

ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ БУРОУГОЛЬНОЙ ЗОЛЫ ТЭЦ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Баландин И.С., Гильмияров Д.И. - студенты гр. ПСК – 61
Научные руководители - к. т. н. Щукина Ю. В.,
аспирант Гильмияров Р. И.

На сегодняшний день перед руководством заводов ячеистого бетона стоит очень важная проблема: значительный износ оборудования по производству извести. В связи с этим можно отметить несколько путей решения данного вопроса: 1) Замена дорогостоящего оборудования, 2) использование покупной извести, 3) снизить расходы извести путем использования попутных отходов промышленности.

Целью исследования является получение вяжущего для автоклавного газобетона с заменой части извести и цемента буроугольной золой, не уступающего по прочностным характеристикам заводскому составу при различных режимах запаривания. В работе использовались следующие сырьевые материалы: буроугольная зола с ТЭЦ – 3 г. Барнаула (БУЗ), портландцемент (ПЦ) М400Д20 Голухинского цементного завода, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178-85, молотый кварцевый песок с Власихинского месторождения с остатком на сите № 0,08 – 5 %, молотая известь с ЗЯБ г. Барнаула.

Для проведения эксперимента осуществляли помол БУЗ с цементом в процентном соотношении 50 – 50, 60 – 40, 70 – 30 соответственно, в шаровой мельнице типа МБЛ – 5 с энергией помола 75 % от энергии помола клинкера на цемент. Сырьевую смесь приготавливали путем смешения в различных соотношениях молотой извести, молотого песка и полученного ЗПЦ при различных соотношениях.

Полученная смесь затворяется водой, и формуется образцы 2*2*2 см. Далее образцы после набора пластической прочности запариваются в автоклаве по следующему режиму: 3 часа подъем температуры до 175 – 200 °С с последующей выдержкой в течение 8, 10 часов при постоянном давлении 0,8, 1 МПа. Испытания образцов проводили после автоклавной обработке и через 28 суток твердения на воздухе.

В результате эксперимента установлено, что на прочность камня влияет не только содержание высококальциевой золы в ЗПЦ и количество извести в составе сырьевой смеси, но и режимы автоклавной обработки.

Так при разных режимах запаривания максимальную прочность показывают различные сырьевые смеси (рисунок 1). Однако при испытании через 28 суток было выявлено, что у всех предложенных выше составов, кроме ЗПЦ 50/50 (при замещении извести на 90 и 100 %), наблюдается снижение прочности от 5 до 20 %. Возможно это объясняется тем, что представленная проба золы получена преимущественно из ирша-бородинского или

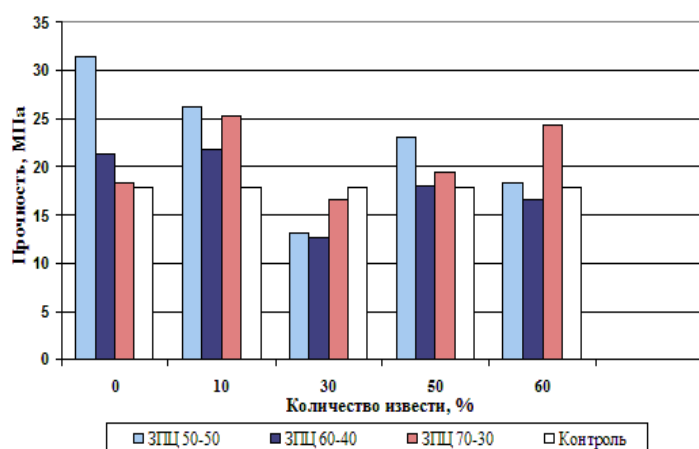


Рисунок 1 – Зависимость прочности камня от состава вяжущего и количества замещающей извести

назаровского угля и содержит значительное количество переклаза. Механическая и высокотермальная обработка не привели к полной его гидратации, что вызывает изменения фазового состава автоклавированного камня. Таким образом, изменение свойств камня во времени связано с образованием и последующей гидратацией эттрингитоподобных фаз.

В результате проведенного эксперимента, установлена возможность получения вяжущего для производства автоклавного газобетона со стабильными прочностными характеристиками. При этом следует отметить, что состав ЗПЦ 50/50

позволяет полностью отказаться от использования извести или снизить до 10 % от контрольного заводского состава, необходимых для синхронизации процессов газовыделения и набора пластической прочности газобетона.

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ: РАЗРАБОТКА УСКОРЕННОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ, ОСОБЕННОСТИ ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ХИМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ

**Бережной А. Г. Чеботников С.М. - студенты гр. ПСК-41
Научный руководитель - д.т.н., профессор Овчаренко Г. И.,
аспирант - Бровкина Н.Г.**

Цементные растворы характеризуются капиллярно-пористой структурой и поэтому являются ограниченно водонепроницаемыми материалами. Их водонепроницаемость определяется показателями их поровой структуры - объёмом открытых (сквозных) пор, их диаметром. На основании ряда положений, А.С. Королёвым была предложена методика определения величины водонепроницаемости по кинетике капиллярного поднятия влаги в бетоне. Методика имеет ряд недостатков, поэтому возникла необходимость её доработки. Исследованию на водонепроницаемость подвергали образцы с различными добавками, а также обработанными растворами солей.

