

Введение Составы современных композиционных гипсовых вяжущих включают пластифицирующие добавки, введение которых обеспечивает снижение водовяжущего отношения, способствуя получению гипсового камня с пониженной пористостью и повышению его прочности и водостойкости [1-4]. С учетом вышеизложенного в работе проводились исследования влияния некоторых суперпластификаторов на свойства теста и камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли.

Экспериментальная часть При выполнении исследований были использованы следующие материалы: - строительный гипс Г-6БII по ГОСТ 125-79; - керамзитовая пыль цеха керамзитового гравия Нижнекамского ООО «Камэнергостройпром» с циклонов пылеочистки. - строительная известь второго сорта по ГОСТ 9179-77; - суперпластификаторы: С-3, Полипласт СП-1ВП, Полипласт СП-3, MELMENT® F15G. Исследования состава и гидравлической активности керамзитовой пыли позволили установить следующее. Химический состав керамзитовой пыли (мас. %):  $\text{SiO}_2$  – 59,12;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 17,85;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 9,7;  $\text{CaO}$  – 1,74;  $\text{MgO}$  – 3,01;  $\text{K}_2\text{O}$  – 2,26;  $\text{TiO}_2$  – 0,92;  $\text{SO}_3$  – 0,93;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,81;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,22;  $\text{MnO}$  – 0,2; потери при прокаливании – 3,05. Минеральный и фазовый состав керамзитовой пыли (мас. %): глинистые минералы (гидрослюда, монтмориллонит) – 58; рентгеноаморфная фаза – 27; кварц – 15; полевые шпаты – 5; ангидрит – 3. Установлено, что керамзитовая пыль представляет собой активированную глину, в состав которой входит определенное количество недегидратированной глины и дегидратированных глинистых минералов с кристаллическими решетками различного уровня дефектности. Анализом методом набухания установлено, что керамзитовая пыль содержит 9,5% недегидратированной глины. Гранулометрический состав исходной пробы керамзитовой пыли характеризуется остатками на ситах с размерами отверстий в мм (мас. %): 1 – 26,71; 0,63 – 26,66; 0,5 – 8,21; 0,315 – 11,58; 0,2 – 11,41; 0,1 – 11,65; 0,05 – 3,48; менее 0,05 – 0,3. Гидравлическая активность исходной пробы керамзитовой пыли по поглощению  $\text{CaO}$  составила 130 мг/г. Испытания основных свойств композиционного гипсового вяжущего осуществлялось по ГОСТ 23789-79, при этом предел прочности при сжатии и коэффициент размягчения камня композиционных гипсовых вяжущих определялись для образцов, твердевших 28 суток в нормальных условиях с последующей сушкой до достижения постоянной массы. Предварительно были проведены исследования влияния на свойства строительного гипса содержания добавок извести и керамзитовой пыли, молотой до удельной поверхности 250 м<sup>2</sup>/кг, 500 м<sup>2</sup>/кг и 800 м<sup>2</sup>/кг, которая имела гидравлическую активность по поглощению  $\text{CaO}$ , соответственно: 336, 462 и 477 мг/г. Результаты исследований В результате проведенных исследований было установлено, что композиционное вяжущее состава (мас. %): строительный гипс – 75; керамзитовая пыль с удельной поверхностью 500 м<sup>2</sup>/кг – 20; известь 5, обладает наиболее высокими показателями предела прочности при сжатии –

