

Министерство образования и науки Российской Федерации

Алтайский государственный технический  
университет им. И.И.Ползунова



## **НАУКА И МОЛОДЕЖЬ**

3-я Всероссийская научно-техническая конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

**СЕКЦИЯ**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ**

**ПОДСЕКЦИЯ**

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Барнаул – 2006

ББК 784.584(2 Рос 537)638.1

3-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь". Секция «Строительные технологии и материалы». Подсекция «Строительные материалы»/ Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул: изд-во АлтГТУ, 2006. –45 с.

В сборнике представлены работы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, проходившей в апреле 2006 г.

Организационный комитет конференции:

Максименко А.А., проректор по НИР – председатель, Марков А.М., зам. проректора по НИР – зам. председателя, Арзамарсова А.А. инженер Центра НИРС и молодых учёных – секретарь оргкомитета, Овчаренко Г.И. – заведующий кафедрой «Строительные материалы» АлтГТУ – руководитель секции «Строительные технологии и материалы», Балашов А.В. – редактор.

## СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ И ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ ПЕНОБЕТОНОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ.

Баев М.Н., Гильмияров Р.И. - студенты группы ПСК-12  
Овчаренко Г.И. - научный руководитель

Неавтоклавный пенобетон является перспективным теплоизоляционным материалом, так как обладает повышенной надежностью и долговечностью, простотой технологических решений, невысоким уровнем производственных затрат при изготовлении. В качестве основных структурообразующих факторов следует выделить степень наполнения, дисперсность и активность наполнителя. Необходим дальнейший научно - обоснованный поиск модифицирующих добавок пенобетона с целью получения теплоизоляционного материала, обладающего повышенными прочностными и эксплуатационными характеристиками. Особую значимость при разработке составов неавтоклавного пенобетона приобретает использование местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов.

Целью работы было исследование свойств пенобетонов на заполнителях различной дисперсности и активности с применением добавок-ускорителей твердения.

В работе были использованы: белковый пенообразователь Э.С.Т. (г. Старый Оскол, Белгородской области), песок речной обской, портландцемент Искитимского цементного завода М400 Д20, зола ТЭЦ-3, добавки (хлорид натрия и кальция, поташ, сульфат натрия).

Основной метод исследования, который проводился в работе – это испытание образцов-кубов на прочность при сжатии в различные сроки твердения.

В ходе проводимых исследований были рассмотрены составы, близкие к производственным. Образцы твердели при нормальных условиях.

В ходе проведенного эксперимента было установлено, что добавки сульфат натрия и хлорид натрия вызывают быстрое гашение пены и в результате повышенную плотность пенобетона.

**ВЫВОДЫ:** Песок является низкодисперсным заполнителем и пенобетоны на его основе показали низкую прочность при сжатии в результате истечения воды и цементного молока из пены по каналам Плато и быстрой коалесценции (слияния) пенных пузырьков, что вызывает расслоение и усадку пенобетонной смеси. Зола же, являясь минерализатором пен, закрывает каналы Плато и позволяет увеличить срок жизни пены до начала схватывания смеси.

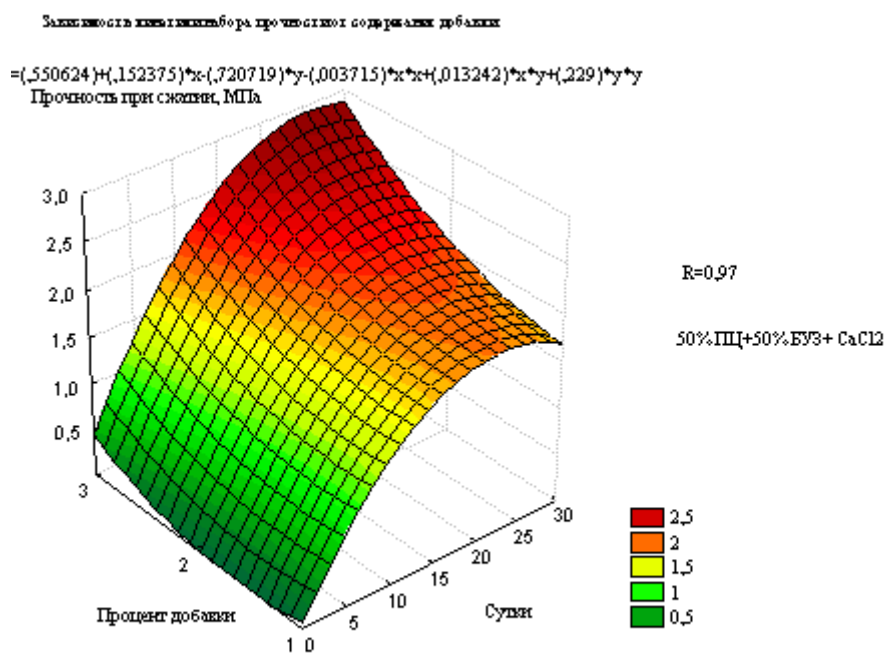


Рисунок 1 – Зависимость набора прочности от содержания добавок

## **ЗАВИСИМОСТЬ СВОЙСТВ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА ОТ СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЫСОКОКАЛЬЦЕВЫХ ЗОЛ**

**Балабаев П.П., Дорофеев В.Е. - студенты гр. ПСК-31  
Научный руководитель - д.т.н, профессор Овчаренко Г.И.  
старший преподаватель Хижинкова Е.Ю.**

В настоящее время значительно возрастают объёмы жилищного строительства в России в связи с реализацией федеральной программы «Доступное жильё». Однако мощность предприятий промышленности строительных материалов не может обеспечить возрастающие потребности строительной индустрии. При этом в Сибирском регионе все более актуальна проблема повышения стоимости портландцемента, обуславливаемое как растущим спросом, так и монополизацией рынка после объединения Топкинского и Искитимского цементных заводов. Решением этих проблем является получение золопортландцемента (ЗПЦ) с использованием высококальцевых зол (ВКЗ) от сжигания бурых углей. Однако использование высококальцевых зол сопряжено с определенными трудностями: статистический разброс состава, наличие свободного СаО который приводит к деструктивным явлениям в золопортландцементе. Поэтому целью данной работы является изучение взаимосвязи свойств золопортландцемента от состава и свойств высококальцевых зол.

В работе применялись следующие сырьевые материалы:

- Портландцемент Искитимского цементного завода М 400 Д 20;
- Семь проб ВКЗ Барнаульской ТЭЦ-3, отобранных в период с июня 2005 года по май 2006 года;
- Микрокремнезем (МК) Новокузнецкого завода ферросплавов.

Золопортландцементы изготавливались совместным помолом портландцемента и золы в соотношении 65/35 с энергией помола 75% от стандартного помола клинкера на цемент. Также изготавливался золопортландцемент с заменой 5% цемента на микрокремнезем. Формовались образцы кубики с размером рёбер 2х2х2 из теста нормальной густоты, которые твердели при тепловлажностной обработке по режиму 3/6/3 часа 60 °С и при нормальных условиях, после испытывались на сжатие на 1,3,7 и 28-ые сутки.

В результате проведенных экспериментов были найдены линейные корреляционные зависимости между составом и свойствами ВКЗ и свойствами золопортландцементов. Коэффициенты корреляции золопортландцемента с МК приведены в таблице 1. Видно, что конечная прочность как при ТВО, так и при нормальных условиях зависит от содержания закрытой извести в золе, что подтверждает необходимость помола золы, при котором помимо усреднения происходит вскрытие остеклованной СаО.

При объединении параметров с максимальными коэффициентами корреляции и построении трехпараметрической зависимости прочности от содержания СаО закрытой и активности золы наблюдается что максимальная прочность достигается при повышенном содержании извести, либо при высоком температурном эффекте гидротации, характеризующим активность золы (рисунок 1).

По результатам работы можно сделать вывод, что использование золы в золопортландцементов требует статистического анализа химического состава и физических свойств высококальцевых зол. При этом наиболее эффективен помол ЗПЦ совместно с микрокремнеземом. Это объясняется тем, что МК в результате пуццолановых реакций связывает свободную известь в золе, а также как высокодисперсный компонент уплотняет структуру. Таким образом, заменяя часть цемента ВКЗ, мы не только получаем более дешёвое вяжущее, но и материалы на его основе с высокими прочностными свойствами.

Таблица 1 – Корреляционная зависимость свойств и состава зол и свойств золопортланд цемента с добавлением микрокремнезема.

Зола ПЦ+БУЗ+МК	ТНГ	Нач. ср. схватыва вания	Конец ср. схватыва вания	Суд	Ост. на 008	ППП	Δt	CaO откр	CaO закр	CaO общ
ТНГ	0,04	0,5	0,41	0,28	0,04	0,22	0,72	0,07	0,62	0,02
Нач. ср. схватывания	0,54	0,29	0,83	0,05	0,48	0,28	0,23	0,48	0,25	0,35
Конец ср. схватывания	0,76	0,31	0,38	0,004	0,08	0,44	0,57	0,22	0,79	0,27
CaOобщ	0,19	0,06	0,09	0,53	0,87	0,01	0,31	0,86	0,11	0,87
Н.У. 3-сутки	0,93	0,18	0,21	0,1	0,36	0,26	0,42	0,19	0,57	0,51
Н.У. 7-сутки	0,49	0,22	0,01	0,04	0,26	0,04	0,21	0,38	0,02	0,19
Н.У. 28-сутки	0,003	0,65	0,11	0,15	0,13	0,82	0,8	0,24	0,78	0,28
ТВО	0,27	0,53	0,09	0,48	0,29	0,76	0,57	0,48	0,7	0,14
ТВО+28	0,58	0,07	0,39	0,7	0,18	0,17	0,36	0,24	0,57	0,09

$$z=(6,94299)*x^2+(-14,232)*y^2+(-21,16)*x*y+(25,1567)*x+(122,56)*y+(-132,15)$$

$$R=0,93$$

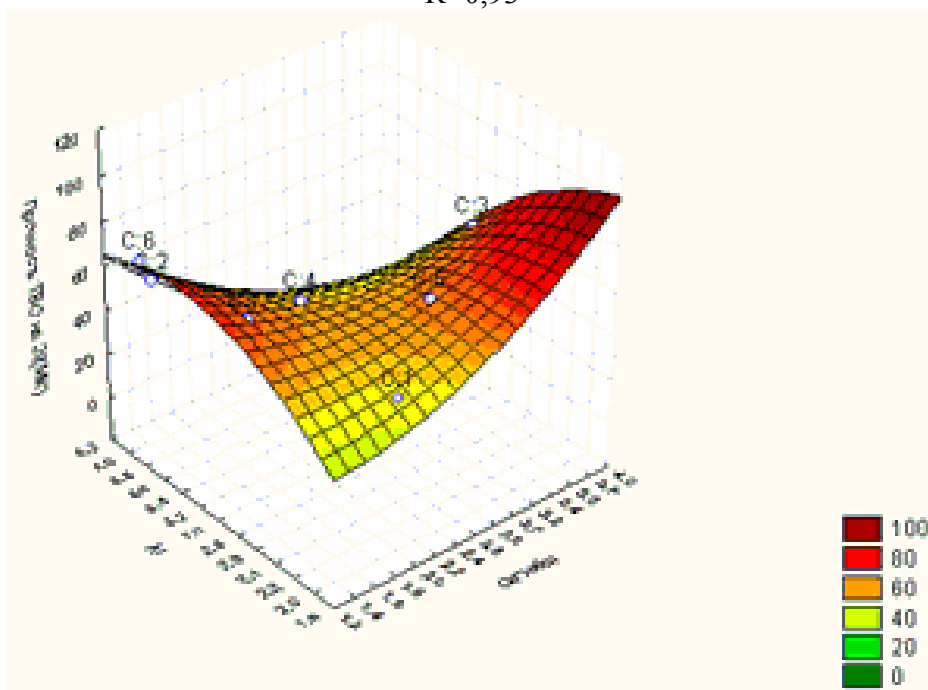


Рисунок 1 – Зависимость прочности(ПЦ+БУЗ+МК, ТВО-28) от активности зол по разности температур (Δt) и содержания закрытой извести в золе (CaO<sub>сумм</sub>)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ БЕЗГИПСОВОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С РАЗЛИЧНЫМИ ДОБАВКАМИ-УСКОРИТЕЛЯМИ ТВЕРДЕНИЯ**

**Беликов А.В., Федоренко Е.А. - студенты гр. ПСК-31  
Научный руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.,  
ст. препод. Хижинкова Е.Ю**

Проблема повышения эффективности строительства в зимних условиях имеет важное народно-хозяйственное значение, особенно в Сибири. Наиболее простым и дешевым из методов зимнего бетонирования является безобогревный, основанный на применении противоморозных добавок к портландскому цементу. Среди химических добавок лишь поташ позволяет значительно (до  $-40^{\circ}\text{C}$ ) расширить температурные границы применения бетонов, не вызывая коррозии арматуры. Однако бетонные смеси на рядовых портландцементях с добавкой поташа характеризуются быстрыми сроками загустевания, что сильно ограничивает их применение, а также большим количеством дорогостоящей добавки (не менее 10%)

Для ускорения твердения вяжущих в условиях отрицательных температур необходимо уменьшить количество образующегося льда при замерзании за счет снижения водопотребности цемента и заменить замедлитель схватывания портландцемента – гипс – иным, более активным на морозе, т.е. перейти к безгипсовому портландцементу с органоминеральными добавками. Такие вяжущие представляют собой систему «портландцементный клинкер – замедлитель схватывания – пластификатор – ускоритель твердения».

Поэтому целью данной работы являлся подбор оптимальной противоморозной добавки.

В качестве сырьевых материалов использовался клинкер Голухинского цементного завода ОАО «Цемент», имеющий следующий химический состав:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_3\text{S}$ ) – 60,0 %;  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_2\text{S}$ ) – 17,02 %;  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_3\text{A}$ ) – 7,35%;  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) – 13,04 %; технические лигносульфонаты (ЛСТ) различных заводов целлюлозно-бумажной промышленности в количестве 0,5% от массы клинкера; в качестве ускорителя твердения вводились следующие добавки: поташ, формиат Na, нитрит Na, сода пищевая в количестве 2%, 4% от массы клинкера. Клинкер молотся в шаровой мельнице с энергией помола 100% и 150% от энергии помола портландского клинкера и гипса на цемент в течение 60 и 90 минут соответственно.

Для испытания из цементного теста нормальной густоты были заформованы образцы-кубики  $2\times 2\times 2$  см, которые твердели в нормальных условиях и при отрицательной температуре ( $t=-18^{\circ}\text{C}$ ). Образцы испытывались на прочность при сжатии на 1, 3, 7, 28 суток.

Результаты исследования представлены на рисунках 1 (добавка поташа) и 2 (добавка формиата Na). Как видно из рисунка 1 безгипсовый ПЦ на поташе и в нормальных условиях и на морозе значительно превосходит обычный портландский, или безгипсовые на других ускорителях (формиат Na, сода пищевая, нитрит Na).

Таким образом в данных исследованиях установлен ряд эффективности добавок-ускорителей для безгипсовых портландцементов на местном клинкере.

Однако, требуются дальнейшие исследования для применения этого цемента в бетонах, используемых в заводских условиях КЖБИ без применения тепловой обработки, а также осуществления работ при монолитном строительстве в зимнее время.

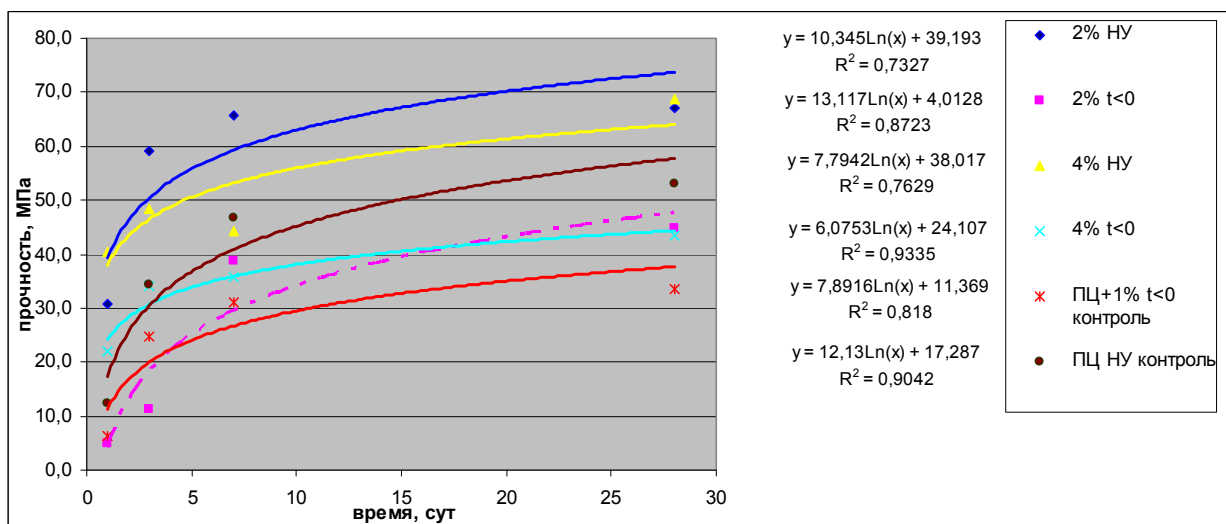


Рисунок 1 - кинетика набора прочности БГПЦ с различным содержанием поташа и при различных условиях твердения

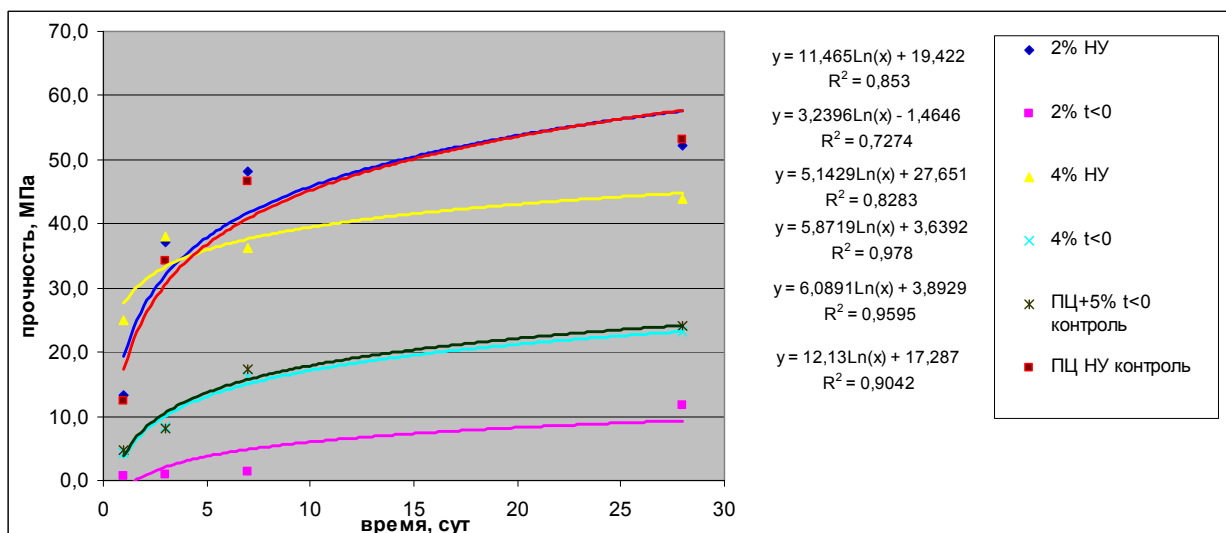


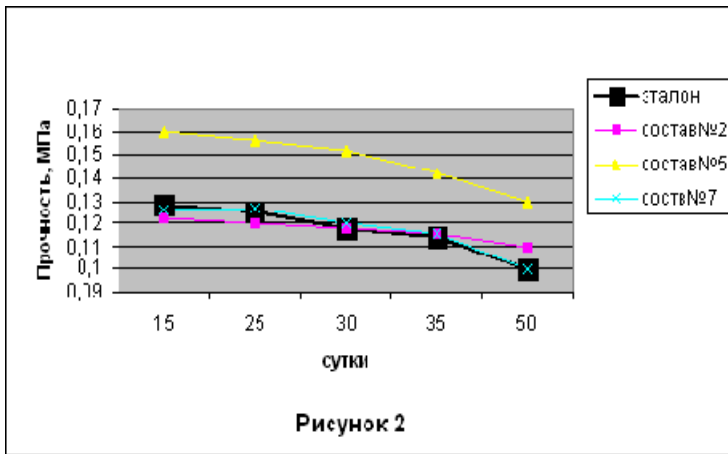
Рисунок 2 - кинетика набора прочности БГПЦ с различным содержанием формиата и при различных условиях твердения

## ТЕРМОСТОЙКИЕ СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ОБЛИЦОВКИ ПЕЧЕЙ И КАМИНОВ.

Бухтояров О.В., Стаценко А.Н. – студенты гр. ПСК-11  
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Термостойкие сухие строительные смеси (ТССС) содержат вяжущие вещества, жаростойкие заполнители и наполнители и, при необходимости, специальные модифицирующие добавки. Состав таких смесей определяется условиями их службы: максимальной температурой применения, перепадом температур, механическими воздействиями, влажностью, химической агрессивностью среды и др.

