / \text{г}$	> 1000
Влажность, %	< 0,5
ППП, %	< 1
Радиоактивность	< 16 мкр/час

1.2 . Технологические свойства

Применение ВМК при приготовлении бетонных смесей ведет к *модификации структуры цементного камня* в затвердевшем бетоне, а именно, к *ее уплотнению*. Такой эффект связан с тем, что средний медианный размер зерен ВМК на порядок меньше тонины вяжущего вещества (будь то портландцемент, гипс или магнезиальное вяжущее), что позволяет говорить об эффекте «*микробетона*», т.е. заполнении межзеренных пустот (пустот между частицами вяжущего) частицами активной минеральной добавки, вступающими в химическое взаимодействие с продуктами гидратации клинкерных минералов, а также с примесными щелочными оксидами, что и ведет к образованию плотных не растворимых водой новообразований.

Следствием такого взаимодействия ВМК с компонентами цементного камня является существенное уплотнение структуры формирующихся при твердении бетона гидратных новообразований, что ведет к *повышению плотности, водонепроницаемости, коррозионной стойкости и долговечности* бетона и конструкции в целом.

Так как следствием введения в состав бетона ВМК является его взаимодействие с гидратной известью (портландитом), образующейся от гидратации основных клинкерных минералов (алита и белита), то в результате твердения бетон обладает не только повышенной плотностью и, как следствие, высокими эксплуатационными характеристиками, но и высокой стойкостью к основным видам химической коррозии бетона.

Кроме того, ВМК, обладая высокой тонкостью и, соответственно, развитой поверхностью, работая в комплексе с ПАВ, коренным образом изменяет реологические свойства бетонной смеси. Использование пластификаторов при изготовлении бетонной смеси с тонкодисперсными порошками, активными минеральными добавками, в том числе и метакаолином, является необходимым условием. В противном случае, высокая дисперсность минерального порошка вызовет резкое повышение водопотребности и, как следствие, существенный спад прочности затвердевшего бетона.

Применение современных высокоэффективных гиперпластификаторов в комплексе с ВМК позволяет помимо снижения расхода цемента добиваться улучшения консистенции бетонной смеси, повышения подвижности, удобоукладываемости, перекачиваемости, связности и устойчивости к расслоению.

2 . ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Тяжелые бетоны.

Использование ВМК при производстве тяжелого бетона позволяет улучшать как свойства бетонной смеси (*удобоукладываемость, текучесть, сегрегационную устойчивость*), так и характеристики готовой бетонной продукции. В частности, из-за высокой подвижности и связности бетонной смеси при укладке снижаются, а зачастую и полностью *отсутствуют дефекты поверхности формовки, поры, недоформованные участки, наплывы цементного молока, расслоение и водоотделение*. Также, как уже было описано выше, повышаются *плотность, коррозионная стойкость, водонепроницаемость и прочность бетона*.

2.2. Самоуплотняющиеся бетоны.

Создание высококачественного и самоуплотняющегося бетона не представляется возможным без использования комплекса «*пластификатор + тонкодисперсная АМД*». При этом наиболее эффективными из современных добавок являются пластификаторы на основе *поликарбоксилатов* и *высокоактивный метакаолин*. Использование ВМК

совместно с поликарбоксилатным пластификатором позволяет придать бетону поистине уникальные, не достижимые ранее свойства:

- Способность уплотнения под действием собственного веса;
- Пониженное водоцементное отношение;
- Повышенная прочность, трещиностойкость, водонепроницаемость и коррозионная стойкость;
- Идеальное качество поверхности изделий.

2.3. Мелкозернистые бетоны.

Использование мелкозернистых бетонов как в сухих строительных смесях, так и при производстве товарного бетона и изделий заводской готовности носит массовый характер. При этом растет производство мелкозернистых вибропрессованных, штампованных бетонов, а также изделий экструзионных с немедленной распалубкой. При проектировании и изготовлении таких бетонных смесей, как правило, стремятся к снижению расхода вяжущего, что неминуемо ведет к падению прочностных характеристик бетона, что частично может быть скомпенсировано за счет интенсивного уплотнения при формовке, но также требует точного расчета. Для обеспечения надлежащей прочности свежесформованного сырца необходимо введение в состав бетона тонкодисперсного наполнителя, функцию которого выполняет ВМК, который помимо всего прочего значительно влияет на *кинетику набора прочности* мелкозернистого бетона, а также на *конечную прочность и деформативные свойства* затвердевшего бетона.