Цели исследования: разработка ускоренной методики определения водонепроницаемости; выявление особенностей фазообразования в цементном камне с химическими добавками.

В работе использовался портландцемент Искитимского цементного завода марки М400 Д20 и М500 Д0. В качестве заполнителя применялся обской песок ($M_{кр}=1,2$). Были использованы суперпластификатор С-3, а так же следующие добавки: Na_2CO_3 , $Al_2(SO_4)_3$, Na_2SO_4 , $NaNO_3$, $CaCl_2$, CaC_2 , и композиции из них.

В ходе эксперимента были приготовлены образцы – цилиндры диаметром 110 мм и высотой 50 мм, а так же балочки 40·40·160 мм из цементно-песчаного раствора (1:3), которые хранились в камере нормального твердения. На часть образцов через одни сутки твердения наносили растворы солей компонентов проникающей гидроизоляции. Испытания проводили на 3, 7, 14, 28 сутки. Водонепроницаемость растворного камня определяли на лабораторной установке плунжерного типа с манометром. Для выявления особенностей фазообразования был проведён рентгенофазовый анализ продуктов гидратации цемента в чистом виде, а также обработанного растворами солей.

В предложенной нами методике образцы выдерживают 1 сутки в воздушно-сухих условиях. Перед установкой образцов на испытание на дно поддона равномерно укладывается ткань. В поддон заливают воду с температурой $20\pm 2^\circ C$ таким образом, чтобы ткань максимально насытилась водой. Затем балочки ставят на торец, в поддон на расположенную в ней влажную ткань. С момента установки начинается отсчёт времени испытания. Через 24 часа производятся замеры высоты капиллярного поднятия в них влаги с погрешностью до одного миллиметра. Замеры производятся для каждого образца по каждому ребру и середине грани с расчётом среднего арифметического.

В результате эксперимента была построена зависимость (рисунок 1) водонепроницаемости (y , атм) растворного камня, определённой на лабораторной установке и высоты капиллярного поднятия воды (x , мм), имеющая вид $y = 234.3x^{-0,64}$.

Разработанный метод позволяет с достаточно высокой точностью получить значение водонепроницаемости цементных растворов уже через 24 часа после установки их в поддон с водой.

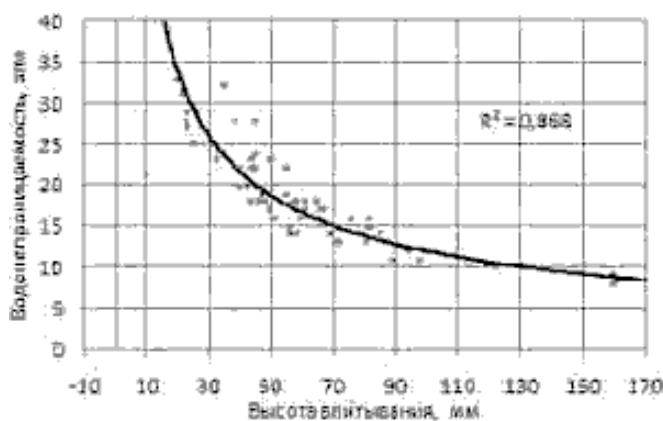


Рисунок 1 – Зависимость высоты впитывания и водонепроницаемости

При этом трудозатраты и время, затраченные на установку образцов и снятие замеров в несколько раз меньше, чем при использовании как «стандартной» методики, так и предложенной А.С. Королёвым.

Пользуясь разработанной методикой, были проведены испытания образцов, пропитанных солями и композициями из них. В результате эксперимента было установлено (рисунок 2), что использование данных химических добавок увеличивает водонепроницаемость камня.

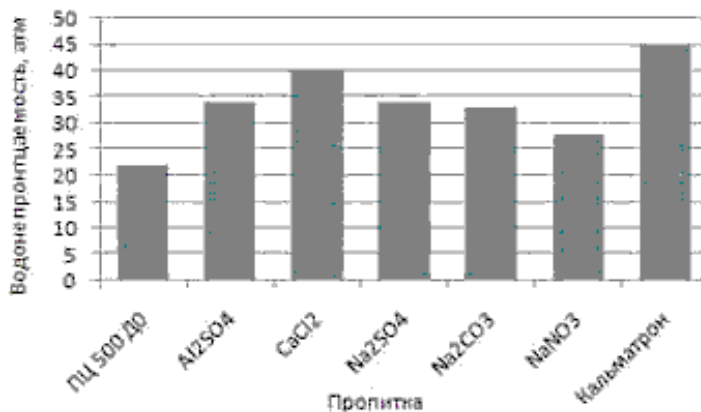


Рисунок 2 – Влияние пропитки на водонепроницаемость цементного раствора в 28 сут.