В качестве вяжущих веществ для изготовления жаростойких ССС используют ПЦ, глинозёмистый (ГЦ) и высокоглинозёмистый цемент, молотую огнеупорную глину; в качестве заполнителей – измельчённые до размеров менее 5 мм продукты, получаемые путём обжига тугоплавких и огнеупорных глин, измельчением боя огнеупорных и тугоплавких изделий, глиняного (керамического) кирпича, лома футеровок, некоторых видов шлаков, продукты дробления некоторых плотных горных пород (диабазы базальта) и др. Огнеупорная глина должна удовлетворять требованиям по огнеупорности не ниже 1620°C, при содержании  $Al_2O_3 + TiO_2$  не менее 28%. В состав жаростойких растворов, при их

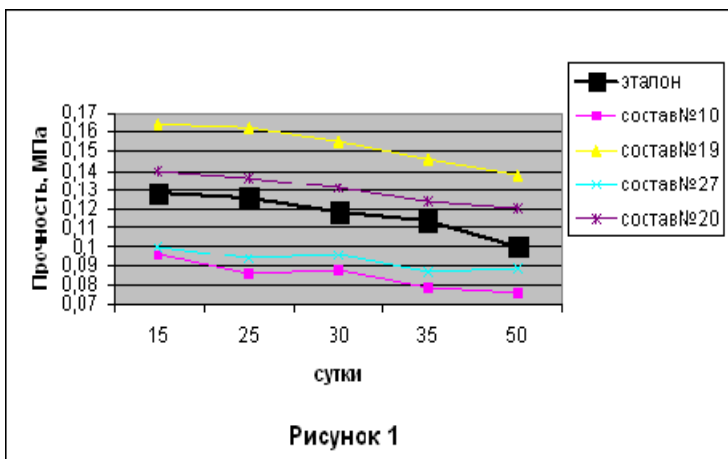


производстве в виде ССС, в качестве связующего могут быть использованы порошки растворимых силикатов. Тонкомолотые добавки (наполнители) получают путём размла керамического или огнеупорного кирпича, отвального и гранулированного доменного шлака, золы-уноса, молотого шамота.

Предельно допустимая температура применения таких смесей зависит от конкретных составов и может достигать 1000°С и

выше. Например, цементно-шамотная растворная смесь может содержать бездобавочный ПЦ (16-20%, масс) и шамотный порошок со средним размером частиц 0,1-0,2мм в количестве 80-84% масс. Такая цементно-шамотная растворная смесь применяется для кладки печей и тепловых агрегатов, подвергающихся воздействию температуры до 1200°С. Для кладки бытовых печей может применяться специально подобранная сухая смесь молотой глины и кварцевого песка, состав которой отвечает условиям получения необходимой пластичности кладочного раствора, обеспечивает отсутствие трещин при сушке, термостойкость и др. В теплонпряжённых зонах таких печей в состав смесей вместо кварцевого песка вводят шамотную крошку, в некоторых случаях в составе кладочного раствора, наряду с глиной, используют глинозёмистый цемент или ПЦ.

В своей научно-исследовательской работе мы использовали ПЦ 400, ГЦ и БГПЦ, также шамот (полученный при температуре 1250-1350°С). В качестве добавок микрокремнезём, метилцеллюлозу, пирамин, натрий тетроборнокислый (бура) и NaCl. Испытания проводились по истечению 72 часов твердения ТССС в нормальных условиях, а затем при температуре 150 - 250°С (такая температура свойственна для наружной стенки камина и печи) после чего сутки остывала на воздухе. Из рисунков 1 и 2 видно зависимость прочности на отрыв от количества циклов попеременного нагревания и остывания. На этих рисунках представлены составы, показавшие наибольшие



результаты по прочности. Также использовался ПЦ500Д0, шамот (полученный при температуре 1580-1650°С) и вводилась добавка стеорат кальция, но составы не показали высоких результатов. В качестве эталона использовалась

существующая ТССС "Геркулес". В составы, представленные на графиках входили следующие элементы: состав№2: ГЦ=30%, Шамот = 30%, П=40%, NaCl=2%; состав №5: ПЦ=40%, Ш=50%, П=10%, NaCl =5%; состав №7: ГЦ =30%, Ш=63%,

П= 20%, NaCl=2%; состав №18: БГПЦ = 33,3%, Ш=16,6%, П=50%, Бура = 1%; состав №19: ГЦ=13,3%, Ш=50%, П=36,6%, МЦ=2%; состав № 27: БГПЦ = 20%, Ш=20%, П=60%, Бура = 3%; состав №20: ГЦ=13,3%, Ш=50%, П=36,6%, МЦ=5%

В результате проделанной работы можно сказать, что было подобрано несколько оптимальных составов ТССС как на ГЦ, БГПЦ, так и на рядовом ПЦ, которые не уступают, а некоторые и превосходят по прочности на отрыв уже существующие ТССС.



## ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОТУАРНЫХ ПЛИТ, ПРОИЗВОДИМЫХ В ГОРОДЕ БАРНАУЛЕ

Бессергенева Т.В., Ростовцева Н.С. - студенты гр. ПСК-11  
Руководитель - к.т.н., старший преподаватель Буйко О.В.

Производителей тротуарной плитки в г. Барнауле с каждым годом становится всё больше. Это обусловлено в основном тем, что вопросы благоустройства стоят для многих городов России крайне остро, а производство - несложное. Основным конкурентом тротуарной плитки является асфальтобетон, который давно используется для мощения тротуаров. Особую роль в облагораживании улиц городов играет экологический аспект.

По результатам исследования выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся при изготовлении, транспортировке, укладке асфальтобетонной смеси и эксплуатации асфальтовых покрытий, выяснено, что они являются причиной более 10% всех болезней и смертельных исходов в городах. Они взаимодействуют с гемоглобином крови, раздражают слизистую оболочку глаз, могут быть причиной отравления. К тому же асфальтовое покрытие водонепроницаемо, оно нарушает естественную циркуляцию воды. Дождь смешивается с компонентами нефти, испаряется и "зависает" на малой высоте в виде смога - своеобразного экрана, из-за которого не происходит обмен воздуха с верхними слоями, богатыми озоном. Земля лишается возможности "пить" дождевую воду, что ведет к обезвоживанию подземных слоев, чревату просадкой грунта. В этом отношении тротуарные плитки из тяжелого бетона более экологичны, и хотя строительство плиточных тротуаров дороже асфальтовых примерно на 35%, но за 3-4 года эксплуатации затраты окупаются сполна.

Проводя маркетинговые исследования в г. Барнауле было выявлено, что рынок насыщен тротуарной плиткой. Высокое качество и оригинальный дизайн позволяют широко использовать данную продукцию в благоустройстве городской и приусадебной территории. Разнообразная по форме, рисунку, цвету и фактуре тротуарная плитка придает индивидуальность вымощенному объекту, а наряду с высокой прочностью и повышенной морозостойкостью тротуарная плитка имеет стойкость к воздействию солей, горюче-смазочных материалов и других агрессивных веществ.

В настоящее время в продаже предлагается огромное разнообразие тротуарной плитки. Десятки, а то и сотни производителей представляют свою продукцию, поэтому при проведении маркетингового исследования мы сделали выборку из 10 наиболее крупных и известных в г. Барнауле.

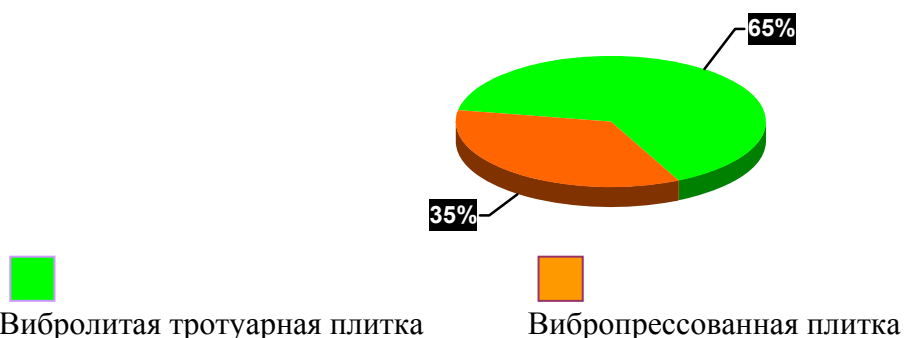


Рисунок 1. Соотношение по объему производства между плитками, изготовленными по разным технологиям.

Каждое подвергнутое исследованию предприятие имеет свои особенности в номенклатуре, характеристиках плиток, и в ценах. На сегодняшний день тротуарные плитки из тяжелого мелкозернистого бетона производятся по двум принципиально различным технологиям: методом вибропрессования и методом вибролитья. Соотношение городских производителей тротуарной плитки по виду применяемой технологии представлено на рисунке 1.

В основном фирмы производят вибролитую плитку, так как в большинстве случаев потребители отдают предпочтения именно ей. Эта плитка обладает рядом преимуществ: внешняя привлекательность, широкая цветовая гамма, несложная технология производства и по своим свойствам не уступает вибропрессованной тротуарной плитке.

Для того, чтобы провести анализ качества тротуарных плит исследуемых предприятий мы подвергли их следующим испытаниям: морозостойкость, истираемость, водопоглощение, прочность при сжатии, прочность на растяжение при изгибе. Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица 1 Качественные характеристики тротуарных плиток 10 наиболее крупных производителей г.Барнаула

Наименование предприятия	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Истираемость, г/см <sup>2</sup>	Морозостойкость, циклы
Технология вибропрессования					
Фирма 1	45,85	-	8,3	0,396	400
Фирма 2	41,52	5,03	9,87	0,9	400
Фирма 3	43,43	4,1	6,95	0,47	400
Технология вибролитья					
Фирма 4	44,3	5,46	8,85	0,229	370
Фирма 5	23,47	3,49	7,7	0,4	-
Фирма 6	42,01	3,68	5	0,243	-
Фирма 7	51,5	6,91	5,2	0,221	550
Фирма 8	57,76	6,81	5,3	0,55	600
Фирма 9	53,7	5,36	5,67	0,544	600
Фирма 10	42,5	3,89	2	0,394	660

Результаты исследований показали, что качественные характеристики плиток различных предприятий - изготовителей разбросаны в довольно широком диапазоне. Не во всех случаях тротуарная плитка соответствует требованиям ГОСТ, особенно это оказалось заметно в случае испытания образцов, произведенных методом вибропрессования. Поэтому в рамках проводимого исследования мы попытались самостоятельно разработать и предложить состав для изготовления тротуарных плит методом вибропрессования, который в полной мере будет отвечать требованиям ГОСТ. Для этого были выполнены сравнительные исследования различных добавок, которые позволили бы улучшить строительно-технические характеристики мелкозернистых тяжелых бетонов для тротуарных плит.

Эксперимент проводился на образцах-кубиках 10\*10\*10 см, твердение которых осуществлялось как в камере ТВО при температуре 60, так и при нормальных условиях (t=20 С, W=100%). Прочность при сжатии образцов, которая является одним из основных показателей для определения долговечности материала, контролировалась в 1 и 7-ми суточном возрасте для образцов, подвергнутых ТВО и в 1, 3, 7 и 28-ми суточном возрасте – для образцов, твердевших в нормальных условиях.

В настоящее время эксперимент находится в стадии доработки, но на сегодняшний день достаточно хорошо работает состав, содержащий комплекс с суперпластификатором, ускорителем твердения и высококремнеземистой активной минеральной добавкой, который при твердении в нормальных условиях на 28 сутки даёт марку М500, а при твердении при ТВО марку М400 при расчетной марке бетона М 350.

Кроме того, высокие прочностные характеристики показывают образцы, в состав которых входит универсал – ингибитор “Релаксол”, который является также и воздухововлекающей добавкой, что должно способствовать повышению морозостойкости материала. На седьмые сутки образцы с указанной добавкой, при твердении их в нормальных условиях, показывают марку М400, а при твердении при ТВО марку М450.

Данная технология может быть применена и в каркасном строительстве, т. к. используемые нами добавки применяются для производства ЖБК по всей стране. Эти добавки уменьшают расход на ТВО, увеличивают плотность, прочность, водонепроницаемость, а, следовательно, и морозостойкость готовых изделий. Кроме того, удобоукладываемость бетонной смеси нашего состава соответствует удобоукладываемости смеси для изготовления элементов каркаса.

## ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ВЯЖУЩИХ К ВЫЩЕЛАЧИВАНИЮ

Корчагин А.В., Березиков А.А. ,студенты группы ПСК-31  
Руководитель - д.т.н., проф Овчаренко Г.И.

Бетонные и железобетонные конструкции должны характеризоваться не только механической прочностью и устойчивостью под действием рабочих нагрузок, но и надлежащей долговечностью под агрессивным воздействием разнообразных внешних химических и физических факторов.

Основными мерами первичной защиты бетона в условиях коррозии первого вида является понижение проницаемости бетона, создание конструкций, не фильтрующих воду.

Коррозия выщелачивания - включает в себя физические процессы растворения цементного камня без химического взаимодействия со средой. Основной компонент цементного камня - гидроксид кальция - имеет определённую растворимость (около 1,2 г/л). Растворимость цементного камня увеличивается в случае, если вода имеет низкое содержание растворённых кальциевых солей, если в ней имеются соли, увеличивающие ионную силу раствора, например хлорид натрия. В настоящее время процессы коррозии первого вида достаточно изучены. Установлено, что при растворении гидроксида кальция из состава цементного камня на поверхности бетона остаётся пористый несвязанный слой мало растворимых веществ: гидратов кремния, алюминия, железа, зёрна песка и других. В случае если условия эксплуатации бетона таковы, что это слой длительно сохраняется на поверхности и со временем увеличивается, процесс коррозии бетона развивается с замедлением во времени по логарифмическому закону. Если образующийся рыхлый слой продуктов коррозии разрушается, например, смывается потоком воды, процесс разрушения бетона после некоторого начального периода развивается по линейному закону. Знание этих закономерностей и получаемые экспериментально в ускоренных испытаниях кинетические коэффициенты позволяют прогнозировать глубину коррозии бетона в большие периоды времени.

Целью исследования являлось повышение коррозионной стойкости строительных растворов на основе Портландцемента, введением различных добавок.

Задачи:

1- исследование влияния повышения стойкости раствора к выщелачиванию, повышением плотности бетонов, с помощью введения добавок, с целью понижения их проницаемости ;

2- исследование влияния зол ТЭЦ на стойкость растворов к выщелачиванию;

3- сравнение коррозионной стойкости растворов на основе ПЦ с различными добавками и растворов на основе ПЦ+33%БУЗ с различными добавками, путём определения потерь прочности составов после нескольких циклов выщелачивания.

Для проведения эксперимента использовались следующие материалы:

Цемент Галухинского цем. завода ПЦ М-400 Д20; Отсев песка с поймы реки Обь; Буроугольная зола с ТЭЦ-2; Микрокремнезём.

Для проведения эксперимента формируются образцы – балочки размером 4\*4\*16 см из раствора нормальной консистенции. Образцы расформовываются на следующие сутки и выдерживаются 28 суток в мешочках при постоянной собственной влажности. На 28 сутки образцы испытываются на прочность на изгиб и сжатие. После чего остальные образцы помещаются в ванну моделирующую процесс выщелачивания, с расходом воды проходящей через образцы 1200 литров/сутки. Образцы подвергаются выщелачиванию в течении трёх циклов (1 цикл = 1 неделя) по прохождению 1-го цикла образцы испытываются на прочность на изгиб и сжатие, результаты сравниваются с результатами контрольных образцов не подвергавшихся выщелачиванию. По полученным результатам определяются потери прочности образцов и строятся графики зависимости.

В процессе эксперимента использовались составы на основе ПЦ:

К1 – ПЦ набирающий прочность в НУ

- С1 – ПЦ подвергающийся выщелачиванию
- С2 – ПЦ+1%С-3 подвергающийся выщелачиванию
- С3 – ПЦ+10%МК+1%С-3 подвергающийся выщелачиванию
- Составы на основе ЗПЦ(66%ПЦ+34%БУЗ):
- К2 – ПЦ+33%БУЗ подвергающийся выщелачиванию
- С4 – ПЦ+33%БУЗ подвергающийся выщелачиванию
- С5 – ПЦ+33%БУЗ+1%С-3
- С6 – ПЦ+33%БУЗ+10%МК+1%С-3 подвергающийся выщелачиванию

По результатам исследований наилучшие результаты показали составы С1, С3 потерявшие 20-28% прочности от контрольного состава на 3-й цикл выщелачивания, и составы в золоцементных композициях С4,С5 потерявшие 26%прочности от контрольного состава на 3-й цикл выщелачивания. Наихудший результат показал состав С2 потерявший до 50%-ти прочности от контрольного состава.

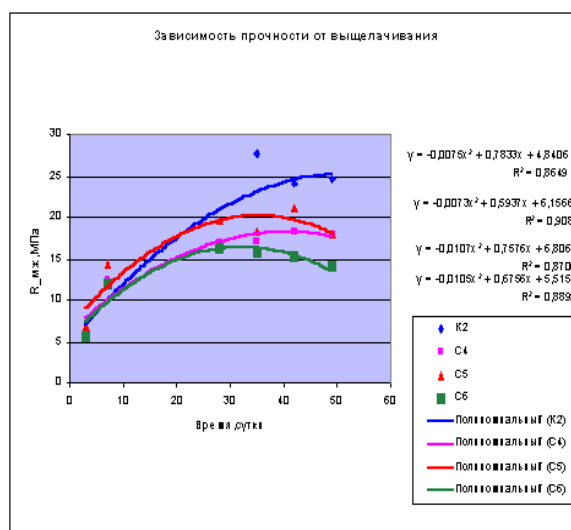
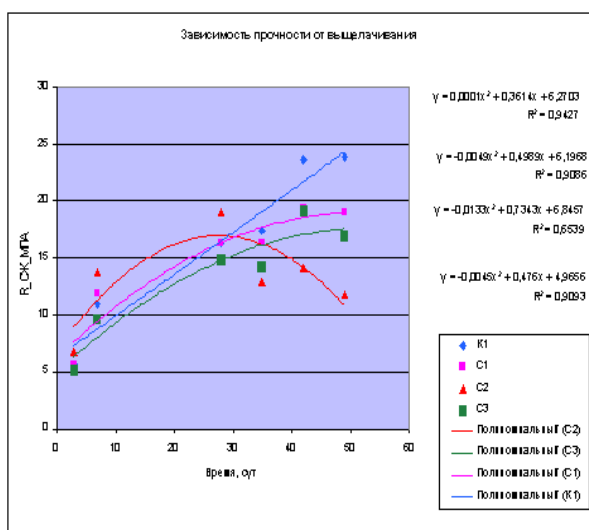


Рисунок1 - Зависимость прочности от выщелачивания.

В связи с полученными данными составы С3,С5 рекомендуем к использованию сферах строительства с повышенной коррозионной стойкостью, например в дорожном строительстве.

## ПОЛУЧЕНИЕ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ.

Блок А.А., Гаврилов Д.А. - студенты гр. ПСК-11  
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Неавтоклавный газобетон пониженной плотности является перспективным теплоизоляционным материалом, так как обладает повышенной долговечностью, простотой технологических решений, невысоким уровнем производственных затрат при изготовлении. В качестве основных структурообразующих факторов следует выделить дисперсность и активность вяжущего. Необходим дальнейший научно - обоснованный поиск модифицирующих добавок газобетона с целью получения теплоизоляционного материала, обладающего повышенными прочностными и эксплуатационными характеристиками. Особую значимость при разработке составов неавтоклавного газобетона приобретает использование местных сырьевых ресурсов и техногенных отходов.

Целью работы было получение газобетона пониженной плотности с применением химических добавок.

В работе были использованы: газообразователь алюминиевая пудра ПАП-1, портландцемент Искитимского цементного завода М 500 Д 0, М 400 Д 20, зола ТЭЦ-3,

химические добавки (сульфат натрия, хлорид натрия, гидроксид натрия, суперпластификатор С-3), сопутствующий продукт производства ферросплавов конденсированный микрокремнезем.

Основной метод исследования, который проводился в работе – это испытание образцов кубов на прочность при сжатии и определение плотности в различные сроки твердения.

В ходе проводимых исследований были рассмотрены составы, близкие к производственным. Образцы твердели в условиях тепловлажностной обработке при температуре 85°C.

В ходе проведенного эксперимента было установлено, что добавки сульфат натрия увеличивает прочностные характеристики материала.

**ВЫВОДЫ:** В ходе эксперимента был подобран оптимальный состав ПЦ + МК + Зола с сульфатом натрия. Образцы данного состава показали прочность 0,52 МПа и плотность - 320 кг/м<sup>3</sup>. Состав без применения добавок даёт прочность 0,25 МПа и плотность 330 кг/м<sup>3</sup>.

Применение других химических добавок частично улучшают, а в основном ухудшают основные показатели. При введении гидроксида натрия прочность образцов увеличивается на 15 %, и составляет 0,6 МПа, но при этом значение плотности так же возрастает на 15 %, что приводит к ухудшению теплоизоляционных свойств материала. Хлорида натрия на прочность данного состава не влияет, при этом наблюдается стимуляция газовыделения, что приводит к появлению более крупных пор, следовательно, эффективность теплоизоляции снижается. Добавка NaNO<sub>3</sub> не изменяет свойств материала. Добавление суперпластификатора С – 3 придаёт составу пластичность в следствии чего происходит выделение газа без поднятия массива.

Образцы на без зольных вяжущих обладают низким показателем прочности – 0,25 МПа и не соответствуют требованиям ГОСТ.