В сухих строительных смесях (как правило представляющих из себя мелкозернистые бетоны) ВМК играет различную роль в зависимости от назначения смеси. В смесях штукатурных и ремонтных метаксаолин обеспечивает необходимую *пластичность и связность* смеси, а также *высокую чистоту поверхности* после нанесения. В высокоподвижных (самонивелирующихся) сухих смесях ВМК используют для *снижения расхода вяжущего*, а также для *стабилизации смеси и предотвращения водоотделения и высолообразования*.

2.4. Ячеистые бетоны.

Применение высокодисперсной АМД в форме метаксаолина в ячеистых бетонах на портландцементном вяжущем (газо- и пенобетонах) позволяет комплексно решать ряд «традиционных» для производителей легких бетонов задач:

- Увеличить выход годной продукции за счет исключения осадки и равномерной пористости материала.
- Обеспечить идеальную геометрию блоков из ячеистого бетона.
- Увеличить прочность сырца (снизить тем самым брак при распалубке)
- Использовать менее активный цемент.

Решению всех этих проблем способствует эффект *модификации микроструктуры* цементного камня и, как следствие, *повышение прочности межпоровых перегородок*, что в итоге позволяет гарантированно обеспечить надлежащий класс прочности бетона при заданной плотности.

2.5. Силикатные бетоны (автоклавный плотный бетон и ячеистый - газосиликат)

Введение ВМК в состав силикатных бетонов способствует *улучшению характера новообразований* при автоклавной обработке сырца, что в итоге позволяет увеличить *морозостойкость и коррозионную стойкость* (к выщелачиванию) автоклавных силикатных бетонов. Для газосиликата характерно проявление модифицирующего действия ВМК на структуру бетонного камня в межпоровых перегородках аналогично его действию в ячеистых бетонах на портландцементном вяжущем.

2.6. Смешанные вяжущие (ГЦПВ, и др.)

Использование высокоактивного метаксаолина в качестве пуццоланового компонента смешанных вяжущих дает непревзойденный эффект при получении материалов с высокими эксплуатационными свойствами. За счет высокой активности по отношению к извести и развитой поверхности ВМК активно взаимодействует с компонентами вяжущего и наиболее полно связывает известь, образующуюся в ходе гидратации цементной части вяжущего или вводимой отдельно, вследствие чего затвердевший бетон на смешанном вяжущем обладает повышенными свойствами (*плотность, водонепроницаемость, износостойкость, прочность*).

2.7. Воздушные вяжущие (гипсовое, магнезиальное)

Совместное использование ВМК с воздушными вяжущими вне зависимости от применяемых добавок, регулирующих сроки схватывания и кинетику твердения и различных затворителей, позволяет решить «основную проблему» такого рода материалов – *увеличить водостойкость*.

Кроме того, при использовании ВМК с воздушными вяжущими в составе ССС (сухих строительных смесей) улучшается весь комплекс свойств, связанных с технологичностью использования сухих смесей (*стабилизация высокоподвижных, придание связности и отсутствие липкости у затирочных и гарцовочных составов, повышение водостойкости, плотности и прочности*).

3. СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ

Использование всех без исключения активных минеральных добавок в бетоны, смеси и растворы различного назначения неминуемо сопряжено с необходимостью применения высокоэффективных добавок для регулирования реологических свойств бетонных смесей и растворов (пластификаторов) в связи с высокой тониной помола АМД и, соответственно, развитой поверхностью зерен минерального порошка. Среди таких добавок, наибольшей эффективностью при взаимодействии с ВМК обладают *гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе*.

Таким образом, методика составления и приготовления бетонных смесей с ВМК, в общем случае выглядит как следующая последовательность:

3.1. Для бетонов и смесей на портландцементном вяжущем.

