

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ВТОРИЧНЫХ КВАРЦИТОВ
ЧАНЛИБЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ**

Гувалов А.А., Аббасова С.И.

*Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет
Баку, Азербайджанская Республика, abbas-guvalov@mail.ru*

Введение минеральных добавок в портландцемент является одним из актуальных направлений решения проблем ресурсо- и энергосбережения, а также охраны окружающей среды при производстве и применении строительных материалов. Расширение сырьевой базы минеральных добавок может быть достигнуто за счет использования природных пуццоланов и термоактивированных полиминеральных глин.

Наполнители из прокаленных и обожженных до частичного или полного спекания глин с древних времен находят применение в качестве тонкомолотых пуццолановых добавок в цементные и известковые вяжущие и материалы и изделия на их основе.

Глины – повсеместно распространенное, доступное и дешевое сырье для получения пуццоланов. Термически активированные глины классифицируются как искусственные пуццоланы европейским стандартом EN197-1-2000. Пуццоланы применяются в виде цемянки, глиниста, горелых пород, аглопорита, керамзита и керамзитовой пыли. Глинист получают измельчением обожженных глин при температурах 600–800°C. В последнее время определенное применение в качестве пуццолановой добавки для повышения показателей физико-технических свойств цементных композитов получила одна из разновидностей глиниста – метакаолин. Метакаолин представляет собой продукт термической обработки мономинеральных с высоким содержанием минерала каолинита каолиновых глин. В состав качественных сортов метакаолина входят 50–55% SiO₂ и 40–45% Al₂O₃. Благодаря пластинчатой морфологии частиц метакаолин положительно влияет на удобоукладываемость бетонной смеси и повышает ее устойчивость к водоотделению, а также прочность, химическую стойкость, морозостойкость и долговечность бетона. Установлено, что метакаолин имеет достаточную пуццоланическую активность при удельной поверхности 12 м²/г, а высокую активность он приобретает при удельной поверхности 30 м²/г. Однако широкому производству и применению метакаолина препятствует ограниченность месторождений и запасов каолиновых глин во многих странах. Этим обстоятельством объясняются проведение в последнее десятилетие в ряде стран исследований пуццоланической активности прокаленных глинистых минералов помимо каолинита и возможности получения пуццолановых добавок из глинистого сырья с различным содержанием каолинита или полным его отсутствием.

Согласно проводившимся в 1940-х годах исследованиям пуццоланической активности распространенных на территории СССР месторождений 207 разновидностей глин, только 11% глин оказались непригодными для получения продукта с достаточной пуццоланической активностью. Сегодня целесообразным представляется возобновление в нашей стране исследований и разработок в этом направлении для создания научной базы организации производства пуццолановых добавок на основе местных глин в различных регионах.

Ниже приведены некоторые результаты исследований влияния добавок прокаленной и молотой вторичных кварцитов на прочность при сжатии цементного камня.

В исследованиях использовались вторичный кварцит (химический состав в %: SiO₂–61,65; Al₂O₃- 27,88; Fe₂O₃ – 0,85; TiO₂ – 0,18; MgO – 0,11; P₂O₅ - 0,2; Na₂O -0,3; п.п.п. – 8,78.) Чанлибельского месторождения Азербайджана, метакаолин (химический состав в %: SiO₂ – 51,4; Al₂O₃ - 42; Fe₂O₃ – 0,8; п.п.п. - 1., удельная поверхность – 1200 м²/кг, пуццоланическая активность в мг: Ca(OH)₂-1000/г) по ТУ572901-001-65767184-2010, портландцемент СЕМ I-52,5 (химический состав в %: CaO – 62; SiO₂ – 20,5; Al₂O₃ – 5,0; Fe₂O₃ – 4,5; SO₃ – 3.) цементного завода Нолсим.