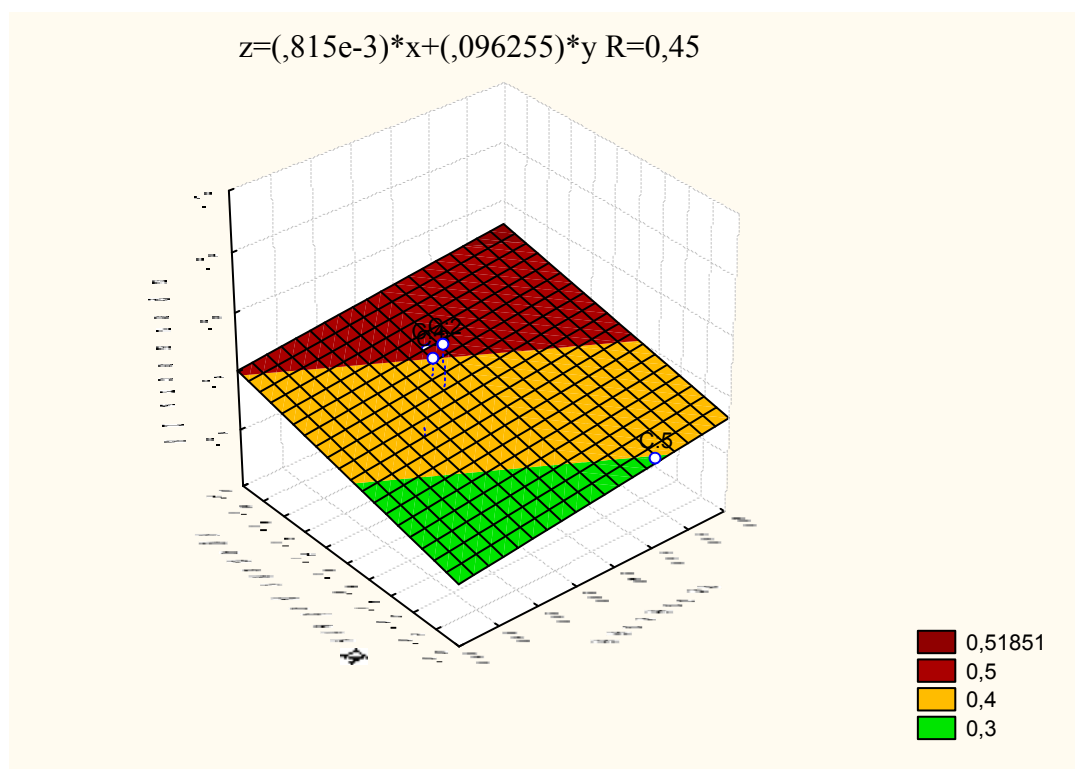


Рисунок 1 – Зависимость прочности неавтоклавного газобетона на 28 сутки нормального твердения от плотности и содержания добавки Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Гончаров А.А. – студент гр.ПСК-12

Научный руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Основной задачей капитального строительства является кардинальное повышение эффективности строительного производства, улучшение качества работ, сокращение сроков введения объектов и снижение их стоимости. Гидроизоляционные строительные смеси используют для создания нормальных условий эксплуатации отдельных элементов конструкций здания, а так же для создания благоприятного микроклимата в помещении.

Целью данной работы является оптимизация составов сухих строительных смесей для гидроизоляции.

Были поставлены задачи:

1. Изучение свойств водонепроницаемости различных составов сухих смесей.
2. Оптимизация составов сухих смесей для гидроизоляции.
3. Установление влияния гидроизоляционных свойств от вида применяемых полимерных добавок в составах сухих смесей.

В качестве сырья были использованы материалы: портландцемент Искитимского цементного завода М400Д20, песок речной обской, высококальциевая зола - унос ТЭЦ-3, добавки (С-3, микрокремнизем, олеат Na, формиат Na, полимерные добавки: DLP 2000, Metocel 267, Winnapas 551z-352, Winnapas LL 50-55, Piramin, Rutaceel).

Основные параметры, которые измерялись в работе – это водонепроницаемость, адгезия, прочность на отрыв, прочность образцов на сжатие и изгиб в 28 сутки.

На первом графике представлена зависимость водонепроницаемости от вида полимерной добавки. Из графика видно что лучший результат получен с применением добавки Rutaceel в количестве 1% от массы вяжущего.

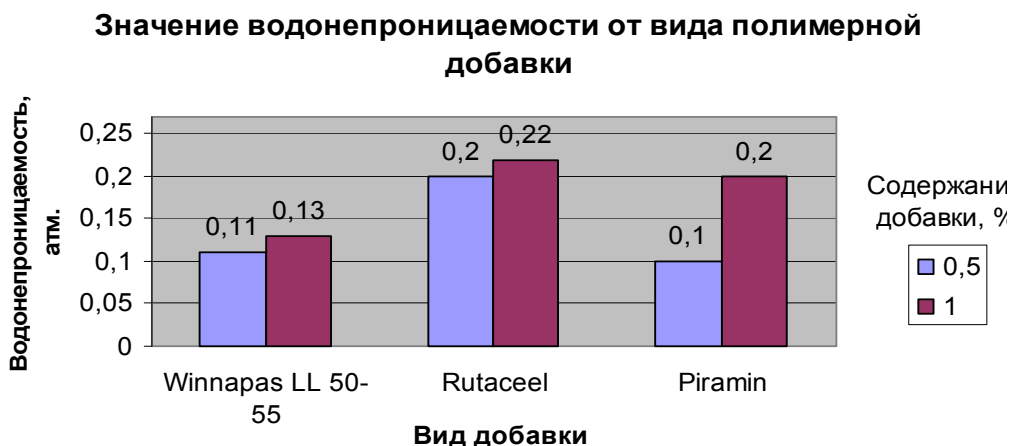


Рисунок 1. Зависимость водонепроницаемости от вида полимерной добавки.

На втором графике представлена зависимость водонепроницаемости от содержания С-3. Наилучшими свойствами обладают образцы с содержанием 1%.

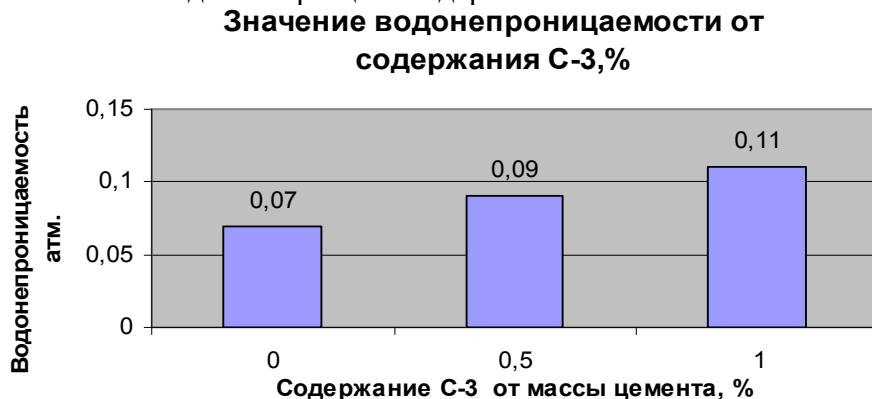


Рисунок 2. Зависимость водонепроницаемости от содержания добавки С-3.

На третьем графике представлена зависимость водонепроницаемости от содержания полимерной добавки Winnapas 551z-352 от массы цемента. Из графика видно что наиболее лучшими характеристиками обладают образцы с содержанием 3% добавки от массы вяжущего.

**Значения водонепроницаемости от содержания полимерной добавки Winnapas 551z-352 от массы цемента, %**

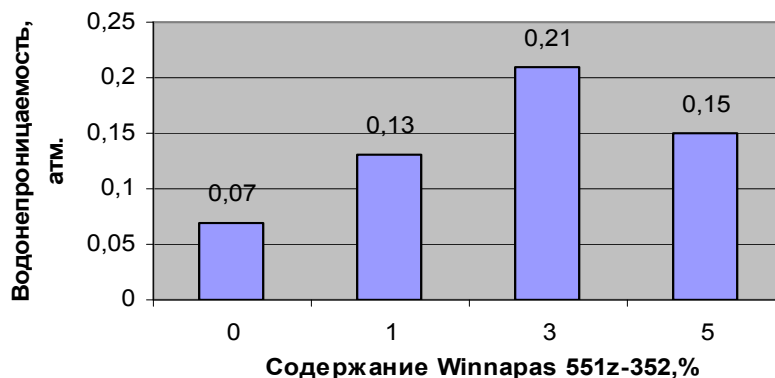


Рисунок 3. Зависимость водонепроницаемости от содержания полимерной добавки Winnapas 551z-352.

На четвертом графике представлена зависимость значений водонепроницаемости от содержания золы с добавлением полимерных добавок. Как видно из графика наилучшими показателями водонепроницаемости обладают образцы с содержанием 0 и 20% золы с применением полимера Rutaceel, а изменение процентного содержания DLP не влияет на показания водонепроницаемости образцов.

Зависимость значений водонепроницаемости от содержания золы, %

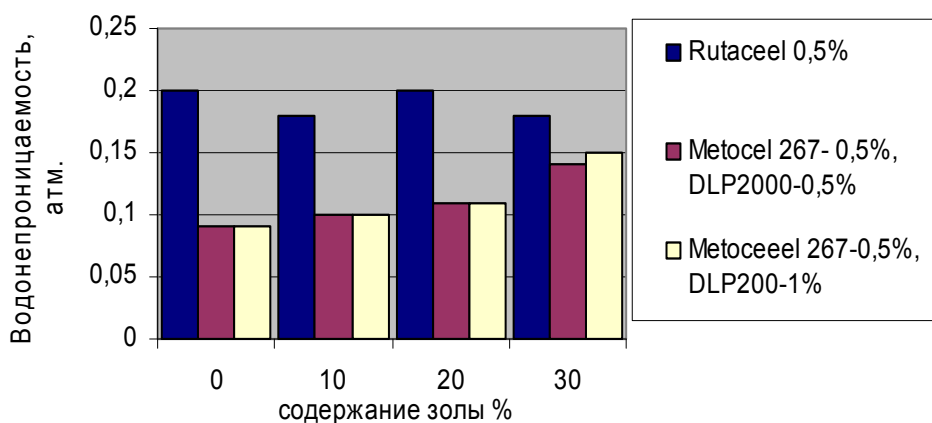


Рисунок 3. Зависимость водонепроницаемости от содержания золы с применением полимерных добавок.

На четвертом графике представлена зависимость водонепроницаемости от содержания добавки Rutaceel, и варьированием между С-3 и микрокремнизем.

Наилучшие значения водонепроницаемости достигаются при применении в качестве добавок микрокремнизем и С-3, с добавкой полиров.

### Значения водонепроницаемости от содержания Rutaceel

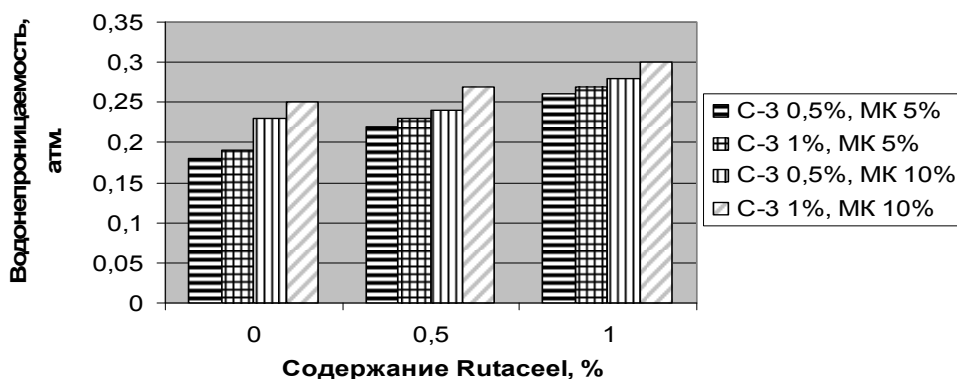


Рисунок 3. Зависимость МК и С-3 на водонепроницаемость.

Регулирование свойств водонепроницаемости сухих строительных смесей можно следующими способами:

1. Введением суперпластификатора позволяет повысить водонепроницаемость от 7 до 11 атмосфер.
2. При использовании полимерных добавок водонепроницаемость повышается до 22 атмосфер.
3. Использованием комбинирований добавки (С-3+МК) позволяет увеличивать водонепроницаемость до 25 атмосфер.
4. Наилучший результат достигается использованием комбинированной добавки (Полимер+С-3+МК).

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТОБЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЯЖУЩИХ

Гончаров С.С., Краснов М.В. – студенты гр. ПСК-11  
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Безгипсовый портландцемент (БГПЦ) обладает рядом положительных свойств: высокая ранняя прочность, способность твердеть при отрицательных температурах, высокая пластичность теста при низких В/Ц. Учитывая быстрый набор прочности после схватывания композиций на основе БГПЦ, представляется целесообразным изучение возможностей производства мелкоштучных строительных изделий по технологии повышенной формооборачиваемости.

Нами были проведены исследования в области производства керамзитобетона на обычном портландцементе (ПЦ) и БГПЦ. В работе использовались клинкеры и ПЦ М-400, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 101.78-85. БГПЦ получали помолом клинкеров с затратами энергии около 100 % от помола этих материалов на ПЦ. Помол осуществлялся в стандартной лабораторной шаровой мельнице с объемом камеры 50 л, количеством шаровой загрузки - 55 кг и измельчаемого клинкера - 5 кг. Замедлитель и ускоритель растворяли в воде затворения. В качестве замедлителя использовались лигносульфанаты технические (ЛСТ), а в качестве ускорителя – сода ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). В качестве заполнителя бетонов использовался песок р. Обь с  $M_{кр}=1,25$ , керамзит насыпной плотностью  $530\text{кг/м}^3$  и прочностью при сдавливании в цилиндре 2,2МПа.

Цементный камень испытывался на прочность в образцах  $2\times 2\times 2$  см из паст с различным В/Ц. Керамзитобетон испытывался в образцах  $10\times 10\times 10$  см, расходом материалов,  $\text{кг/м}^3$ : цемент - 360; песок -470; вода(ПЦ) -251, вода (БГПЦ) - .180.



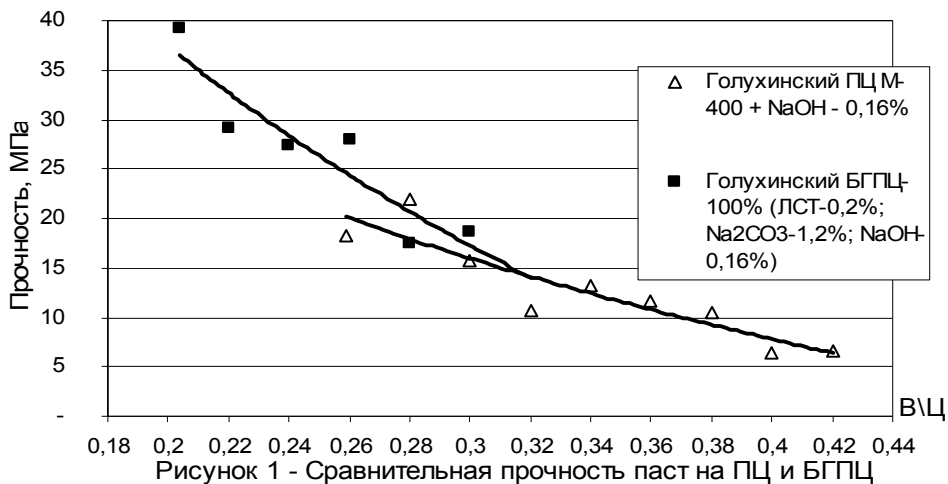


Рисунок 1 - Сравнительная прочность паст на ПЦ и БГПЦ на 1 сутки твердения

Предварительные исследования БГПЦ на указанных клинкерах в тесте нормальной густоты показали, что наилучшими характеристиками обладают БГПЦ на основе замедлителя FM-картана и высокой степени измельчения клинкера (400-600 м<sup>2</sup>/кг). Прочность таких цементов в возрасте 1-3-х суток превышает прочность контроля на основе обычного ПЦ в 2-4 раза.

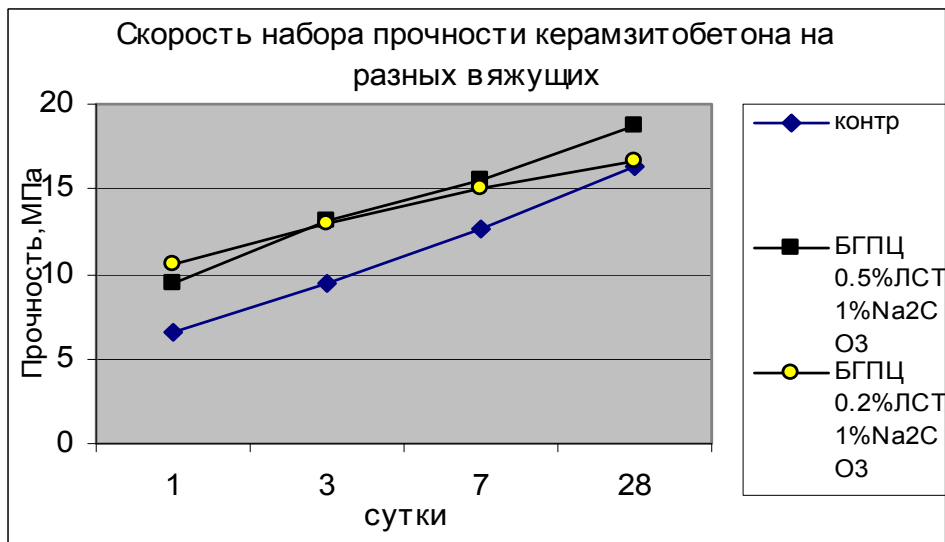


Рисунок 2-Скорость набора прочности керамзитобетона на разных вяжущих

Для изготовления керамзитобетона на основе БГПЦ было необходимо исследовать зависимость интенсивности уменьшения прочности камня от возрастающего В/Ц. Результаты такого эксперимента приведены на рисунке 1.

• Из рисунка 1 можно сделать вывод, что наиболее рациональной областью применения БГПЦ, обеспечивающего высокую подвижность смесей при низком В/Ц, является производство плотных бетонов и растворов с низким В/Ц.

Нами были изготовлены образцы керамзитобетона на разных вяжущих со средней плотностью около 1500 кг/м<sup>3</sup>. Из рисунка 2 видно, что БГПЦ имеет ряд преимуществ при производстве керамзитобетона. Наилучшие результаты показали образцы с содержанием ЛСТ 0,5% и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1%, прочность этих образцов в 28 суточном возрасте выше контроля на 15%. Это достигается пластификацией смеси при добавлении ЛСТ. Также наблюдается более быстрый набор прочности по сравнению с обычным ПЦ.

Таким образом применение БГПЦ для производства керамзитобетона позволит снизить затраты на тепловую обработку изделий, а также уменьшить расход вяжущего для достижения заданной прочности.

## ИЗУЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СВОЙСТВ БЕЗГИПСОВОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С РАЗЛИЧНЫМИ ДОБАВКАМИ

Гулевич А.А. - студент гр. ПСК-31

Научный руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.  
старший преподаватель Хижинкова Е.Ю

Перспективность применения безгипсового портландцемента характеризуется быстрым набором прочности в ранние сроки, способностью твердеть при отрицательных температурах, высокой коррозионной стойкостью, высокой инъекционной способностью, огнеупорностью до 1200°C.

Безгипсовый портландцемент состоит из портландцементного клинкера, замедлителя схватывания, пластификатора и ускорителя твердения. Вместо двуводного гипса в качестве компонента комплексной добавки в состав такого вяжущего вводят технические лигносульфонаты (ЛСТ), выполняющие одновременно роль пластификатора и замедлителя схватывания. Однако существенным недостатком, который не позволяет выпускать цемент в промышленных масштабах является нестабильные свойства ЛСТ представляющие собой продукт переработанных отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Поэтому целью данной работы является исследование влияния различных ЛСТ на свойства безгипсового портландцемента при различных энергиях помола.

В качестве сырьевых материалов использовался клинкер Голухинского цементного завода ОАО «Цемент»з, имеющий следующий химический состав:  $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_3\text{S}$ ) – 60,0 %;  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  ( $\text{C}_2\text{S}$ ) – 17,02 %;  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_3\text{A}$ ) – 7,35%;  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_4\text{AF}$ ) – 13,04 %; технические лигносульфонаты (ЛСТ) различных отходов целлюлозно-бумажной промышленности в количестве 0,5% от массы клинкера; в качестве ускорителя твердения вводилась добавка соды в количестве 1% от массы клинкера. Клинкер помоли с энергией помола 100% и 150%. Различные ЛСТ условно обозначили А, Б, В.

Для испытания из цементного теста нормальной густоты были заформованы образцы-кубики 2х2х2 см, которые твердели в нормальных условиях и испытывались на прочность при сжатии на 1,3,7,28 сутки.

В результате эксперимента было получено, что составы, которые показывали хорошие прочностные свойства по срокам схватывания не удовлетворяют требованиям. Предположительно негативную роль в ЛСТ на свойства оказывают редуцирующие вещества. Для их нейтрализации была выбрана добавка модификатор М позволяющая окислять редуцирующие вещества. В комплексе с ЛСТ добавка М замедляет сроки схватывания, но снижает прочность. В итоге выбрана дозировка М в количестве 5% от массы ЛСТ при которой достигаются оптимальные сроки схватывания и прочность.

При использовании клинкера энергии помола 150% прочность выше, чем при энергии помола 100%.

В отличие от обычного портландцемента водопотребность у безгипсового портландцемента намного ниже. Уменьшение водопотребности способствует образованию однородной плотной микроструктуры камня, пористость уменьшается, что обеспечивает более высокую раннюю прочность цементного камня в отличие от портландцемента. При гидратации цемента образуется мелкокристаллический этtringит и гидрокабоалюминат кальция:  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \rightarrow 3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaCO}_3 \cdot 30\text{H}_2\text{O}$ .

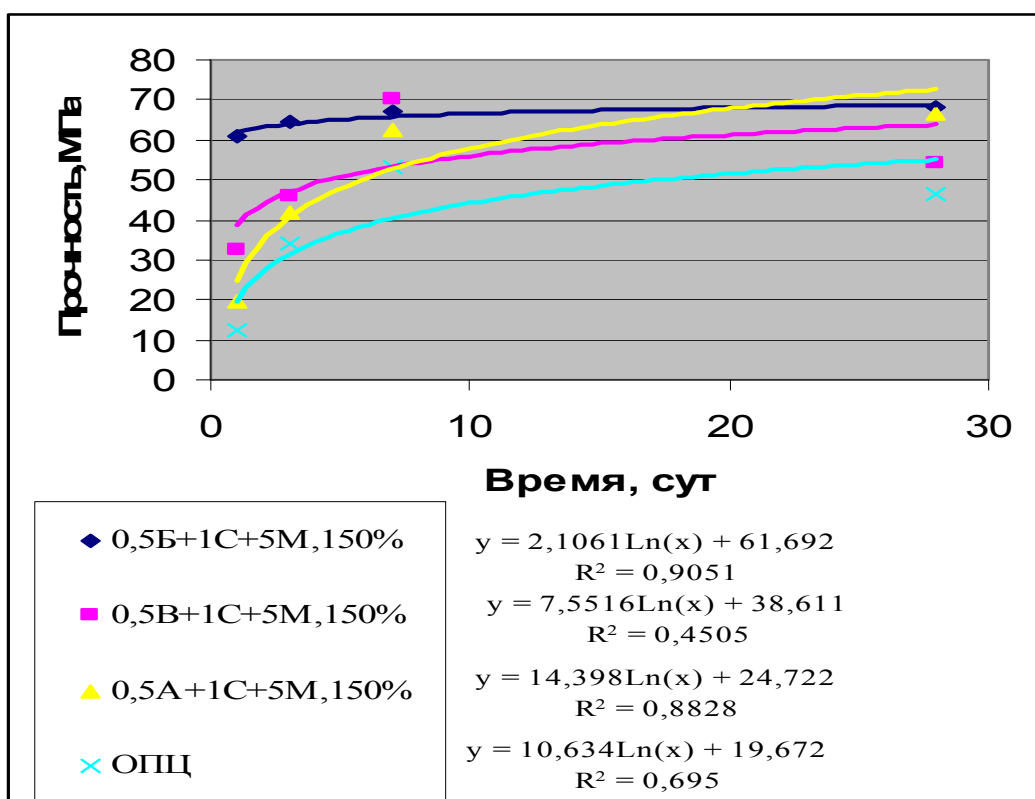


Рисунок 1 Кинетика набора прочности оптимальных условий при энергии помола 150%

## ВЛИЯНИЕ ПРОТИВОМОРОЗНЫХ ДОБАВОК НА ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

Доценко С.В., Животягин И.Н. – студенты гр. ПСК – 31  
 Научный руководитель: профессор, д.т.н. Овчаренко Г.И.  
 старший преподаватель Щукина Ю.В.