3.1.1. Коррекция базового (имеющегося и используемого на предприятии) состава бетонной смеси в части вяжущего – замена от 5 до 15 массовых процентов цемента на ВМК. Как показывает практика применения ВМК компанией СИНЕРГО, для большинства цементов отечественного производства оптимальная дозировка метаксаолина лежит в пределах 8 – 10 %. Увеличение дозировки свыше 10 %, как правило, не ведет к существенному улучшению свойств бетонной смеси и затвердевшего бетона и потому, не влияя на снижение расхода вяжущего, является экономически не целесообразным.

3.1.2. Коррекция расхода пластифицирующей добавки.

Из за высокой удельной поверхности ВМК (более 10 000 см²/г), его введение в составе вяжущего, увеличивает водопотребность комплекса «вяжущее + ВМК» что ведет к повышению расхода воды и, как следствие, к падению плотности цементного камня, а соответственно, его прочности. Для обеспечения «приемлемых» реологических свойств цементного теста и бетонной смеси в целом необходимым является применение пластификаторов. При этом расход пластификатора рассчитывается в процентах к массе комплекса «вяжущее + ВМК» и является несколько повышенным по сравнению с составами без использования микронаполнителя. Стандартными дозировками современных, эффективных пластификаторов являются : 1 - 1,2% . **При этом предпочтительным является использование пластификаторов на основе поликарбоксилатов.**

3.1.3. Приготовление пробных замесов.

При приготовлении пробных замесов, следует учитывать особенность взаимодействия поверхностно-активных веществ (ПАВ) – пластификаторов с комплексом «вяжущее + ВМК». Вследствие высокого содержания алюминатных фаз в вяжущем и метаксаолине адсорбция ПАВ в первую очередь происходит на них. Следствием этого являются различные эффекты: от резкого снижения или почти полного отсутствия пластифицирующего действия вводимых добавок – пластификаторов, до схватывания («вставания») смеси уже в первые минуты после затворения ее водой и введения ПАВ.

Для исключения таких эффектов, следует соблюдать последовательность приготовления бетонной смеси:

- Сухое смешивание компонентов (в т.ч. «вяжущее + ВМК»);
- Введение 60 – 75% воды затворения, тщательное перемешивание;
- Введение оставшейся части воды затворения и пластифицирующей добавки, повторное перемешивание.
- При этой последовательности достигаются наилучшие результаты по однородности бетонной смеси и исключается «вредное» влияние алюминатов цемента и ВМК на реологические свойства бетонной смеси при ее приготовлении.

3.1.4. Коррекция расхода вяжущего (и добавок).

По достижении марочного возраста (или после пропарки) в соответствии с действующими на предприятии технологическими регламентами, определяется «избыточная» прочность бетона. После чего производится пошаговое (как правило не более 10-15%) снижение расхода вяжущего и соответствующее снижение добавок (ВМК и пластификатора) для снижения прочности бетона до заданного класса.

3.2. Для сухих строительных смесей.

В зависимости от вида решаемой задачи (повышение плотности, прочности, водостойкости и водонепроницаемости, борьба с расслоением, высоломи, повышение пластичности и т.д.) дозировка ВМК может быть назначена в интервале от 5-7 до 20-25% от массы вяжущего (если речь не идет о ГЦПВ).

При этом выбор расхода является сугубо индивидуальным для каждого предприятия и зависит от вида и расхода вяжущего, количества и гранулометрии наполнителей, вида и расхода добавок пластификаторов и регуляторов кинетики твердения и схватывания смесей. А также соотношения: эффекта улучшения свойств готовой продукции с экономической целесообразностью такого улучшения.

3.3 Для гипсо-цементно-пуццоланового вяжущего.

Область оптимальных дозировок компонентов ГЦПВ, зависит от свойств применяемых материалов (гипса и цемента) и требуемых характеристик получаемого вяжущего, и определяется в следующих границах расхода материалов (в массовых долях):

- ГИПС – 50-65% (может быть снижен до 30%);
- ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ – 20-25% (может быть снижен до 10%);
- ВМК – 15-20% (может быть увеличен до 50%).