

Введение Активные минеральные добавки, обладающие пуццолановыми свойствами, используются уже много десятков лет для улучшения физико-механических свойств получаемых материалов на основе портландцемента, повышения их долговечности, а также химической стойкости. Одной из таких минеральных добавок является трепел. Это природная минеральная добавка осадочного происхождения. Как и любая другая кислая кремнеземисто-глиноземистая добавка при добавлении в портландцемент она способствует улучшению ряда его технических свойств, таких как водостойкость и сульфатостойкость, снижает экзотермию. При этом основным достоинством такого материала является способность связывать гидроксид кальция, образующийся при гидратации портландцементных минералов в присутствии воды при обычной температуре, и предотвращать тем самым выщелачивание $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При его взаимодействии с трепелом происходит так называемая пуццолановая реакция, в результате которой увеличивается содержание гидросиликатов кальция [1-4]: $\text{SiO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 + n \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot m\text{H}_2\text{O}$. Активность и эффективность трепела в цементных системах согласно многим источникам зависит от его дисперсности, химического и минерального состава. Трепел по своей природе и эффективности влияния на портландцемент очень сильно похож на диатомит. Согласно исследованиям [4] диатомиты в естественном состоянии обладают плохой адсорбционной способностью, большой пористостью, что негативно влияет на прочностные свойства цемента, при добавлении диатомита к клинкеру. Согласно [4] химическая активация природных диатомитов кислотами и щелочами приводит к увеличению прочности композиционного портландцемента с диатомитом на 30%. Причем такой эффект обусловлен химической модификацией диатомита, в результате которой происходит изменение природы части активных центров на поверхности диатомитовых частиц, которые в свою очередь становятся центрами кристаллизации при структурообразовании. Согласно последним данным [5,6] обожженный при 900 °С диатомит в составе портландцементного клинкера позволяет уплотнить структуру таких композиционных цементов за счет изменения поровых структур. В настоящей работе приводятся результаты исследований по оценке возможности повышения физико-механических и других эксплуатационных свойств композиционных цементов с добавлением трепела, обожженного при разных температурных режимах, т.к. согласно литературным данным [5,6] пуццолановая активность опал-кристобалитовых пород повышается при их термической обработке, и выше по сравнению с активностью золы-уноса, метаксаолина, шлака. Материалы и методы исследования Испытания проводились на трепеле месторождения «Мурачевская гора» Калужской области. Химический и минеральный составы приведены в таблицах 1,2. Температура обжига была принята в диапазоне от 400 до 800 °С с шагом 200 °С и временем обжига 4 часа и при температуре 900 °С со временем обжига 1

час. В качестве цемента использовался низкоалюминатный портландцемент ЦЕМ I 42.5Б ОАО «Вольскцемент» марки М500 Д0 (ГОСТ 31108-2003) (таблица 2), как наиболее широко применяемый среди строительных предприятий в Республики Татарстан. Таблица 1 - Минеральный состав трепела месторождения «Мурачевская гора», Калужская область Минерал Содержание, % Кварц 32 Полевой шпат 2,5 Гидрослюда 1,5 Монтмориллонит 8 Опал кристобаллитридимитовый 51 Клиноптиллолит 5 Таблица 2 - Химический состав экспериментальных материалов Вольский ПЦ 500-Д0-Н Трепел месторождения «Мурачевская гора», Калужская область CaO 63,0 1,43-0,622 SiO₂ 20,5 86-80,46 Al₂O₃ 4,5 8,27-7,14 Fe₂O₃ 4,5 3,3-3,54 MgO - 1,33-0,834 SO₃ 3,0 0,03-0,0102 Na₂O - 5,67-0,0356 TiO₂ - 2-0,387 ZrO - 2-0,0096 Обжиг производился в лабораторной камерной электропечи SNOL 13/1100 L с камерой из вакуумированного волокна. Исследования проводились на цементных образцах-кубиках с ребром 2 см. Физико-механические свойства цементного камня на тесте НГ оценивались по изменению показателя прочности на сжатие, водопоглощению и средней плотности. Трепел, обожженный при разных температурных режимах (Т400, Т600, Т800, Т900) вводился в состав портландцемента в количестве 3,6, 10, 15% от его массы. Результаты и обсуждение Согласно полученным данным, представленным на рис.1 максимальная прочность композиционного цемента достигается при использовании трепела, обожженного при температуре 900^оС в течении 1 часа, в количестве 3-6% от массы портландцемента. Также следует отметить, что при использовании трепела, обожженного при температуре 800^оС в течении 4 часов, прочность остается на уровне прочности бездобавочного цементного камня. Снижение температуры обжига трепела ниже 600^оС приводит к снижению прочности композиционного цементного камня. Таким образом, оптимальными режимами обжига трепела согласно исследованиям можно считать 800^оС при времени обжига 4 часа и 900^оС при времени обжига 1 час. Оптимальным можно считать 3-6% замещения портландцемента от его массы. Как видно из рисунков 2 и 3 максимальная плотность и минимальное водопоглощение для композиционного цемента сохраняется при введении до 6% трепела, обожженного при температуре 900^оС/1 час или 800^оС/4 часа. При более низких t^о-ах обжига плотность снижается в 1,2 раза, водопоглощение возрастает в 1,5 раза. Рис. 1 - Зависимость предела прочности на сжатие композиционного цементного камня в возрасте 28 суток от температуры обжига трепела и количества вводимой добавки Рис. 2 - Зависимость средней плотности композиционного цементного камня в возрасте 28 суток от температуры обжига трепела и количества вводимой добавки Рис. 3 - Зависимость водопоглощения композиционного цементного камня в возрасте 28 суток от температуры обжига трепела и количества вводимой добавки Таким образом, можно сделать вывод о возможности и целесообразности замены части портландцемента на 3-6% трепела, термически обработанного при температуре 900^оС и времени обжига 1

час. Выводы 1. Оптимальными температурными режимами обжига для трепела являются: температуре 900°C со временем обжига 1 час или 800°C со временем обжига 4 часа. 2. При добавлении в цемент трепела, обожженного при температурах 800-900°C, в количестве 3-6% от масс.части портландцемента, прочность композиционного цементного камня сохраняется на уровне прочности бездобавочного цементного камня, что свидетельствует о возможности замены части портландцемента на термически обработанный трепел.