Проблемы повышения эффективности строительства в зимних условиях имеет важное значение. Наиболее простым и дешевым из методов зимнего бетонирования является безобогревочный метод, основанный на применении противоморозных добавок. Для ускорения твердения вяжущих в условиях отрицательных температур необходимо уменьшить количество образования льда при замерзании.

В научно-исследовательской работе использовался портландцемент М-400 Д 20 Искитимского цементного завода, высококальциевая электрофильтовая зола Барнаульской ТЭЦ-3, от сжигания бурого угля Канско-Ачинского месторождения, (БУЗ) с содержанием свободной извести около 6%, химические противоморозные добавки: поташ, формиат натрия, нитрит натрия.

Смесь изготавливалась в лабораторных условиях при следующем содержании компонентов: ПЦ – 480, БУЗ – 340, количество воды (с температурой около 50 °С), необходимое для получения нужной текучести смеси, эквивалентно получению газобетона с аналогичным составом (В/Т = 0,37 – 0,4) - 304 мл. Противоморозные добавки вводились с водой затворения в количестве 0,2 – 5% от содержания ПЦ.

Последовательность ввода компонентов: вода – БУЗ – ПЦ. Образцы (2x2x2 см) в формах, завернутых в полиэтиленовую пленку (во избежание переувлажнения опытных образцов) после затворения помещали в пропарочную камеру, где подвергали тепловлажностной обработке (ТВО) по режиму 3 + 6 + 3 час при 60 °С (моделирование саморазогрева газобетона в формах при реальном производстве).

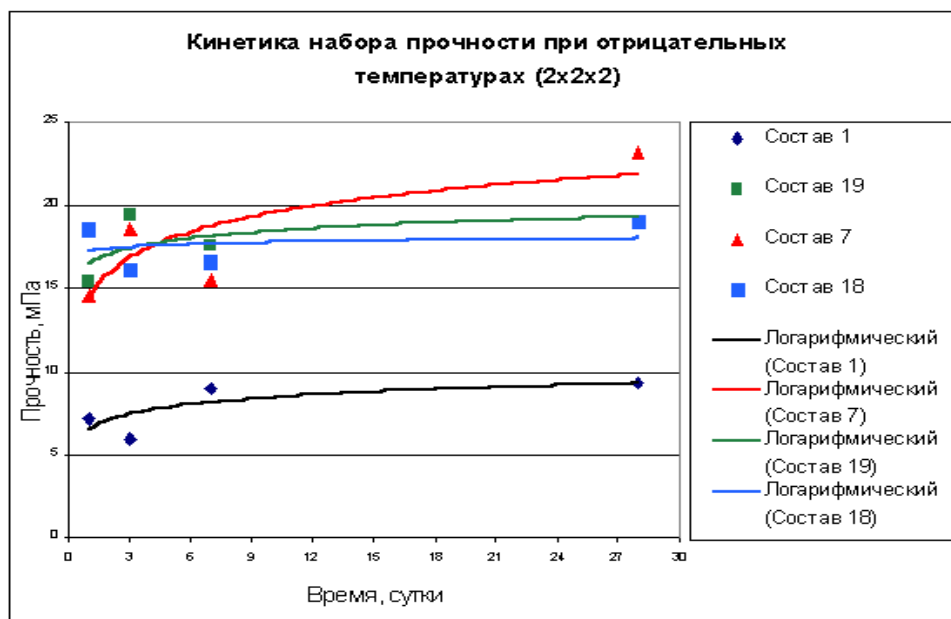


Рисунок 1. Кинетика набора прочности оптимальных составов.

После ТВО часть образцов сразу испытывалась, а другая – помещалась в морозильную камеру с температурой  $-16-18^{\circ}\text{C}$ . После замораживания образцы испытывались на 3-, 7-, 28-ые сутки после предварительной двухчасовой выдержке на воздухе при комнатной температуре. Также часть образцов из морозильной камеры с 7 суток помещалась в условия нормального твердения и испытывалась на 28 сутки

Часть образцов не подвергалась ТВО и набирали прочность в н.у., которые испытываются на 1-, 3-, 7-, 28-ые сутки.

Прочность оптимальных составов приведена на рисунке 1. Как видно из рисунка 1 в составах, содержащих противоморозные добавки, наблюдается значительное превышение прочности по сравнению с контрольным составом без противоморозных добавок (60%ПЦ+40%БУЗ).

Рост прочности такого вяжущего с добавками на морозе превышает среднюю прочность без добавочного состава от 32 до 158% в зависимости от вида и дозировки добавки. Использование таких добавок практически не влияет на прочность образцов по сравнению с контрольным составом, твердевших в н.у. В этом случае прирост прочности составил от 10 до 34%, а в составах с содержанием 0,5% поташа и 0,2% нитрита натрия прочность снизилась на 7%.

При введении в состав 0,3 % и 1 % поташа прочность образцов, твердеющих при отрицательной температуре, превысила контрольный состав в 2 - 2,5 раза (139 % - 258 %) соответственно, а того же состава после 28 суточного нормального твердения – в 1,1 - 1,2 раза (112 % - 120 %) соответственно; образцы твердевшие 7 суток при отрицательной температуре ( $-16 - 18^{\circ}\text{C}$ ), а далее хранившиеся в н.у. по достижению 28 суточного возраста - в 1,5 - 1,25 раза (153 % - 125 %) соответственно (см. рис. 2). Но при этом, следует отметить, что дозировка поташа (0,7 %) менее эффективна - прочность образцов, твердеющих, при отрицательных температурах на 28 сутки повышает прочность на 39% по сравнению с контрольным составом. Процентное содержание поташа 0,5% показывает среднее значение (181%), после твердения при отрицательной температуре по сравнению с другими дозировками поташа.

При введении в состав 1% и 2 % формиата натрия прочность образцов, твердеющих при отрицательной температуре, превысила контрольный состав в 2,5 - 1,9 раза (250 % - 186 %) соответственно, а того же состава после 28 суточного нормального твердения, превышают в 1,3 - 1,2 раза (126 % - 121 %) соответственно; образцы твердевшие 7 суток при отрицательной температуре ( $-16 - 18^{\circ}\text{C}$ ), а далее хранившиеся в н.у. по достижению 28

суточного возраста - в 1,5 раза (150 %) (см. рис. 2). Но при этом, следует отметить, что дозировка формиата натрия (3 %) мало эффективна - прочность образцов, твердеющих, при отрицательных температурах на 28 сутки повышает прочность на 17% по сравнению с контрольным составом. Процентное содержание формиата натрия 4% и 5% показывает среднее значение (133%), после твердения при отрицательной температуре по сравнению с другими его дозировками.

При введении в состав 0,2%, 0,5% и 1% нитрита натрия прочность образцов, твердеющих при отрицательной температуре, превысила контрольный состав в 2 раза (205 %), а 0,3% нитрита – в 1,6 раза (161%) . А прочность тех же составов, твердеющих в н.у. практически не изменилась (возросла на 10%). Образцы, твердевшие 7 суток при отрицательной температуре (- 16 – 18 °С), а далее хранившиеся в н.у. по достижению 28 суточного возраста – в среднем выросла на 20 % (см. рис. 2).

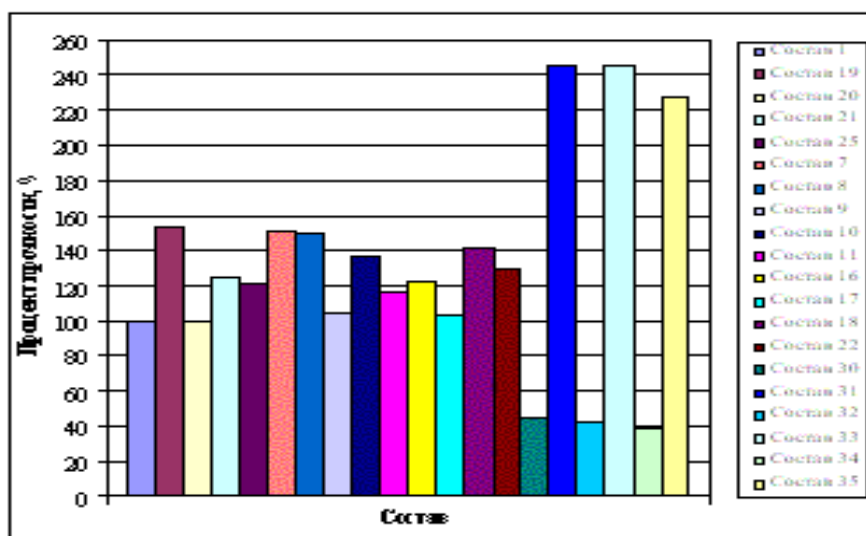


Рисунок 2. Влияние количества противоморозных добавок на прочность образцов, твердевших 7 суток при отрицательных температурах, а остальное время при нормальных условиях

## ВЛИЯНИЕ СУЛЬФАТСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Епанова Н.С, Селина Е.А. - студенты гр. ПСК-31  
Научный руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

В настоящее время добыча топлива осуществляется за счет ресурсов Сибири. И хотя он во многом обусловлен увеличением добычи нефти и газа, удельный вес угля также неуклонно растет, так как сибирские запасы благоприятны для освоения углей.

Ежегодно на электростанциях ОАО "Алтайэнерго" в результате сжигания угля образуется более 400тыс. тонн золы и шлака. Золошлаковая пульпа транспортируется по пульпопроводам на золошлакоотвалы площадью более 200 га, на которых накоплено около 13 млн. тонн золошлаковых отходов (ЗШО). Эксплуатируемые и отработавшие золоотвалы, а также циркулирующая в системах гидрозолоудаления вода являются источниками загрязнения почвы, воды, воздуха. Поэтому использование золы и шлака тепловых электростанций является одним из стратегических путей улучшения природной среды. Кроме того, учитывая прогрессирующий дефицит природных ресурсов, ЗШО имеют перспективу широкого ресурсосберегающего материала, т.к. обладают рядом ценных свойств.

Поэтому целью нашего исследования является влияние введения в портландцемент золы и гипса на нормальную плотность, сроки схватывания, прочность.

При проведении исследования был использован портландцемент М400 Д20 объединения «Искитимцемент» и зола с КЖБИ-2 от сжигания Канско-Ачинских углей. Цемент молотся совместно с золой и гипсом (3% и 5%).

Определялись: нормальная густота, сроки схватывания, предел прочности при сжатии после твердения в нормальных условиях в течении 1, 3, 7, 28 суток, потери при прокаливании, ΔТ, свободный СаО, S уд.

Анализ результатов показал, что введение гипса в золопортландцемент приводит к повышению водопотребности цемента и СаО суммарного, а также к замедлению сроков схватывания (таблица 1), но в сравнении с обычным цементом сроки схватывания происходят быстрее.

Таблица 1 Нормальная густота и сроки схватывания

Состав	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, мин		СаО суммарн.
		начало	конец	
Контроль	27,5	59	185	2,5
Зола 2	21,25	16	46	3
Зола 2+ПЦ	32,5	43	109	3,29
Зола 2+ПЦ+3% гипса	28,75	50	105	3,42
Зола 2 +ПЦ+5% гипса	26,25	54	106	3,68

На графиках показано изменение прочности при сжатии во времени для различных составов зола+цемент. Наибольшее повышение прочности получены при введении в золопортландцемент 5% гипса (рисунок 1).

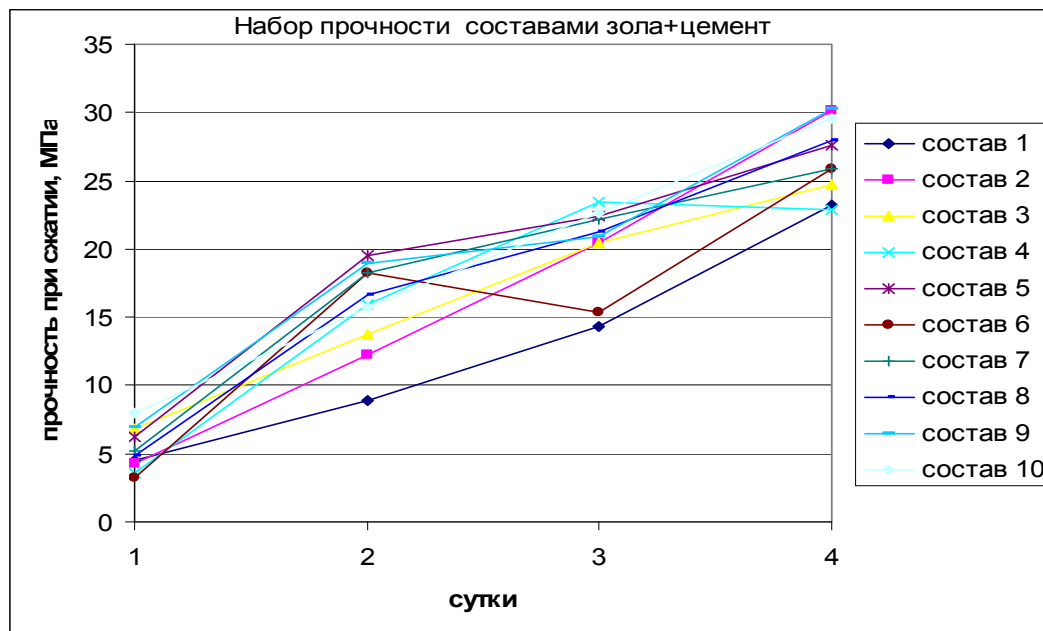


Рисунок 1 Набор прочности составами зола+цемент.

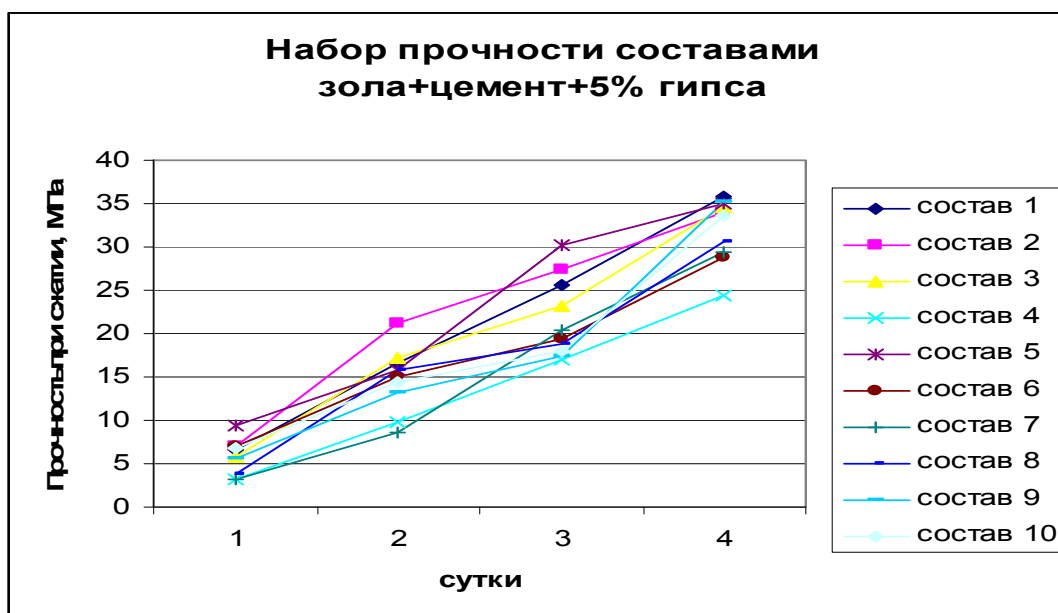


Рисунок 2 Набор прочности составами зола+цемент+5%гипса.

### ВЛИЯНИЕ ЦЕОЛИТОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТА ПРИ ХРАНЕНИИ

**Жданов М.С., Морозов Ю.Н. - студенты гр. ПСК-31;  
Научный руководитель - д.т.н., профессор Овчеренко Г.И.,**

Высокая активность цеолитовых туфов по связыванию извести и гипса в гидратные фазы и полное соответствие требованиям ОСТА на активные минеральные добавки к цементам – все это позволяет надеяться на эффективность использования природных цеолитов в цементах. Но цеолитовое сырье – это всегда полиминеральный материал с разной степенью кристалличности основных и второстепенных фаз, содержащих в тех или иных количествах остатки вулканического стекла. Поэтому, на данном этапе только непосредственный эксперимент может указать наиболее рациональные пути использования природных цеолитов различных месторождений с цементами. [1]

Целью настоящего исследования является увеличение сроков хранения цемента за счет введения цеолитов.

В процессе эксперимента мы использовали цеолиты Сахаптинского и Шивыртуйского месторождений, а также Искитимский цемент со следующими характеристиками: НГ – 27,5%; начало схватывания – 50 мин.; конец – 1ч. 5 мин.; остаток на сите № 008 – 4,6%; прочность при сжатии – 41,2 мПа, что соответствует марки 400. Испытания сырьевых материалов проводились в соответствии с ГОСТом.

Для достижения цели исследования мы использовали 7 составов: один из которых чистый цемент; а шесть других это сухие смеси цемента с цеолитами разных месторождений и с различным содержанием цеолитов в смеси (5, 10, 15% от общей массы). Каждый из составов разделили на две части: одну часть поместили во влажные условия, вторую – в сухие. И в течение 3-х месяцев следили за прочностью при сжатии цеолитцементных вяжущих, замешивая каждый месяц (включая начало) тесто, формул его в кубики (2\*2\*2 см) и после схватывания образцов проверяли их на сжатие. Также мы прослеживали увеличение массы во влажных условиях цемента, цеолитов (Сахаптинского и Шивыртуйского), а также 2-х составов: Цемент + 15% Цеолит Сахаптинский и Цемент + 15% Цеолит Шивыртуйский.

Также мы прослеживали прирост массы цеолитов, цемента и сухой смеси Цемент + 15%(от общей массы) Шивыртуйский (Сахаптинский).

По результатам исследований можно сделать следующие выводы, что составы «Цемент + Цеолиты 15%» меньше подвержены спаду прочности чем чистый цемент, причем это просматривается и в сухих, и во влажных условиях. С увеличением процентного содержания

цеолита Сахаптинского месторождения в сухой смеси с цементом, падение прочности незначительного по сравнению с чистым цементом во влажных условиях. Глядя на изменения массы материалов при хранении в условиях 100% влажности видно, что смесь «Цемент + Цеолит С 15%» со временем впитывает влаги меньше, чем состав «Цемент + Цеолит Ш 15%», что объясняется более высокой пористостью Шивыртуйского цеолита. Поэтому хранение сухих строительных смесей, включающих Шивыртуйский цеолит во влажных условиях нежелательно. Чего не скажешь про цеолит Сахаптинского месторождения, его смесь с цементом незначительно теряет прочность, как в сухих, так и во влажных условиях.

На графике (рисунок 1) видно, что при хранении в условиях 100% влажности цеолиты теряют мало прочности в смеси с цементом, чем чистый цемент, что дает им возможность длительно находиться в местах, где сухие условия обеспечить не удастся. Таким образом добавка цеолита в сухие строительные смеси положительно влияет на их эксплуатационные возможности.

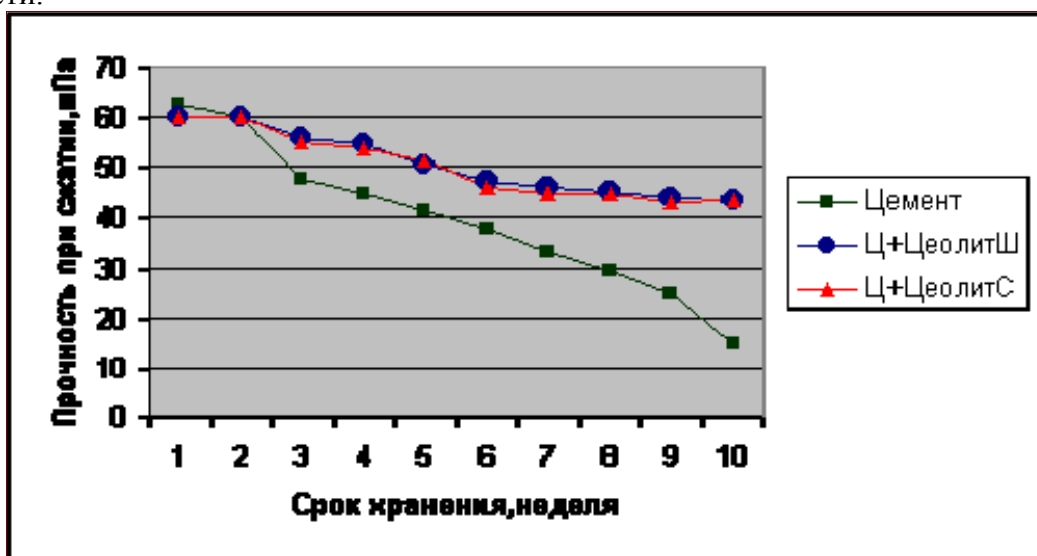


Рисунок 1. Изменение активности сухих строительных смесей с добавкой цеолита в условиях 100% влажности.