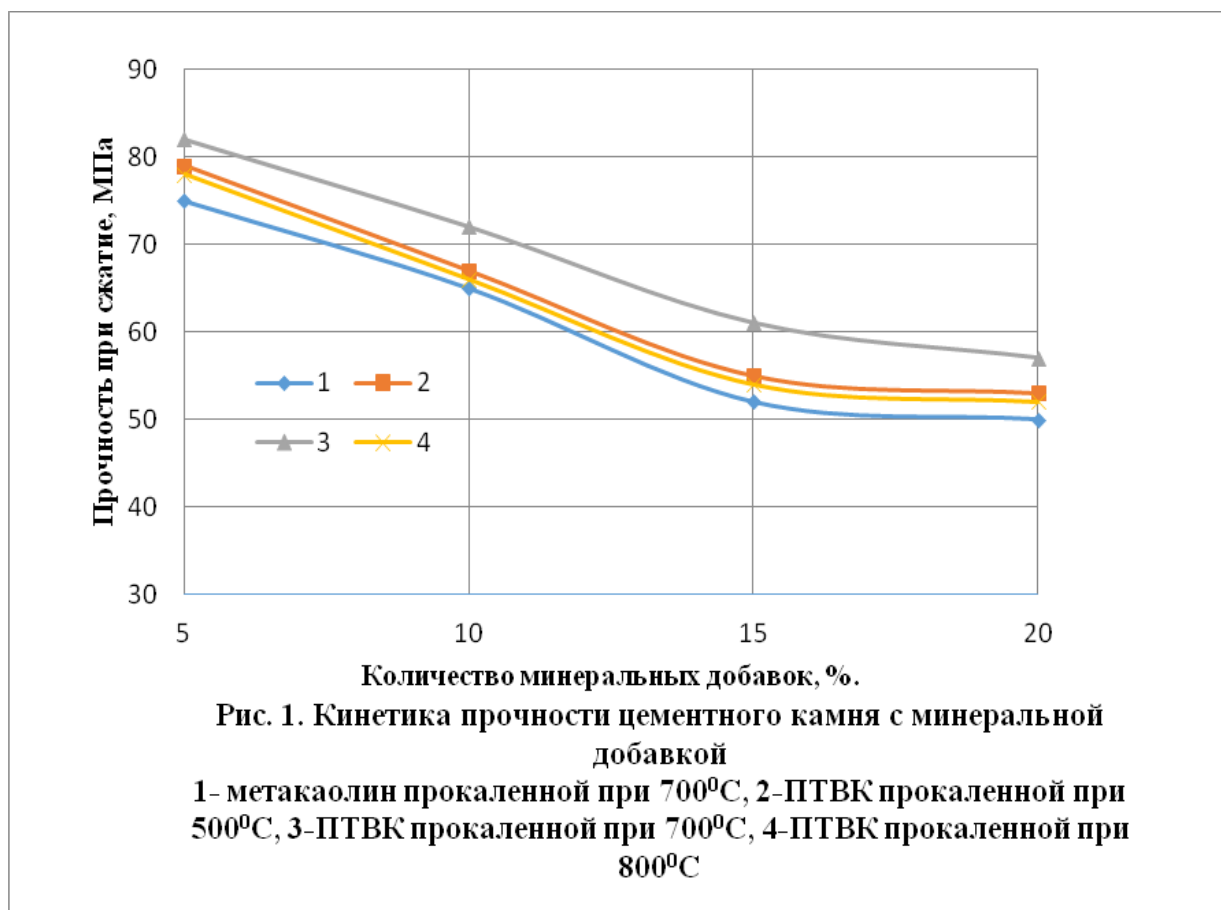
Прокаливание вторичных кварцитов производилось при 400, 700 и 800^oC в течение трех часов. Продукты термообработки вторичных кварцитов (ПТВК) подвергались помолу в лабораторной мельнице до удельной поверхности 600 м²/кг.

Пуццоланическая эффективность ПТВК определялась по изменению свойств портландцементного камня в зависимости от содержания их в портландцементе. Цементный камень из теста нормальной густоты испытывался после тепловлажностной обработки по режиму 4+6+3 ч. с изотермической выдержкой при 85^oC.

Проводились исследования по влиянию добавок в портландцемент, прокаленный при различных температурах, на прочность при сжатии цементного камня.

Добавки ПТВК в количестве 10–20%, прокаленной при 500^oC, повышают прочность на 3,1–20,0%, прокаленной при 700^oC - на 20,2–55,6%, а прокаленной при 800^oC - на 5,1–45,7%.

Наиболее высокие показатели повышения прочности цементного камня достигаются при содержании 12% ПТВК. Наибольшее повышение прочности по сравнению с аналогичными добавками метакеолина обеспечивают 10–15% прокаленной при 700^oC ПТВК (рис 1).



Проводились исследования по влиянию ПТВК на свойства цементно-песчаных растворов. При замещении части портландцемента ПТВК под массой портландцемента (Ц) понимается суммарная масса, портландцемента СЕМ I-52,5 и ПТВК. Определена оптимальная степень замещения портландцемента ПТВК в стандартных цементно-песчаных смесях. Испытания проводились на составах растворных смесей при соотношениях Цемент/Песок = 1: 3 и Вода/Цемент = 1: 2, в которых часть цемента (5, 10, 15, 20 %) замещалась на ПТВК.

Исследовалось влияние добавки ПВТК на подвижность растворов смесей и кинетику твердения растворов. Подвижность растворов смесей определялась конусами Хегерманна. Замещение портландцемента на ПВТК снижает подвижность растворов смесей на 10-20%. Результаты определения прочности в различные сроки твердения растворов, в которых портландцемент на 5-20 % замещали ПВТК, в условиях относительной влажности не ниже 90 %, приведены в табл.1.

Таблица 1 - Влияние ПВТК на прочность цементно-песчаных растворов

№	Содержание ПВТК	Прочность при сжатии, МПа (сут.)		
		1	7	28
1	0	4,2	15,4	17,2
2	5	4,5	17,5	24,4
3	10	6,1	21,3	27,6
4	15	7,2	23,4	30,2
5	20	4,2	14,8	16,9

Максимальное повышение прочности зафиксировано для раствора, в котором степень замещения портландцемента на ПВТК равна 10 %. Его прочность через 7-28 суток твердения на 30-60% выше, чем у раствора на основе бездобавочного цемента.

Таким образом, добавки в портландцемент 10–15% продукта на основе прокаленной при определенной температуре и молотой до 600 м²/кг ПВТК приводят к более значительному повышению прочности цементного камня, чем аналогичные добавки метаксаолина с удельной поверхностью 1200 м²/кг. Повышение прочности цементного камня с применением ПВТК связано с образованием дополнительных продуктов гидратации. Для образования дополнительного продукта гидратации цемента могут существовать пространственные ограничения, обусловленные уплотнением структуры за счет пуццолановой реакции. Сопоставляя данные рентгенофазовых исследований с прочностью образцов, можно заключить, что пуццолановые реакции с участием ПВТК и Са(ОН)₂ оказывают более существенное влияние на рост прочности цементного камня и сокращение его капиллярной пористости, чем изменение степени гидратации цемента (в определенных пределах). Таким образом, особенности твердения цементного камня с добавками ПВТК, содержащих метаксаолин, обусловлены преимущественно пуццолановым взаимодействием метаксаолина с Са(ОН)₂ с образованием C-S-H и других продуктов, а также влиянием метаксаолина на степень гидратации цемента.