17,3 МПа и коэффициента размягчения – 0,68. В таблице 1 и на рисунках 1–4 приведены результаты исследований влияния добавок суперпластификаторов С-3, Полипласт СП-1ВП, Полипласт СП-3, MELMENT® F15G на сроки схватывания, нормальную густоту теста, а также среднюю плотность, предел прочности при сжатии и коэффициент размягчения камня вяжущего вышеуказанного оптимального состава. Таблица 1 - Влияние вида и количества добавок суперпластификаторов на сроки схватывания композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли Вид добавки суперпластификатора Количес-во добавки, % Сроки схватывания, мин, с начало конец - 0 8-00 12-00 С-3 0,25 8-30 12-20 0,5 9-00 12-45 0,75 9-25 13-05 1 10-00 13-40 1,5 10-50 15-00 Полипласт СП-1ВП 0,25 8-40 12-15 0,5 9-00 12-30 0,75 9-30 12-50 1 9-50 13-25 1,5 10-20 15-00 Полипласт СП-3 0,25 8-35 12-40 0,5 8-30 13-00 0,75 8-50 13-30 1 9-15 13-50 1,5 10-20 14-40 Melment F15G 0,25 8-15 12-20 0,5 8-40 12-50 0,75 9-00 13-15 1 9-30 14-00 1,5 9-50 16-00 Рис. 1 - Влияние вида и количества добавок суперпластификаторов на нормальную густоту композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли: ♦ - С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; х - Melment F15G В таблице 2 приведены уравнения регрессии, характеризующие приведенные на рисунках зависимости основных свойств композиционного гипсового вяжущего с гидравлической добавкой: извести и керамзитовой пыли от количества рассмотренных добавок суперпластификаторов. Рис. 2 - Влияние вида и количества суперпластификаторов на среднюю плотность камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли: ♦ - С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; х - Melment F15G Рис. 3 - Влияние вида и количества суперпластификаторов на прочность при сжатии камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли: ♦ - С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; х - Melment F15G Рис. 4 - Влияние вида и количества суперпластификаторов на коэффициент размягчения камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и керамзитовой пыли: ♦ - С-3; ■ – Полипласт СП-1ВП; ▲ – Полипласт СП-3; х - Melment F15G Таблица 2 - Уравнения регрессии, характеризующие зависимости основных свойств композиционного гипсового вяжущего с гидравлической добавкой: извести и керамзитовой пыли от количества добавок суперпластификаторов Вид добавки Свойства Уравнение регрессии С-3 Нормальная густота  $y = 0,101x^2 - 0,2446x + 0,557$  Предел прочности при сжатии  $y = -4,5905x^2 + 8,7943x + 19,51$  Коэффициент размягчения  $y = -0,0781x^2 + 0,1549x + 0,6675$  Полипласт СП-1ВП Нормальная густота  $y = 0,1238x^2 - 0,2937x + 0,5607$  Предел прочности при сжатии  $y = -7,5429x^2 + 16,314x + 16,993$  Коэффициент размягчения  $y = -0,1038x^2 + 0,2029x + 0,6661$  Полипласт СП-3 Нормальная густота  $y = 0,1219x^2 - 0,2937x + 0,5587$  Предел прочности при сжатии  $y = -4,6286x^2 + 9,9829x + 17,244$  Коэффициент размягчения  $y = -$

$0,0514x^2 + 0,0991x + 0,6684$  Melment F15G Нормальная густота  $y = 0,1562x^2 - 0,3497x + 0,5541$  Предел прочности при сжатии  $y = -8,1143x^2 + 17,44x + 17,119$  Коэффициент размягчения  $y = -0,1105x^2 + 0,2257x + 0,6705$  Заключение

Приведенные результаты исследований позволяют сделать следующий вывод. Введение в строительный гипс комплексной гидравлической добавки, включающей (мас. %): керамзитовую пыль дисперсностью 500 м<sup>2</sup>/кг – 20, известь – 5 и один из суперпластификаторов (Полипласт СП-1ВП, MELMENT® F15G, С-3) – 0,5-1, обеспечивает получение вяжущих с пределом прочности при сжатии 23-26 МПа и коэффициентом размягчения 0,75-0,78, которые относятся к группе композиционных гипсовых вяжущих повышенной водостойкости и могут применяться для получения штукатурных, кладочных и напольных растворов и низкомарочных бетонов.