#### Литература:

1. Овчаренко Т.И., Свиридов В.Л., Казанцева Л.К. Цеолиты в строительных материалах: Учебное пособие для студентов и аспирантов строительных и химических специальностей / АлтГТУ или И.И. Ползунова, - Барнаул; Издательство АлтГТУ, 2000 – 320 с.

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Выполнили: студенты гр. ПСК-12

Е.В. Корниенко, Г.В. Фоминцева

Руководитель: д.т.н., проф. Г.И. Овчаренко  
старший преподаватель –Хижинкова Е.Ю.

В Западно-Сибирском регионе, как и во всей стране за последние два года стоимость цемента возросла в два и более раз, что заставляет производителей строительных материалов и конструкций искать варианты цементосбережения.

В связи с этим проблема получения смешанных вяжущих в регионе, альтернативных традиционному портландцементу, не теряет своей актуальности. Наиболее перспективным компонентом таких смешанных цементов в Сибири могут являться высококальциевые золы ТЭЦ (ВКЗ) от сжигания бурого угля Канско-Ачинского месторождения.

Однако применение ВКЗ в составе золопортландцемента (ЗПЦ) сопряжено с определенными трудностями: значительными колебаниями их состава и свойств, высоким содержанием в них свободного СаО, приводящим к деструкции материалов. Определение всех



свойств зол достаточно трудоемкий процесс, поэтому некоторые авторы пытались получить статистические зависимости между свойствами зол, ими также показано, что для предупреждения деструктивных явлений в уже сформировавшейся структуре золоцементных вяжущих необходимы различные способы активации ВКЗ или применение добавок, связывающих свободную известь, находящуюся в золе в виде пережога.

В связи с этим нами было проведено испытание десяти проб зол ТЭЦ-3 и ЗПЦ с добавкой гипса, в результате чего были получены одно-, двух и многопараметрические корреляционные зависимости свойств зол и составов. (рисунок1)

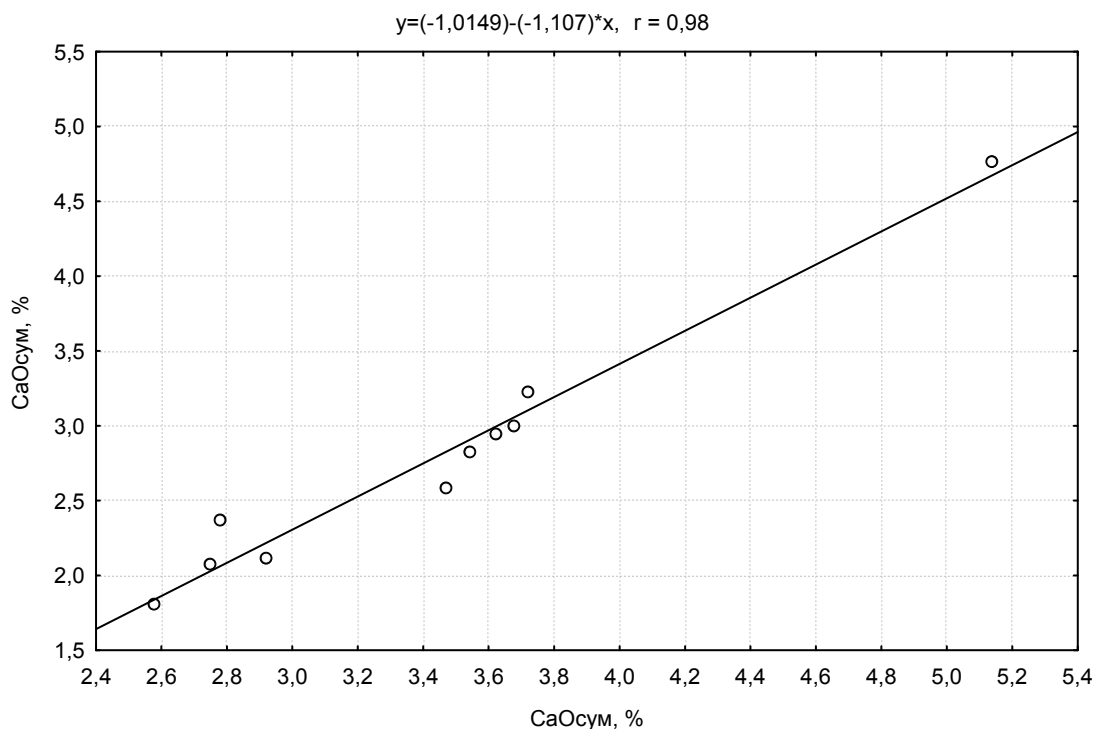


Рисунок 1 - Линейная зависимость значений ЗПЦ с добавкой гипсового камня 5% CaOсум и показателей CaOsum проб зол

В работе были использованы десять проб буроугольной золы Барнаульской ТЭЦ-3 и портландцемент М400 Д20 Искитимского цементного завода, добавка гипсового камня 3 и 5%.

ЗПЦ готовились совместным помолем 65% цемента, 35% буроугольной золы и 3, 5% добавки гипсового камня. Помол осуществляли в стандартной лабораторной шаровой мельнице с объёмом камеры 50 литров, количеством шаровой загрузки 55 кг и измельчаемого ЗПЦ -5 кг. Энергия помола была принята 75% от энергии стандартного помола клинкера и гипсового камня на ПЦ 400 Д20.

Испытания активности ЗПЦ производили в бетоне М 200 при сравнении с контрольным ПЦ. Бетон изготавливали с применением Обского песка с модулем крупности 1.25 и Верх-Катунского щебня из гравия фракции 5-20 мм. Осадка конуса бетонной смеси 3-4 см. Бетон твердел в нормальных условиях и при пропаривании по режиму 3+6+3 ч. при 65 °С.

Анализируя полученные данные можно предложить следующие уравнения регрессии между показателями зол и составов ЗПЦ с добавкой гипсового камня 5%:

$S_{уд} = -0.27 + 1.11 * S_{уд}, \quad r = 0,94; \quad CaO_{сум} = -1.01 + 1.01 * CaO_{сум}, \quad r = 0.98; \quad S_{уд} = -1.29 + 2.6 * CaO_{сум}, \quad r = 0.91; \quad S_{уд} = -1.29 + 2.6 * OСТ, \quad r = 0.91;$

С добавкой гипсового камня 3 %:

$S_{уд} = -1.99 + 1.7 * S_{уд}, \quad r = 0.91; \quad OСТ = 9.83 - 1.31 * CaO_{сум}, \quad r = 0.89.$

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ НА ОСНОВЕ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТА

Карпова И. М. - ст. гр. ПСК-31

Научный руководитель - д. н. т., проф. Козлова В. К.

аспирант Вольф А. А.

Глиноземистый цемент – быстротвердеющее вяжущее, состоящее из низкоосновных алюминатов кальция и получаемое тонким измельчением обожженной до плавления или спекания сырьевой смеси из известняка и бокситов.

Химический состав:  $Al_2O_3$  – 30-50;  $CaO$  – 35-45;  $SiO_2$  – 5-10;  $Fe_2O_3$  – 5-15.

Основные свойства: нормальная плотность – 28%; сроки схватывания: начало – 2ч 13мин, конец – 6ч 38мин; марки – 400.

Достоинства:

- способность быстро набирать прочность (марка определяется через 3 сут по сравнению с портландцементом, у которого марка определяется через 28 сут) [1];

- морозостойкость, водо- и жаростойкость, коррозионная стойкость выше чем у портландцемента;

- высокое тепловыделение дает возможность для зимнего бетонирования, что особенно важно для нашего региона.

Недостатки:

- конверсия при температуре выше  $25^{\circ}C$  (процесс перекристаллизации гексагональных гидроалюминатов кальция ( $CAH_{10}$ ,  $C_2AH_8$ ) в шестиводный кубический гидроалюминат ( $C_3AH_6$ )).

По литературным данным [2] некоторые добавки способны задерживать переход гексагональных гидроалюминатов кальция в кубический, тем самым замедляя конверсию

Для проведения эксперимента использовался глиноземистый цемент марки 400. Также использовались добавки в различных количествах от массы вяжущего.

• Изучено влияние различных добавок на прочность цементного камня на основе глиноземистого цемента при твердении нормальных условиях. Испытание проводилось на образцах-кубиках  $2 \times 2 \times 2$  см.

В результате проведенного эксперимента было показано, что большинство добавок является замедлителями схватывания. Исключение составляет сульфат алюминия и цеолит – они значительно ускоряют начало схватывания. В первом случае ускорение объясняется тем, что образуется большое количество этtringита по реакции:  $Al_2(SO_4)_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2O$ . В то же время для этих составов требуется большее количество воды для гидратации. К 14 суткам состав с сульфатом алюминия дает максимальную прочность, которая несколько снижается в последующие сроки твердения. Состав с добавкой цеолита также дает максимальную прочность к 14 суткам, которая в последующем значительно снижается.

Особый интерес представляет добавка щавелевой кислоты. Она берется в малом количестве (0,1% от массы вяжущего) и дает очень высокую прочность, при чем во все сроки твердения идет нарастание прочности.

При введении добавок двуводного гипса в разных количествах максимальная прочность наблюдается в 14 суток, далее идет небольшое снижение до 28 суток.

Отрицательно действуют на прочность камня на основе глиноземистого цемента добавки фосфата аммония и винной кислоты. В первом случае это характеризуется тем, что соли аммония разрушают структуру камня.

Введение микрокремнезема как добавки в количестве 5% дает высокие конечные прочности, характеризуется умеренными сроками схватывания и низкой водопотребностью, чем обычный глиноземистый цемент.

Положительный эффект был получен на следующих видах добавок: гипс двуводный, щавелевая кислота, микрокремнезем. Результаты представлены на рисунке 1.

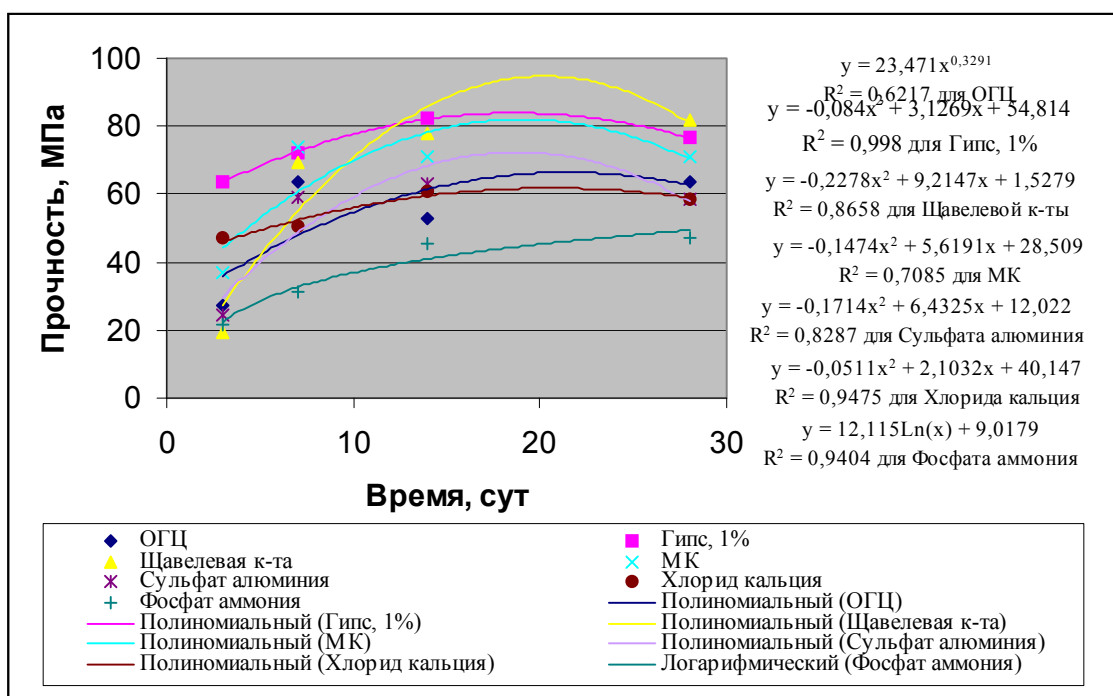


Рисунок 1 – Зависимость прочности от различных добавок

Литература:

- 1 Волженский А. В., Буров Ю. С., Колокольников В. С. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с
- 2 Кравченко И. В. Глиноземистый цемент. – М.: Госстройиздат, 1961. – 176 с

## ВЛИЯНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Кривошеева С.А., Перепелкина Т.Г. – студенты гр. ПСК – 31;  
 Научный руководитель - к.т.н, ст. преподаватель Буйко О.В.

Степень ускорения твердения портландцементного вяжущего в ранний период, а также темпы набора прочности цементного материала в дальнейшем в большой степени зависят от механизма действия добавки - электролита и определяется, главным образом, ее химическим составом. Добавки существенно влияют на процессы, происходящие при твердении цементного вяжущего.

Целью данной работы являлось сравнительное исследование влияния серосодержащих добавок на прочностные характеристики портландцемента.

Исследования проводились на цементе М400Д20 Искитимского ЦЗ, а также на самостоятельно изготовленном портландцементе из клинкера Голухинского ЦЗ с добавлением 5% двуводного гипса. Тонкость помола портландцементов, нормальная густота и сроки схватывания цементного теста, а также предел прочности при изгибе и сжатии, определялись по методикам, регламентированным соответствующими ГОСТами. Тонкость помола цементов заводского и самостоятельно приготовленного составила соответственно – 2329 кг/м<sup>2</sup> и 2243 кг/м<sup>2</sup>; показатели по нормальной густоте составили 27% и 25%; начало схватывания цементов – 1 час. Для изучения прочностных свойств цементных композиций из теста нормальной густоты изготавливались образцы - кубики 2х2х2 см; предел прочности при сжатии определялся на гидравлических прессах.

В работе исследовались как химически чистые, так и являющиеся отходами или сопутствующими продуктами производства добавки.

Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - натрий сернокислый – Бесцветные кристаллы ромбической с плотностью 2,698 кг/м<sup>3</sup>, молекулярным весом 142,04.

K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – калий сернокислый - Белые твердые кристаллы ромбической системы плотностью 2,662 г/см<sup>3</sup> молекулярным весом 174,27.

$K_2CO_3$  – калий углекислый - Белый кристаллический порошок, расплывающийся во влажном воздухе плотностью 2,428 г/см<sup>3</sup> молекулярным весом 138,21. Реактив очень хорошо растворим в воде (52,8% при 20 °С), реакция раствора щелочная.

$BaSO_4$  –барий сернокислый - Снежно-белый порошок, плотностью 4,5 г/см<sup>3</sup> молекулярный вес 233,4. Реактив практически не растворим в воде.

$CaSO_4 \cdot 2H_2O$  – кальций сернокислый (гипс) - Бесцветные кристаллы, плотность 2,96 г/см<sup>3</sup>, молекулярным весом 172,17. Мало растворим в воде

$(NH_4)_2SO_4$  – аммоний сернокислый - Кристаллы бесцветные ромбической системы, плотностью 1,769 г/см<sup>3</sup> молекулярным весом 233,4. Реактив хорошо растворим в воде (43,0% при 20 °С)

$Na_2SO_3$  – сернистокислый натрий – порошок белого цвета плотностью 1,561 г/см<sup>3</sup>, молекулярным весом 252,15, окисляющийся на воздухе.

$Na_2S_2O_3$  - тиосерный натрий

«натуральной добавке - НД» - сульфатсодержащий отход производства.

Полученные результаты по введению добавки в чистом виде показали незначительное изменение В/В отношения, тогда как в сочетании с С-3 необходимое количество воды для затворения было существенно снижено. Добавки в комплексе показали промежуточные результаты. Для примра приведена гистограмма цементной композиции на основе заводского ПЦ с калием сернокислым, благодаря введению которого совместно с С-3 удалось уменьшить В\В отношение в 1,7-2 раза по сравнению с контролем.

По срокам схватывания так же можно сказать, что в сочетании с С-3 добавка - электролит сокращает время до наступления начала схватывания, что характерно для большинства случаев использования других исследовавшихся ускорителей.

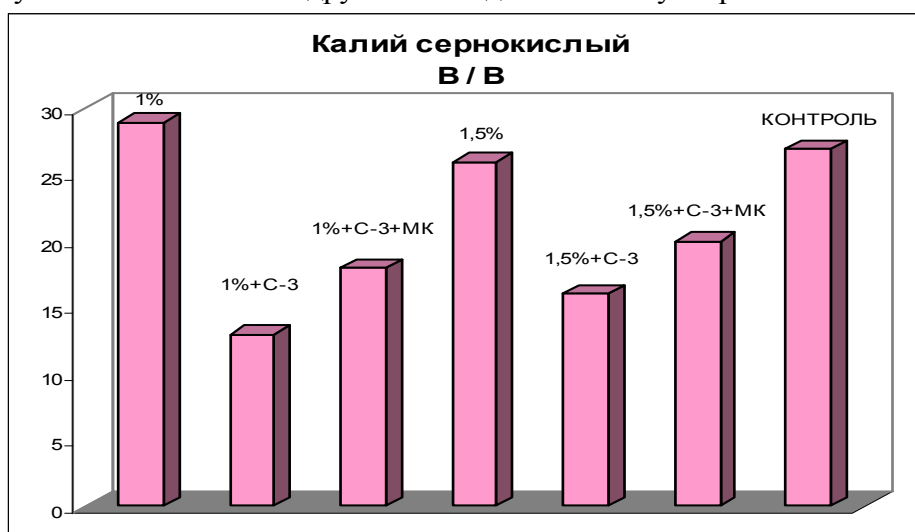


Рисунок 1 – Влияние комплексной добавки на основе сернокислого калия на водовязущее отношение.

Из сравнения прочностных характеристик следует, что введение в цементную систему добавок в чистом виде позволяет улучшить результаты в начальные сроки твердения, а в сочетании с комплексом, состоящим из микрокремнезема и суперпластификатора, и в последующие.

Качество вяжущего на котором проводился эксперимент, также влияет на полученные результаты, т. е. прочность полученная на основе ПЦ Искитимского ЦЗ превысила показатели на основе ПЦ изготовленного из клинкера Голухинского ЦЗ с добавлением 5% двуводного гипса.

По итогам проведенной работы можно сделать вывод, что для увеличения прочностей портландцементных систем целесообразнее применять серосодержащие добавки, такие как сульфаты натрия и бария, совместно с суперпластификатором и микрокремнеземом – в комплексе.

## ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗГИПСОВОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ ЛСТ И АКТИВИЗАТОРОВ ТВЕРДЕНИЯ

Аладинский П.В., Кириенко Н.Н. – студенты гр. ПСК-11;  
 Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Безгипсовые цементы можно определить как систему молотый портландцементный клинкер - пластификатор - замедлитель схватывания - ускоритель твердения - вода. Данный портландцемент отличается от рядовых следующими свойствами: обладает хорошей обрабатываемостью при пониженном В/Ц, низкой пористостью затвердевшего камня, высокой прочностью на начальных и конечных этапах твердения.

В данной работе исследовались свойства БГПЦ с добавкой ЛСТ в количестве 0,5% от массы вяжущего в качестве пластификатора-замедлителя и добавками поташа и соды, в качестве активизаторов твердения цемента в различных концентрациях (1-8%). Изучались свойства таких бетонов твердеющих при отрицательной температуре и в нормальных условиях. Кроме того исследовалось влияние дополнительного домола цемента на прочностные характеристики этих бетонов (энергия помола 100 и 200% от энергии помола клинкера на обычный цемент). Изучались свойства цементов наиболее распространенных на Барнаульском рынке (Голухинского и Искитимского цементных заводов). Результаты исследований показали эффективность добавок, как в зимних условиях, так и в нормальных. Так состав с энергией помола цемента 200% и добавкой поташа в количестве 4% от вяжущего показал марочную прочность уже на первые сутки и в последствии значительно превысил проектную прочность, это хорошо видно на рисунке 1.

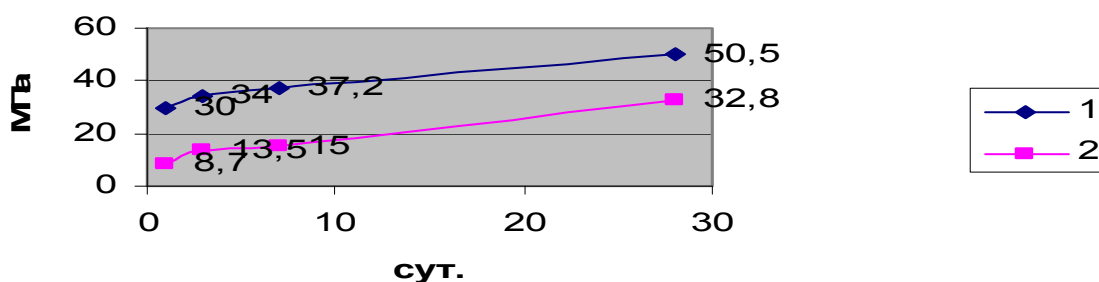


Рисунок 1 - Показатели прочности бетонов: 1) на БГПЦ с добавкой ЛСТ 0,5%, поташа 4% и энергией помола 200%; 2) на голухинском ПЦ М400

На рисунке 2 наглядно видно преимущество БГПЦ перед рядовым ПЦ в зимних условиях бетонирования.

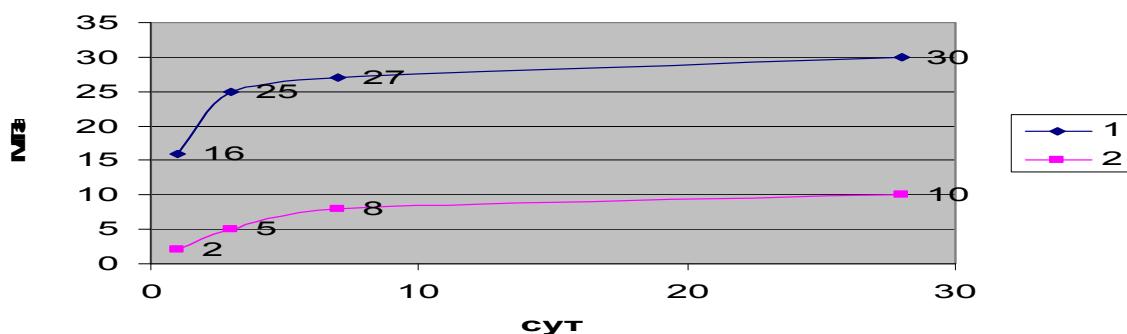


Рисунок 2 – Показатели прочности бетонов при T<0: 1)на БГПЦ с добавками ЛСТ 0,5% и поташа 4%; 2) на Голухинском ПЦ М400 с добавкой Поташа 0,5%

**Выводы.** Проведя ряд испытаний мы пришли к выводу что бетоны исследуемых составов позволяют перейти на беспропарочную технологию изготовления ЖБИ, кроме того такие бетоны при отрицательной температуре к 28 дневному сроку способны достигать марочной прочности без применения к ним специальных мероприятий по ускорению процесса твердения.

## ВЛИЯНИЕ ВОДЫ ЗАТВОРЕНИЯ, НАСЫЩЕННОЙ УГЛЕКИСЛОТОЙ, НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Кузнецова М.В., Сорокина В.Е. – студенты гр.ПСК-31;  
Научный руководитель - д.т.н., профессор Козлова В.К.  
аспирант Сёмин Д.С.

В настоящее время изготовление бетонов различного назначения производится с использованием добавок: ускоряющих набор прочности, противоморозных, добавок, повышающих долговечность и других. Одним из показателей долговечности является карбонизационная стойкость бетонов.

Поэтому целью нашего исследования является изучение влияния затворения цемента водой, насыщенной углекислым газом, на нормальную плотность, сроки схватывания, прочность и карбонизационную стойкость.

При проведении исследования был использован портландцемент М400 Д20 объединения «Искитимцемент». Цемент затворялся обычной водой (контрольный состав) и водой, насыщенной углекислым газом, находящейся под давлением 0,4 МПа в течении 20, 30, 40 минут. Кроме того, для затворения была использована газированная вода с содержанием углекислоты около 0,5 %.

Определялись: нормальная плотность, сроки схватывания, предел прочности при сжатии после твердения в нормальных условиях в течении 1, 3, 7, 14, 28 суток, количество поглощенной углекислоты.

Анализ результатов показал, что насыщение воды затворения углекислотой приводит к снижению водопотребности цемента, а также к замедлению сроков схватывания (таблица 1).

Таблица 1 Нормальная плотность и сроки схватывания

Состав	Нормальная плотность, %	Сроки схватывания, мин
Контроль	27.5	110
Карб. 20 мин.	26.25	130
Карб. 30 мин.	25.75	155
Карб. 40 мин.	24.5	180

На графиках показано изменение прочности при сжатии во времени для различных составов. Насыщение воды углекислотой в течение 20, 30, 40 минут приводит к повышению 28-ми суточной прочности цементного камня. Наибольшее повышение прочности получены при затворении цемента рыночной газированной водой (рисунок 1).

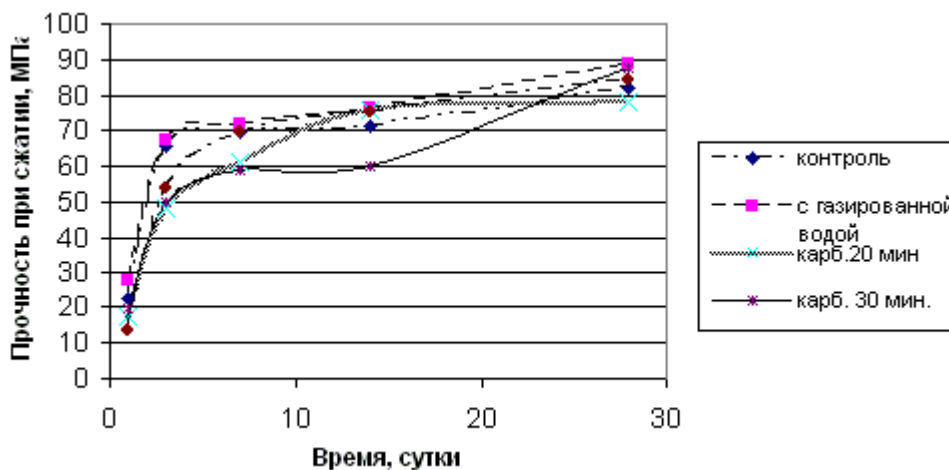


Рисунок 1 Зависимость прочности при сжатии от времени твердения

Все составы цементного были подвержены принудительной карбонизации под давлением 0,4 МПа.

Сравнение количества связанной углекислоты показывает, что с увеличением времени карбонизации воды снижается масса поглощенного  $\text{CO}_2$  в процессе карбонизации, т. е. цементный камень становится наиболее стоек к углекислотной коррозии (рисунок 2).

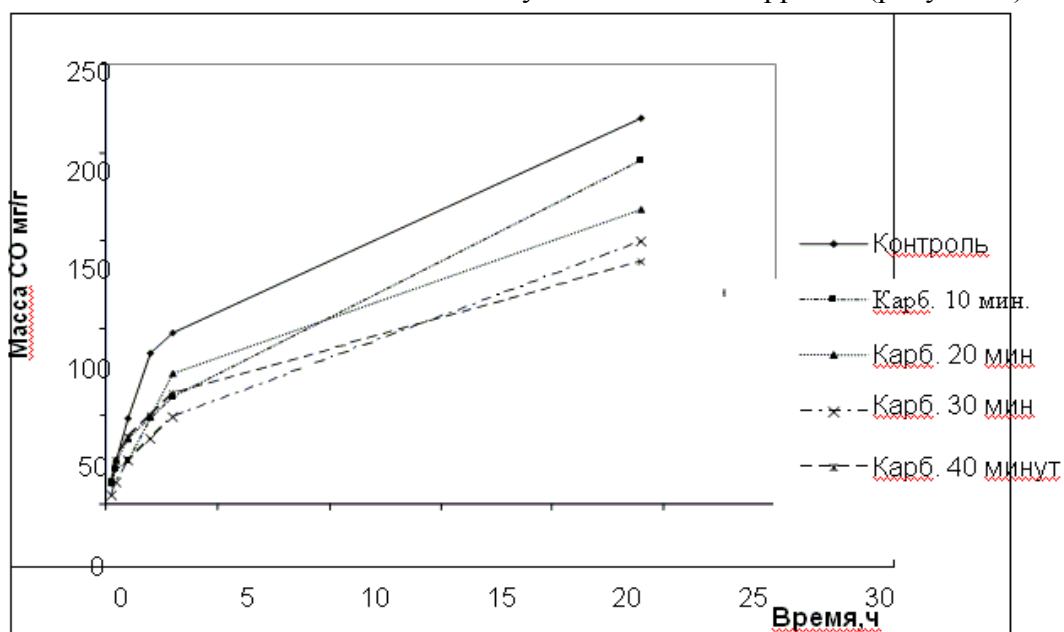


Рисунок 2 Зависимость массы поглощенного  $\text{CO}_2$  от времени карбонизации

## ПОВЫШЕНИЕ ВОДОСТОЙКОСТИ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА

Потапова Е.П., Чуева А.В - студенты гр. ПСК-31  
Научный руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И

Как промышленный продукт растворимое стекло получило практическое значение только в первой половине XIX века, хотя известно было еще в средние века. В настоящее время растворимое стекло широко применяется в химической, машиностроительной, мыловаренной, жировой, бумажной промышленности. В строительстве оно используется для укрепления грунтов, силикатизации дорог, изготовления кислотоупорных цементов и бетонов, антикоррозионных и огнезащитных обмазок, силикатных красок и т. п.

Под растворимыми стеклами понимают твердые водорастворимые стекловидные силикаты натрия, калия и лития. Получают растворимые стекла сплавлением кремнезема со щелочными компонентами (содой, поташом и др.) по технологии силикатных стекол. Растворимые стекла являются исходными материалами для производства некоторых видов жидкого стекла, хотя в отдельных случаях они могут применяться (обычно в тонкоизмельченном виде) самостоятельно. Все выпускаемые растворимые стекла характеризуются модулем, то есть величиной молекулярного отношения  $\text{SiO}_2$  к щелочным оксидам. Обычно используется растворимое стекло с модулем 2,5—3,0.

Жидкое стекло является эффективным вяжущим материалом. Однако, низкая водостойкость не позволяет найти широкое применение этого вяжущего в строительной технологии.

Тем не менее, за последние годы появился ряд технологий и материалов на основе жидкого стекла, обладающих высокой водостойкостью. Как сообщается, это стало возможно в результате реализации золь-гельтехнологии применительно к этому материалу. Это позволяет получить жидкостекольные водостойкие материалы. Одним из таких материалов является водостойкая древесностружечная плита, широко используемая в строительстве в

европейских странах. Отличительной особенностью таких плит является очень низкая набухаемость (менее 1%) при длительном выдерживании в воде.

Актуальность нашей работы обусловлена необходимостью получения новых вяжущих материалов, введения новых технологий в промышленность.

Целью исследования являлось повышение водостойкости вяжущих на основе жидкого стекла и предложения по их использованию.

В качестве задач исследования были следующие:

1. исследование влияния различного содержания микрокремнезема на водостойкость вяжущих на жидком стекле;
2. исследование влияния различного содержания цеолитов на водостойкость вяжущих на основе жидкого стекла;
3. сравнение водостойкости различных составов вяжущих на основе жидкого стекла и водостойкости контрольных образцов, определяемой посредством нахождения коэффициента размягчения.

В работе применялось стекло натриевое жидкое, микрокремнезем (МК), песок речной с поймы реки Оби, природный цеолитовый туф Шивыртуйского месторождения, портландцемент (ПЦ) Голухинского цементного завода. В первом случае формовались образцы - цилиндры, диаметром 30 мм и высотой 30мм, под давлением 20кН в пресс-форме из смеси песка и вяжущего (жидкое стекло + МК или цеолиты в различных соотношениях).

Во втором – наилучший подобранный состав вводился как добавка к ОПЦ в различном процентном соотношении. Испытания проводились на образцах – кубиках с размером ребра 2х2х2 см. Твердение образцов происходило в нормальных условиях или при ТВО.

Результаты исследований, приведенные на рис. 1, показали, что введение в жидкое стекло микрокремнезема позволяет для оптимальных составов достичь высоких значений коэффициента размягчения (0,8-0,9) в ранние сроки (1-3 суток) пребывания в воде. Однако, это лишь оттягивает размягчение составов на основе МК на сроки более 30-40 суток, но принципиально не позволяет получить водостойкое вяжущее.

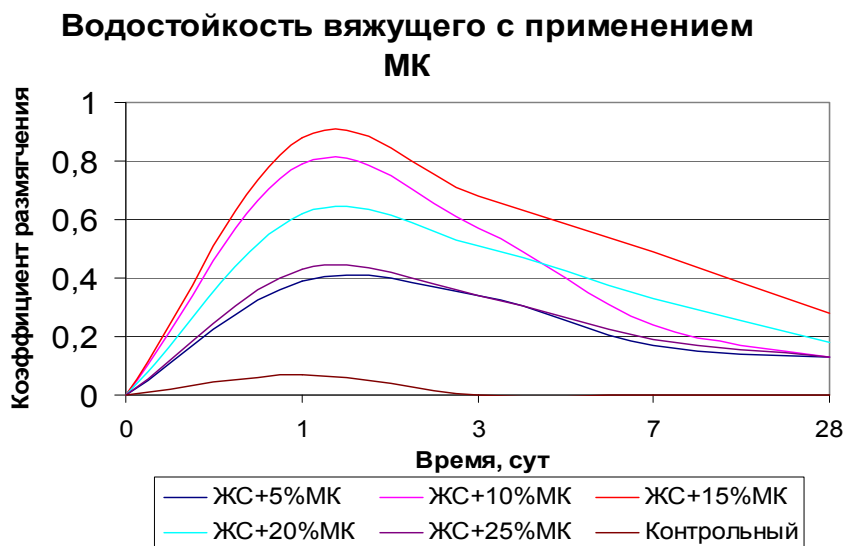


Рисунок 1. Зависимость коэффициента размягчения от времени пребывания в воде.

Сравнительные составы с цеолитовыми туфами показали аналогичные результаты при меньших значениях коэффициента размягчения.

Исследование влияния вяжущего на основе жидкого стекла в качестве добавки на характеристики цемента было основано на ранее полученных результатах. В дальнейшей работе был использован состав “жидкое стекло+15%МК”.

Анализируя результаты при сравнении с ОПЦ при Н.У. и ТВО, были сделаны следующие выводы:



- применение полученного вяжущего в количестве 5% и 10% позволяет получить быстротвердеющий цемент более высоких марок;
- наилучший результат достигнут при введении в ПЦ 10% вяжущего;
- применение ТВО эффективно и позволяет увеличивать показатели прочности в начальные сроки твердения;
- введение в ПЦ 15% вяжущего снижает показатели прочности; применение ТВО в этом случае не эффективно.

### Зависимость прочности цементных составов от времени при твердении в Н.У.

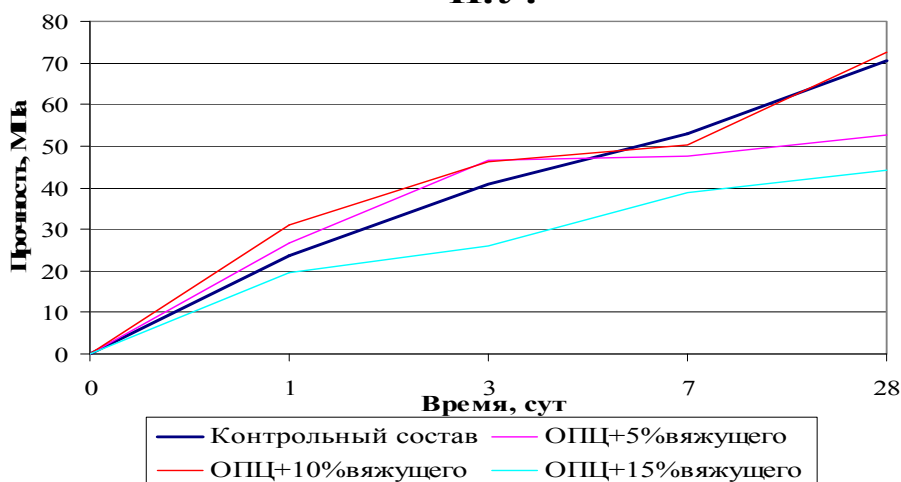


Рисунок 2. Зависимость прочности от времени твердения в нормальных условиях.

### Зависимость прочности цементных составов от времени твердения при ТВО

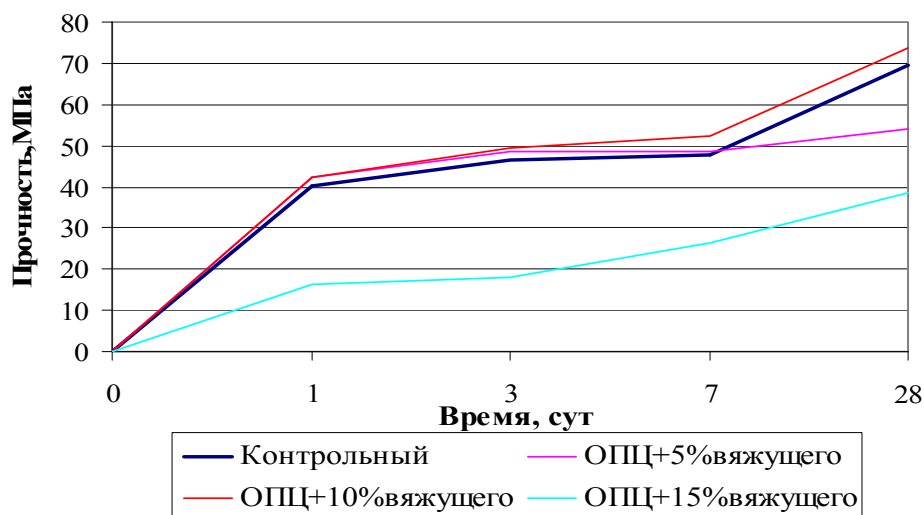


Рисунок 3. Зависимость прочности от времени твердения составов, прошедших ТВО.

По результатам проведенной работы нами могут быть предложены следующие способы использования системы “жидкое стекло+МК”: как добавка к ПЦ с целью повышения прочности пластифицирующих растворов, или как материал, предназначенный для использования в условиях, подвергающихся периодическому увлажнению не больше семи суток .

## ТВЕРДЕНИЕ ГАЗОБЕТОНА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Селютина А.В., Эйсер О.Я. – студенты гр. ПСК-11

Руководители: д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.,

Щукина Ю.В., ст. преподаватель.

В связи с ужесточением требований по теплозащите зданий и сооружений, в последние годы низкое распространение получило производство ячеистобетонных стеновых блоков. Такие производства часто организуются методом литья в индивидуальные формы не по резательной технологии в целях с относительной большой производственной площадью.

Отопление больших площадей значительно ухудшает экономические показатели производства. Поэтому актуальной становится задача выбора химических добавок, обеспечивающих твердение газобетона в цехах с низкой и отрицательной температурой.

В работе использовался портландцемент ПЦ М-400 Д 20 Искитимского цементного завода, высококальциевая электрофильтовая зола Барнаульской ТЭЦ-3 от сжигания бурого угля Канско-Ачинского месторождения (БУЗ) с содержанием свободной извести около 6%, химические противоморозные добавки  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , формиат натрия, а также алюминиевая пудра ПАП-1 и ПАВ в виде стирального порошка.

Ячеистобетонная для газобетона плотностью 700–750  $\text{кг}/\text{м}^3$  смесь изготавливалась в лабораторных условиях при следующем содержании компонентов ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ): ПЦ – 345, БУЗ – 330, А1-пудра – 0,5–0,7, вода с температурой 45–50 °С – 275. Противоморозные добавки в водились с водой затворения в количестве 0,2–5 % от содержания ПЦ.

Последовательность ввода компонентов: вода – БУЗ – ПЦ – алюминиевая суспензия. Вспученные образцы в формах, завернутых в полиэтиленовую пленку через 1,5 – 2 часа после заливки помещали в пропарочную камеру, где подвергали обработке по режиму 3 + 6 + 3 час при 60 °С (моделирование саморазогрева изделий в формах при реальном производстве).

После таковой тепловой обработки образцы сразу помещали в морозильную камеру с температурой – 16–18 °С, где они продолжили находиться в течение 28 суток.

Часть образцов не пропаривалась, и твердели в нормальных условиях под пленкой при 18–20 °С.

Большинство из использованных добавок обеспечили хорошее вспучивание и последующее твердение бетона на морозе. Прочность бетонов оптимальных составов приведена на рисунках 1 и 2.

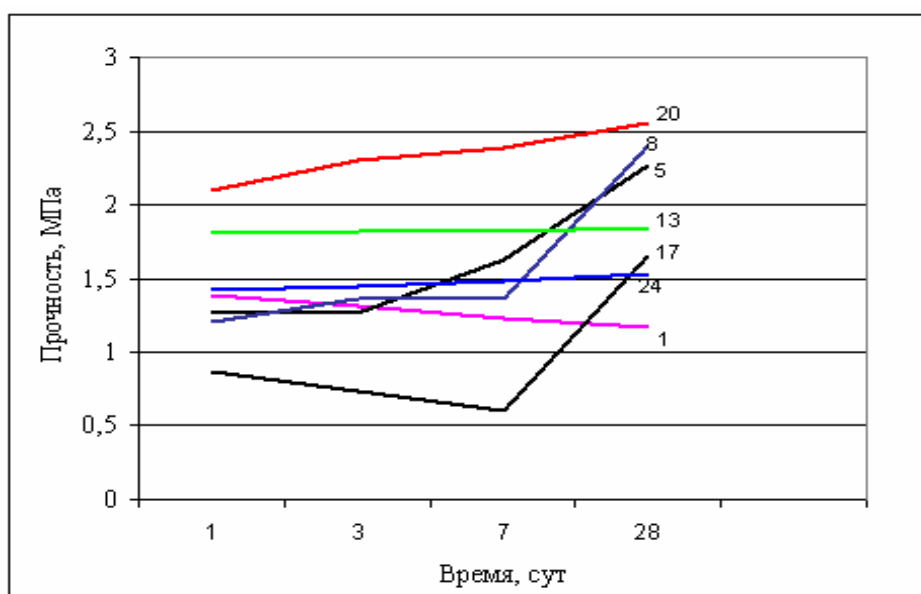


Рисунок 1 — Кинетика набора прочности при отрицательных температурах газобетона D 700 с оптимальными дозировками добавок: 1 – ПЦ; 5 –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  13 –  $\text{NaCl}$ , 17 –  $\text{NaNO}_2$ , 20 –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 24 -  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Как видно из рисунка 1 все добавки обеспечили более высокий прирост прочности газобетона при его твердении на морозе по сравнению с контролем. При этом прирост прочности в порядке его уменьшения показали:  $K_2CO_3$ , формиат натрия,  $Na_2SO_4$ ,  $NaCl$ ,  $NaNO_2$ ,  $CO(NH_2)_2$ .

Рост прочности газобетона с добавками на морозе превышает среднюю прочность бездобавочного состава от 30 до 200 % в зависимости от вида добавки.

Использование таких добавок положительно влияет и на прочность газобетона, твердевшего и при нормальных условиях (рисунок 2). В этом случае прирост прочности составил 11 – 43 %.

Не смотря на то, что поташ обеспечивает лучшее твердение на морозе, его добавки отрицательно влияет на вспучивание массива из-за быстрого схватывания. Но такие добавки как сульфат и формиат натрия обеспечивают высокий комплекс свойств на всех технологических пределах.

Таким образом, определен ряд эффективности противоморозных добавок для неавтоклавного газобетона на высококальциевой золе. Найденные добавки позволяют обеспечить твердение бетона при морозе в 16-18 ° С, что облегчает производство и применение газобетона в условиях Сибири.

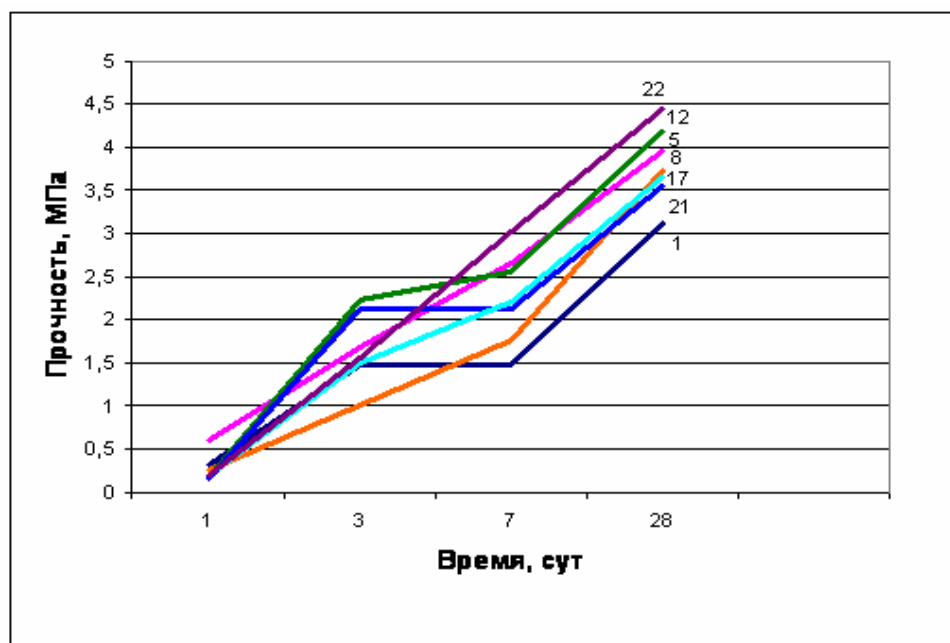


Рисунок 2 — Кинетика набора прочности в нормальных условиях твердения газобетона D 700 с оптимальными дозировками добавок: 1 – ПЦ; 5 –  $Na_2SO_4$  13 –  $NaCl$ , 17 –  $NaNO_2$ , 20 –  $K_2CO_3$ , 24 -  $CO(NH_2)_2$

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЕТОНОВ НА ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОМ ВЯЖУЩЕМ С РАЗЛИЧНЫМИ АКТИВНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

Ланг А.В., Москалёв А.В. - студенты гр. ПСК-12  
Научный руководитель - д.т.н, профессор Овчаренко Г.И.  
старший преподаватель Хижинкова Е.Ю.

В Западно-Сибирском регионе как и во всей стране за последние два года стоимость цемента возросла в два и более раз, что заставляет производителей строительных материалов (СМ) и конструкций искать варианты цементосбережения.

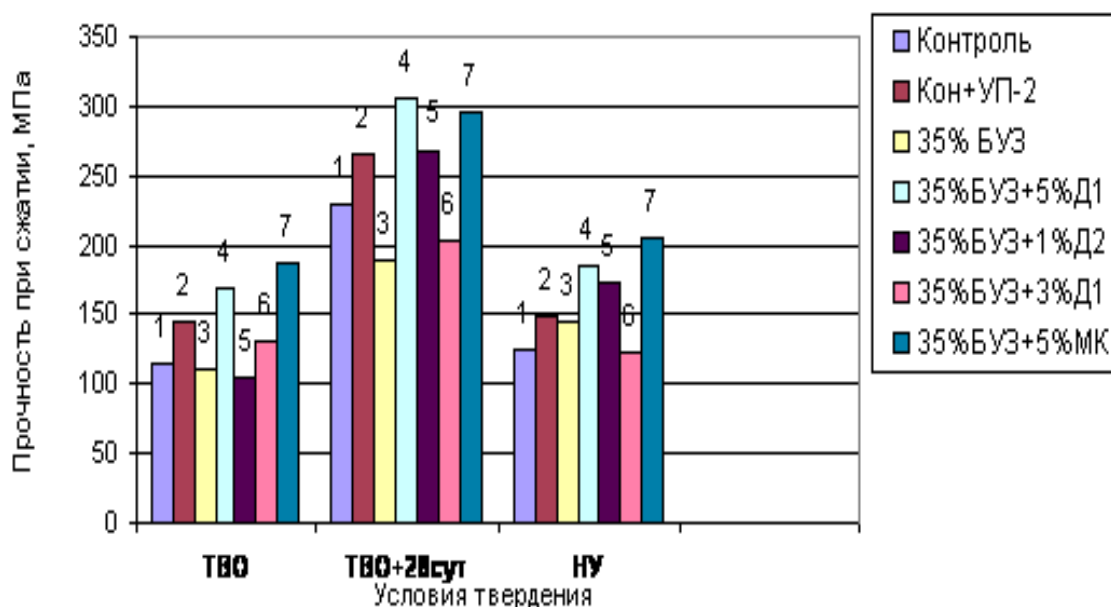
Одним из эффективных путей экономии цемента в условиях заводов железобетонных изделий (ЗЖБИ) может являться производство золопортландцемента (ЗПЦ), а как известно это особенно эффективно при использовании высококальциевых зол (ВКЗ). Предыдущими

исследованиями в Алтайском Государственном Техническом Университете (АлтГТУ) была показана такая эффективность ([1] Патрахина) при использовании зол от сжигания углей Канско-Ачинского бассейна (КАБ). В данной публикации приводятся данные о влиянии добавок на свойства таких ЗПЦ.

В работе использовались цемент Искитимского завода ПЦ 400 Д20, три пробы ВКЗ от сжигания углей КАБ на Барнаульской ТЭЦ-3 (табл 1), минеральные добавки в виде микрокремнезёма (МК) и химических соединений, в том числе ускорителя-пластификатора «Универсал-П2»

ЗПЦ готовились совместным помолом цемента, 35% буроугольной золы и 1-5 % соответствующих добавок. Помол осуществляли в стандартной лабораторной шаровой мельнице с объёмом камеры 50 литров, количеством шаровой загрузки 55 кг и измельчаемого ЗПЦ -5 кг. Энергия помола была принята 75% от общей энергии помола клинкера и гипсового камня того же завода на стандартной ПЦ 400 Д20.

Испытания активности ЗПЦ производили в бетоне М 200 при сравнении с контрольным ПЦ. Бетон изготавливали из Верх- Катунского щебня из гравия фракции 5-20 мм., обычного песка с модулем крупности 1.25. Осадка конуса бетонной смеси 3-4 см. Бетон твердел в нормальных условиях и при пропаривании по режиму 3+6+3 ч. при 65°С. В отдельные контрольные составы вводили « Универсал – П2».



1-Контроль; 2- Контроль+ УП-2; 3- 35% БУЗ; 4- 35% БУЗ+5%D1; 5-35%БУЗ+1%D2  
6-35%БУЗ+3%D1; 7-35%БУЗ+5%МК

Д1,Д2-химические добавки

Рисунок 1 - Зависимость прочности бетона при сжатии от условий твердения

Как видно из гистограммы, бетонные образцы твердеющие при ТВО, а после в нормальных условиях показывают наибольшую прочность при сжатии. Образцы, твердеющие в нормальных условиях имеют незначительные расхождения в прочности на сжатие с образцами того же состава твердевших при ТВО.

Таким образом, заменяя часть цемента ВКЗ, мы не только получаем более дешёвое вяжущее, но и бетон из него с высокими прочностными свойствами. Бетон, полученный на ЗПЦ с различными химическими добавками не уступает бетону, полученному на обычном бездобавочном цементе.

## ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩИЕ СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ

Выполнили: студенты группы ПСК-12

Корниенко Е.В., Фоминцева Г.В.

Руководитель: д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

В настоящих условиях, как показывает зарубежный опыт исследования и производственное апробирование, в том числе и работы отечественных производителей, на строительных объектах отдают предпочтение использованию сухих смесей.

По сравнению с растворами, приготовленными непосредственно на строительном объекте, или с растворами заводского изготовления модифицированные сухие смеси значительно повышают качество и уровень строительных работ за счет стабильности составов и эффективного смешения; повышают в 1,5-3 раза производительность труда в зависимости от вида работ и механизации; снижают в 3-4 раза материалоемкость работ; упрощают снабженческие и складские операции.

Сухая строительная смесь - это приготовленный в заводских условиях, строго дозированный в соответствии с рецептом набор ингредиентов, который составлен для возможности выполнения определенного вида строительных и ремонтных работ.

В современном производстве в сухие строительные смеси добавляют три основных компонента: вяжущие, наполнитель и химические добавки.

Целью работы является увеличение сроков хранения сухих строительных смесей и снижение энергозатрат при их производстве за счет введения цеолитов.

Задачи:

1. Изучение влияния цеолитов на сроки хранения цементных и гипсовых сухих строительных смесей.

2. Разработка оптимальных составов и технологии производства цеолитсодержащих сухих смесей.

В данной работе в качестве сырьевых материалов использовались: портландцемент М400 Д20 Искитимского цементного завода, природный песок р. Обь с  $M_k=1,25$ , цеолитовые туфы Сахатинского и Шивыртуйского месторождений, в качестве добавок использовались латекс и метилцеллюлоза.

Хранение в условиях повышенной влажности отрицательно сказывается на строительных свойствах сухих смесей – вяжущее в составе смеси теряет свои первоначальные свойства. Помимо повышения отпускной влажности сухих смесей с цеолитами, их введение позволяет увеличить сроки хранения смесей во влажных условиях без ухудшения свойств. Цеолиты определяются как каркасные водные алюмосиликаты, в структуре которых имеются полости, занятые катионами различных элементов и молекулами воды, способными относительно свободно удаляться и вновь поглощаться при определенных условиях. Это и обеспечивает ионный обмен и обратимую дегидратацию цеолитов. Из литературных источников известно, что благодаря особенностям структуры цеолитовых минералов, они способны сорбировать влагу.

Цеолитовые туфы добавлялись в состав сухих строительных смесей в количестве 5, 10 и 15 % от общей массы. Дальнейшее увеличение количества цеолита нецелесообразно, т.к. приводит к ухудшению свойств из-за возрастания водопотребности смеси. Оптимальным был выбран состав сухой смеси с добавлением 15 % цеолитового туфа.

По результатам (рисунок 1,2) испытаний видно, что добавление цеолитов в сухие смеси помогает снизить потери прочности при сжатии и изгибе со временем хранения, хотя добавление цеолитов несколько снижает первоначальную прочность. Но затем у сухих смесей с цеолитом прочностные показатели со временем хранения снижаются незначительно и в итоге оказываются выше, чем у смесей без цеолитов.

По результатам испытаний адгезии у сухих смесей (рисунок 3) видно, что при добавлении цеолитов в состав сухих смесей значения адгезии с увеличением сроков хранения уменьшаются, но незначительно по сравнению со смесями без добавления цеолита.

Также заметно, что при добавлении Шивыртуйского цеолита начальные значения адгезии выше, чем при добавлении Сахаптинского цеолита.

Результаты по испытаниям сухих смесей на отрыв аналогичны результатам испытаний на адгезию, т.е. при введении цеолитов значения отрыва у сухих смесей через 6 месяцев хранения в условиях 100 % влажности оказываются выше, чем у сухих смесей без цеолитов.

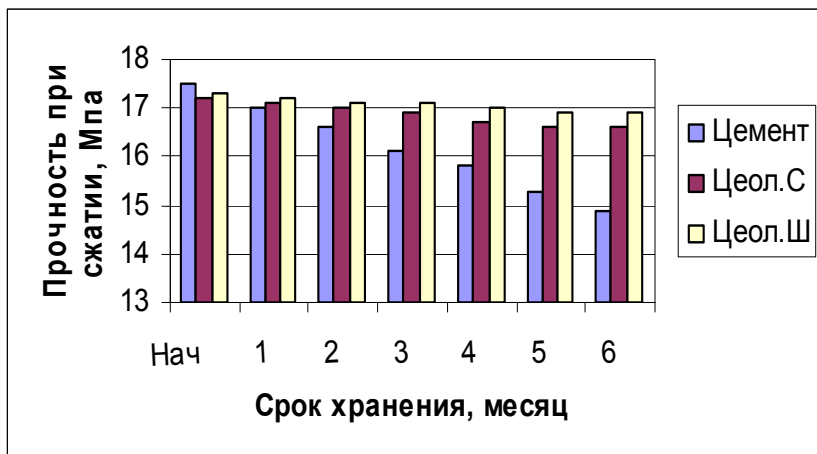


Рисунок 1-Изменение прочности при сжатии сухих смесей на основе цеолитцементного вяжущего при длительном хранении во влажных условиях

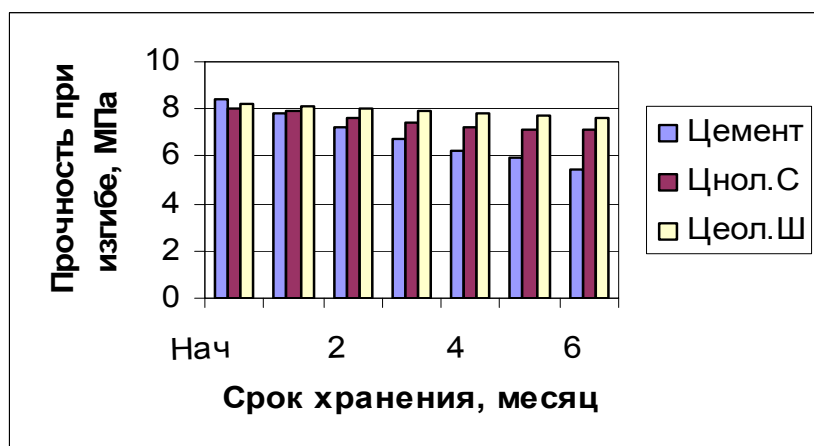


Рисунок 2 - Изменение прочности при изгибе сухих смесей на основе цеолитцементных вяжущих при длительном хранении во влажных условиях

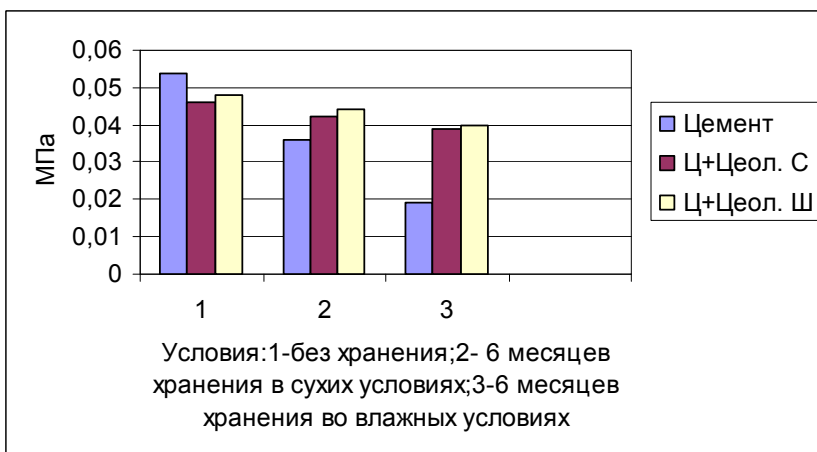


Рисунок 3. – Показатели адгезии сухих смесей на основе цеолитцементных вяжущих при длительном хранении во влажных условиях

## ЗАВИСИМОСТЬ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ.

Степанов Р.С., Маркелов Ю.А. - студенты гр. ПСК-31;  
Научный руководитель - д.т.н. проф. Овчаренко Г.И.

Организации, использующие стандартные виды клеев для керамической плитки, столкнулись с проблемой растрескивания глазурного слоя плитки. Это явление связано с повышенной усадкой клеев. На рисунке 1 видно, что усадочные деформации этих клеев достигают 0,8 мм/м, что может вызвать растрескивание глазури плитки.

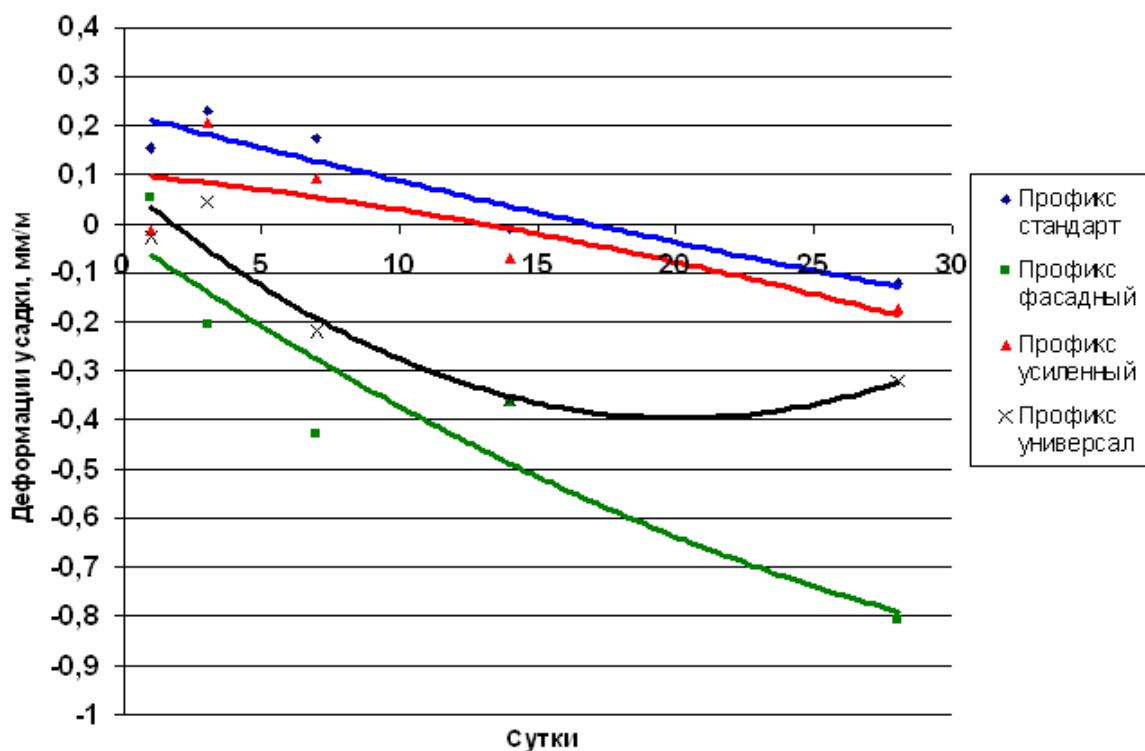


Рисунок 1 – Деформации усадки стандартных клеев во времени.

В связи с данной проблемой была поставлена цель нашей работы: уменьшить деформации усадки клеевых составов путем замены части вяжущего либо песка высокоосновной буро-угольной золой (БУЗ) Барнаульской ТЭЦ-3.

Задачи:

1. Изучение усадочных деформаций различных составов клеев.
2. Определение оптимальных составов для предотвращения усадочных деформаций.

В работе применялись следующие сырьевые материалы отвечающие требованиям нормативных документов:

- портландцемент Искитимского цементного завода М 400 Д 20 (ГОСТ 10178);
- песок речной обской (ГОСТ 8736);
- буро-угольная зола барнаульской ТЭЦ-3 (ГОСТ 25818-91);
- суперпластификатор С-3 (ТУ 6-36-0204229-625);
- полимерные добавки (DLP, МЦ, Волокна МЦ);
- вода, ГОСТ 23732.

Основные параметры, которые измерялись в работе – это деформации, усадки на приборе с индикатором часового типа «тензомер» и прочность образцов в 3 и 28 суток. Исследуемые образцы, балочки размером 40×40×160 мм, и хранились в воздушно-сухих и влажных условиях. Испытание усадочных деформаций проводились в соответствии с ГОСТ 24544-81 «Методы определения деформаций усадки и ползучести». Изготавливались образцы балочки размером 4×4×16 см с реперами, затем после суток твердения они

расфармовывались, и измерялись, в течение 28 суток, на приборе индикаторе часового типа «тензомере».

Разрабатываемые в данной работе цементно-зольные композиции на основе высокоосновной буро-угольной золы (БУЗ) канско-ачинских углей предположительно позволит снизить денежные затраты на производство и повысить плотность, прочность, трещиностойкость, и др. свойства.

Напрягающие свойства зол обусловлены наличием в них свободного оксида кальция, находящегося в состоянии различной степени пережога. Кроме напрягающих, зола имеет ярко выраженные вяжущие свойства и может позволить экономить цемент.

Немаловажны и экологические факторы – сокращение земельных площадей под золоотвалы, утилизация отходов.

В ходе проводимых исследований были рассмотрены составы:

Эталон 1 Ц 30% П 70%;

Состав 1 Ц 30% П 60% З 10%;

Состав 2 Ц 30% П 50% З 20%;

Состав 3 Ц 30% П 40% З 30%;

Состав 4 Ц 24% П 70% З 6%;

Состав 5 Ц 21% П 70% З 9%;

Состав 6 Ц 18% П 70% З 12%;

Эталон 2 Ц 30% П 70% и составы 7, 8, 9, 10, 11, 12, аналогичные составы, но с другой пробой золы.

Состав 13 Ц 30% П 60% З 10% С-3 0,5%;

Состав 14 Ц 30% П 50% З 20% С-3 0,5%;

Состав 15 Ц 30% П 40% З 30% С-3 0,5%;

Состав 16 Ц 24% П 70% З 6% С-3 0,5%;

Состав 17 Ц 21% П 70% З 9% С-3 0,5%;

Состав 18 Ц 18% П 70% З 12% С-3 0,5%;

Эталон 3 Ц 40% П 60%;

Состав 19 Ц 36% П 60% З 4% ;

Состав 20 Ц 32% П 60% З 8%;

Состав 21 Ц 28% П 60% З 12%;

Состав 22 Ц 24% П 60% З 16%;

Эталон 4 и составы 23, 24, 25, 26, аналогичные составы, но с добавлением С- 3 0,7%, волокна МЦ 0,3% и олеат натрия 1%.

Во все составы добавлялись модифицирующие добавки МЦ 0,4% и DLP 1% от массы вяжущего вещества.

Ниже, на рисунках 2 и 3 приведены результаты измерения деформации составов, в которых часть песка (составы 1, 2, 3), а также часть цемента (составы 4, 5, 6) заменены на БУЗ. На графиках довольно отчетливо просматривается зависимость усадочных деформаций от времени и от количества золы.

По результатам исследования приемлемые усадочные деформации показали практически все составы, но по комплексу показателей прочность - усадка наиболее приемлемы составы 5, 6, где цемента 21, 18%, песка 70%, золы 9, 12% соответственно.

В этих составах не наблюдается усадочных деформаций, приводящих к растрескиванию глазури. Также в данных составах имеется экономия денежных средств, так как часть дорогостоящего вяжущего заменена на более дешевые золы ТЭЦ-3.



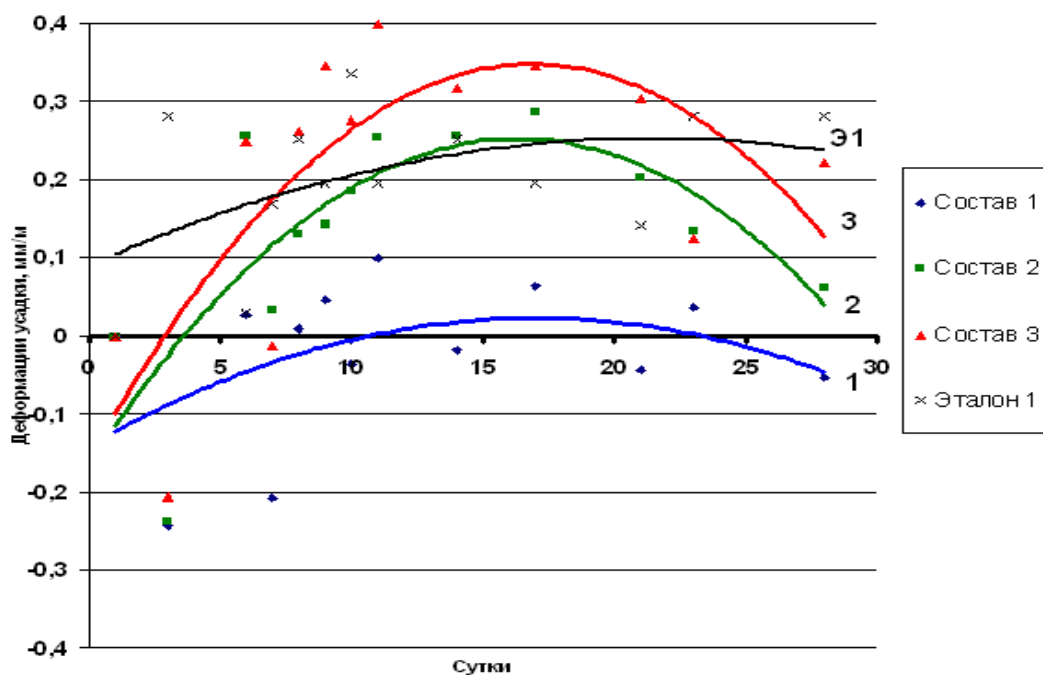


Рисунок 2 – Деформации усадки составов 1, 2, 3 в сравнении с эталоном.

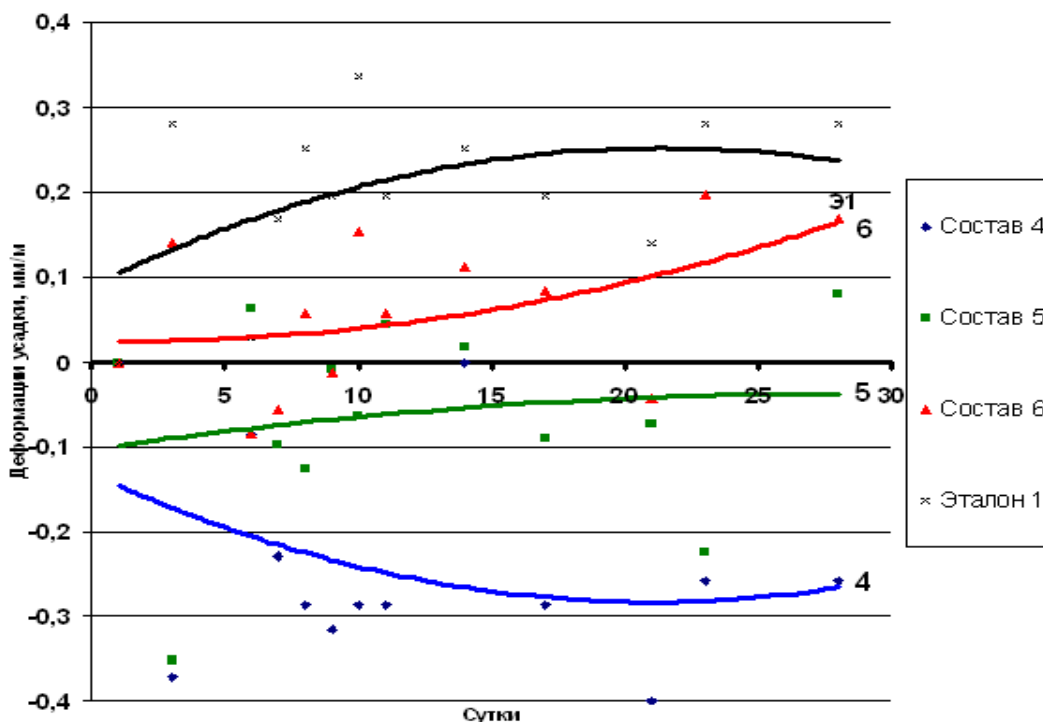


Рисунок 3 – Деформации усадки составов 4, 5, 6 в сравнении с эталоном.

### ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ СУХИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ПЛИТОЧНЫХ КЛЕЁВ

Чупина И.А., Шелепов А.Н. - студенты гр. ПСК-12;  
Руководитель - д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Изменившаяся экономическая ситуация в нашей стране обусловила необходимость переоценки материально – сырьевой базы стройиндустрии с целью рационализации ее использования. Одним из путей достижения указанной цели является создание новых видов строительных материалов, более эффективных, качественных и дешевых по сравнению с традиционными. Можно с уверенностью сказать, что к этому направлению относится и развивающаяся отрасль сухих строительных смесей.

Из сухих смесей наибольшее распространение получили плиточные клеи. При их применении отделочники столкнулись с тем, что некоторые виды плитки, в частности «Шахтинская», при приклеивании коробились, а иногда глазурный слой плитки растрескивался. В связи с этим производители «шахтинской» плитки ввели обязательное требование, чтобы деформации усадки камня из плиточного клея составляли не более 0,1 мм/м.

- Таким образом, целью данной работы была оптимизация свойств составов сухих строительных смесей для приклеивания плитки, обеспечивающих безусловное твердение камня.

- Были поставлены задачи:

1. Изучение усадочных деформаций составов плиточных клеев различных производителей.

2. Оптимизация составов клеев для предотвращения усадочных деформаций.

В качестве сырья были использованы материалы: портландцемент Искитимского цементного завода М400Д20, глиноземистый цемент М400, песок речной обской, зола ТЭЦ – 3, добавки (Гранулированный эфир целлюлозы Metocel 267, диспергирующий порошок DLP 2000, волокна целлюлозы).

В ходе проводимых исследований были рассмотрены составы клеев, близкие к производственным. На основе базовой рецептуры был выбран состав для плиточных клеев и проведены испытания на усадочные деформации, прочность при сжатии и изгибе, адгезию, прочность при отрыве, сползание и открытое время.

В качестве расширяющегося компонента использовалась высокоосновная зола ТЭЦ – 3 (2 пробы), вводимая в процентном соотношении 20, 30, 40 от массы цемента и также от массы песка, и , 20, 30, 40 от общей массы сухой смеси. Во все составы вводились эфир целлюлозы 0,4% и DLP 1% от массы цемента. Исследуемые образцы, балочки 4\*4\*16 см хранились в нормальных условиях.

В ходе эксперимента было установлено что клеевые составы заводского изготовления, например фирмы «Профикс», дают усадку, что показано на рисунке 1.

В начале составы были отработанными на цементно – песчаном растворе. Оптимальный результат показал состав ПЦ – 70% и БУЗ – 30%, а также Песок 70% и Зола 30%. При увеличении дозировки золы увеличивается усадка камня. При увеличении дозировки золы при замене цемента адгезия раствора с основанием снижается, а при замене песка адгезия с основанием незначительно увеличивается, но прочность на отрыв на третьи сутки снижается.

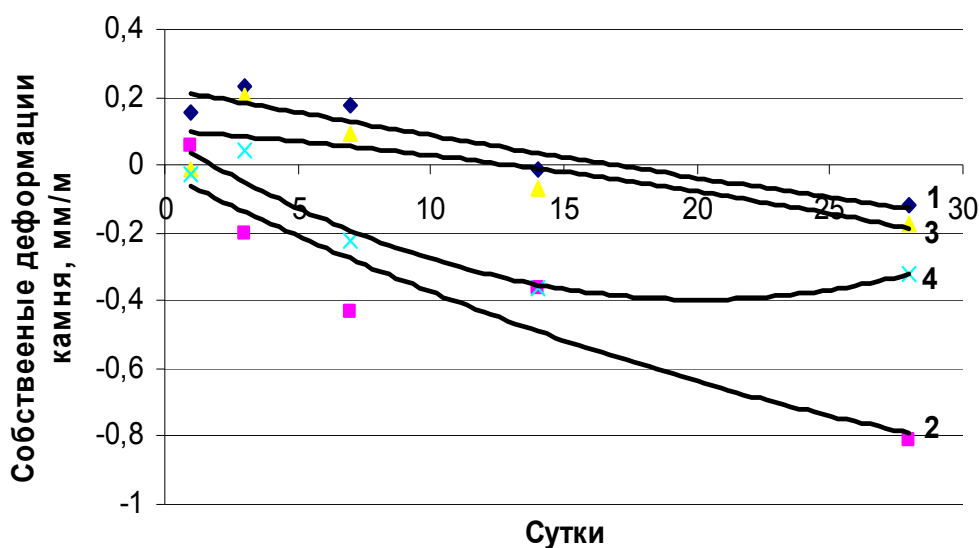


Рисунок 1. Собственные деформации клеевых составов компании «Профикс»:

1- Стандарт, 2 – Фасадный, 3 – Усиленный, 4 – Универсал.

При замене общей части сухой смеси золой лучший результат показал состав с дозировкой её в количестве 30%. Линейное расширение образцов в 28 суточном возрасте составило 0.152 мм/м, дальнейшее увеличение количества золы не приносит нужного результата (рисунок 2). Этот состав является наиболее оптимальным так как обладает необходимыми показателями других характеристик смеси, соответствующих ТУ 5745 – 001 – 52208230 – 2000:

- Открытое время - не менее 20 мин – 25 мин,
- Сцепление с бетонным основанием (адгезия) - 0,5 МПа,
- Сползание - не более 0,5 мм,
- Время для коррекции - не менее 10 мин.

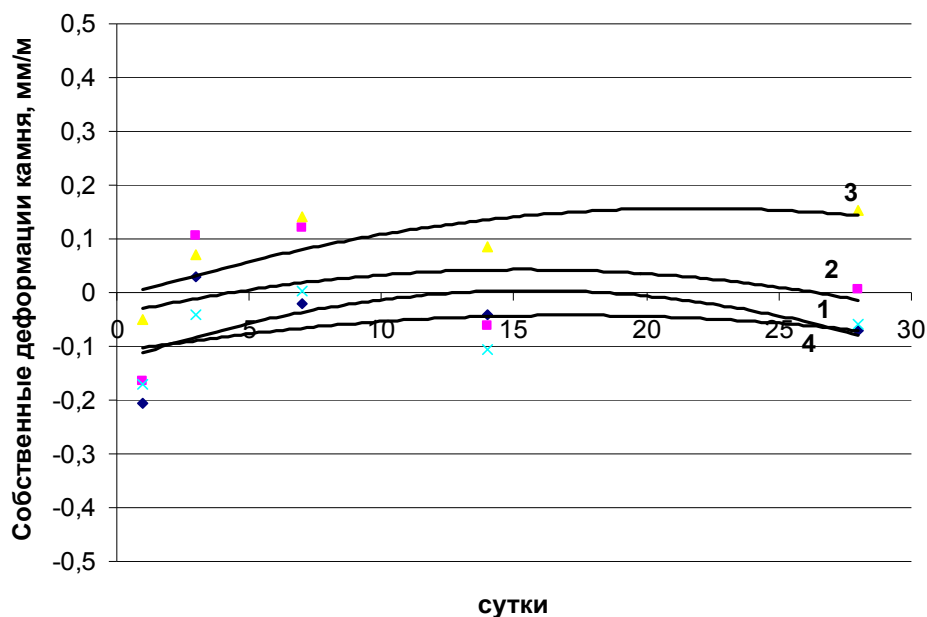


Рисунок 2. Собственные деформации клеевых составов с заменой общей части сухой смеси золой: 1- Эталон, 2 – Замена 20%, 3 – Замена 30%, 4 – Замена 40%.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ БЕЗГИПСОВЫХ ЦЕМЕНТОВ С РЕГУЛИРОВАНИЕМ СРОКОВ СХВАТЫВАНИЯ И ТВЕРДЕНИЯ

Яковлева В. С. – студентка гр. ПСК-12

Руководитель –д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

Безгипсовые портландцементы (БГПЦ) обладают рядом специфических свойств, выгодно отличающих их от других вяжущих. Прежде всего, это быстрые и очень быстрые темпы набора прочности при высокой пластифицирующей способности комплекса добавок, заменяющего гипс.

Два отрицательных момента сдерживает широкое внедрение БГПЦ. Во-первых, - это повышенные затраты энергии на помол. Во-вторых, - значительные, зачастую невоспроизводимые колебания свойств в зависимости от изменяющихся состава и свойств типичного замедлителя ЛСТ.

Таким образом, проблемы качественных БГПЦ – это проблемы качественного замедлителя – пластификатора. Так, например, найденный Ф. Шкварой наиболее эффективный замедлитель FM – картан позволяет получить уникальное по реологии цементное тесто из БГПЦ, которое в очень концентрированных пастах практически обладает свойствами ньютоновской жидкости. Пластифицирующий эффект такого комплекса на треть более высокий по сравнению с суперпластификатором С-3.

Однако FM-картан достаточно дорогой продукт, что заставляет снова и снова обращаться к возможности использования лигносульфонатов. Поэтому в настоящем

исследовании осуществлялись попытки регулирования свойств БГЩ за счет модифицирования применяемого ЛСТ.

Основной проблемой БГЩ являются короткие сроки схватывания. Многие авторы в качестве эффективных ускорителей рекомендуют различные органические соединения, являющиеся техническими продуктами или отходами производства.

В работе исследовались различные варианты химических добавок для БГЩ, состоящих из эффективных и доступных компонентов. К ним относились ЛСТ отечественных производителей – Архангельского ЦБК, Котласского ЦБК, Соликамского ЦБК, а так же, в качестве ускорителя – техническая сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (мас. 1%).

При исследовании влияния добавки ЛСТ на сроки схватывания молотого до удельной поверхности 230-260  $\text{м}^2/\text{кг}$  клинкера голухинского цементного завода было получено, что дозировка ЛСТ-Б 0,5 мас. % не позволила получить сроки схватывания (рисунок 1) БГЩ состава удовлетворяющие ГОСТу (начало 25 минут, конец 35 минут), но были получены максимальные прочности по сравнению с другими ЛСТ. При увеличении дозировки 0,7 и 1,0 мас. % сроки соответствовали ГОСТу, но при этом прочность образцов из такого состава была даже ниже, чем у образцов из обычного ПЩ без добавки. Лигносulfонаты Архангельского и Соликамского комбинатов показали сроки схватывания отвечающих началу не ранее 45 минут, конец не позднее 10 часов, но по прочностным показателям заметно отставали в ранние сроки твердения от Котласского ЛСТ.

Дальнейшие исследования были направлены на регулирование свойств БГЩ за счет модифицирования ЛСТ-Б. Предыдущие эксперименты часто показывали невоспроизводимость результатов. Одни и те же дозировки различных ЛСТ и ускорителя могли приводить то к почти мгновенному схватыванию, то к полному замедлению твердения и получению низкой прочности. Для решения этого вопроса в составы был введен модификатор, воздействующий на свойства ЛСТ (редуцирующие вещества), и как следствие на сроки схватывания и прочностные характеристики вяжущего. При действии определенных дозировок модификатора (5, 10, 20%), были выявлены следующие зависимости: при увеличении дозировки окислителя в составах 0,5%ЛСТ+1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +n%окислитель понижается прочность (порядка 30-60%) по сравнению с составами 0,5%ЛСТ+ 1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , но влияние модификатора оценивается положительно по регулированию сроков схватывания (для вышеописанных составов (начало – 2 часа) оптимальной является дозировка 10% модификатора).

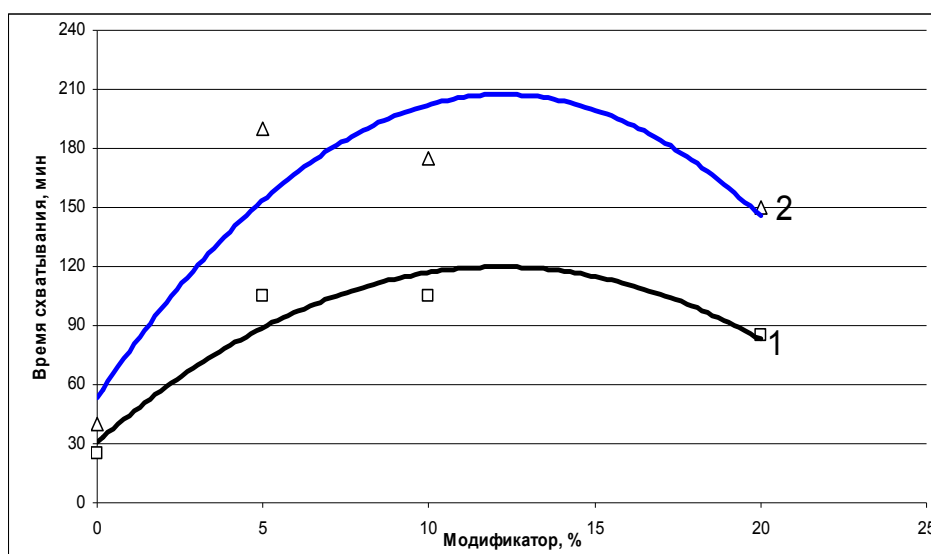


Рисунок 1 – Влияние количества модификатора (% от массы ЛСТ) на сроки схватывания комплекса 0,5%ЛСТ-Б+1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ : 1 – начало схватывания; 2 – конец схватывания.

Результаты исследований приведены только для дозировки ЛСТ – 0,5% от массы клинкера, так как составы на дозировках 0,7 и 1,0% ЛСТ проявляли пониженную прочность и замедленные сроки схватывания за счет блокировки клинкерных частиц пленкой ПАВ - ЛСТ. Тем самым определены оптимальные дозировки ЛСТ – 0,5 % от массы клинкера, модификатор – 10 % от массы ЛСТ и ускоритель  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 1% от массы клинкера.

В начальные сроки твердения состав 0,5%ЛСТ-Б+1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +n% показал порядка 70% прочности от контрольного состава (рисунок 2), но на 28 сутки выравнялся с другими составами с ЛСТ и составлял 100-120% от 28-суточной контроля.

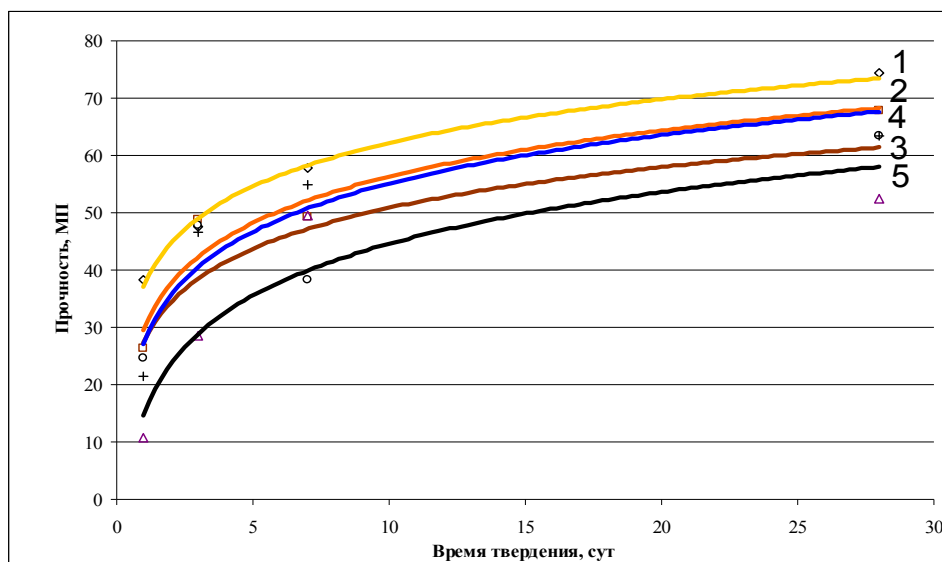


Рисунок 2 – Зависимость прочности от времени твердения комплекса 0,5%ЛСТ-Б+1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при введении модификатора (% от массы ЛСТ): 1 – 0%; 2 – 5%; 3 – 10%; 4 – 20%; 5 - контроль.

**Вывод:** В результате исследований найден компонент, регулирующий нестабильные свойства ЛСТ и получены составы с нормируемыми сроками схватывания и твердения. Безгипсовые портландцементы являются перспективным вяжущим, однако требуются дальнейшие исследования по совершенствованию комплекса n%ЛСТ+1% $\text{Na}_2\text{CO}_3$ +n%модификатор.