На следующем этапе исследований был проведён рентгенофазовый анализ «чистого» гидратированного цементного камня и гидратированного цементного камня, пропитанного растворами солей. На рентгенограмме затвердевшего цементного камня пропитанного раствором CaCl_2 заметно снижение интенсивности линии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d/n=2.63 \cdot 10^{-8}$ мм). При этом фиксируется появление пика $d/n=7.89 \cdot 10^{-8}$ мм, соответствующего гидромонохлориду алюмината кальция $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, интенсивность которого со временем гидратации увеличивается. При пропитке цементного камня раствором композиции солей отмечено появление пиков не идентифицированных фаз ($d/n=(8.043; 8.079; 8,191) \cdot 10^{-8}$ мм), а так же уменьшение интенсивности линии $\text{Ca}(\text{OH})_2$. При твердении цементного камня пропитанного раствором NaNO_3 интенсивность фазы $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($d/n=2.63 \cdot 10^{-8}$ мм) уменьшается в сравнении с интенсивностью этой же фазы на рентгенограмме цементного камня при отсутствии химических добавок. Данными рентгенофазового анализа фиксируется появление новой фазы AFt ($d/n=7,628 \cdot 10^{-8}$ мм), а так же повышение интенсивности линии CaCO_3 ($d/n=3.037 \cdot 10^{-8}$ мм). Сравнивая рентгенограммы цементного камня с цементным камнем, обработанным раствором $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ было отмечено увеличение интенсивности фаз этtringита.

По результатам проведённых исследований можно сделать вывод, что при обработке образцов цементного камня солями дополнительно образуются AFt и/или AFm фазы соответствующих солей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИПСА ДЖИРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Болгова Н. А., Лысова Н. В. – студенты гр. ПСК – 41
Научный руководитель – д. т. н., проф. Овчаренко Г. И.**

Производимые на основе гипса строительные материалы и изделия имеют высокие показатели свойств (легкость, малую тепло- и звукопроводность, высокие огне- и пожаростойкость), а также декоративность. Тонкодисперсное гипсовое сырье как в виде отходов производства (фосфогипс, борогипс и т.д.), так и некоторых месторождений, требует особых технологических схем переработки, иногда включающих предварительное брикетирование.

Целью нашего исследования являлась разработка технологии брикетирования гипсового сырья, возможность получения вяжущего и испытание его свойств при различных режимах обработки. По результатам нашего исследования нужно было определить оптимальный режим переработки сырья.

В работе были использованы гипс Джиринского месторождения с содержанием $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -72,28%; среднегасящаяся известь второго сорта (содержание активных CaO и MgO -83,2%); серная кислота H_2SO_4 .

Брикетирование производилось на прессе с удельным давлением прессования от 20 до 90 МПа, в результате чего были получены образцы цилиндрической формы ($h = 50$ мм, $d = 50$ мм). Брикетированию подвергались: 1) исходный материал; 2) гипсовая порода, прошедшая многократное промывание в воде; 3) гипс, обработанный на бегунах с добавлением 3-5% CaO ; 4) сырье, обработанное H_2SO_4 от 3,5-7,5 %. Испытания проводились как сразу после брикетирования, так и на 1, 3 и 7 сутки хранения. Основываясь на известных данных, нами были рассмотрены разные методики получения гипсовых вяжущих. Испытания вяжущих веществ производились по ГОСТ 23789-79 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний» после 2 часов твердения, 1 суток и высушенных до постоянной массы изделий. После определения оптимального режима получения вяжущего, испытаниям также подвергались образцы, полученные: 1) после многократного промывания в воде; 2) имеющие в своем составе CaO (от 3 до 5%); 3) с добавкой H_2SO_4 (3,5-7,5%).

Эксперимент по получению вяжущего показал, что лучшие результаты (марка Г-3) достигаются после многократной промывки гипсового сырья. Обработка не мытого сырья на бегунах в присутствии извести или с добавлением H_2SO_4 позволяет получать вяжущее марки Г-2.

Брикетирование гипсового сырья под давлением 70-90 МПа дает камень прочностью 8-9 МПа. При этом мытое сырье показывает результаты ниже, нежели с добавками извести или кислоты, но в 1,5 раза выше по сравнению с бездобавочным невымытым сырьем.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ШПЦ В УСЛОВИЯХ ЖБИ

**Буздалин В. В., Мухин Б. С. студенты гр. ПСК-41
Научный руководитель – профессор, д.т.н., Овчаренко Г.И.**

Бурный рост потребления цемента в отдельные периоды приводит к значительному его удорожанию и дефициту. Поэтому целесообразно рассматривать технологии производства вяжущих путем домола потребляемого цемента с различными минеральными добавками в условиях ЖБИ.

Исследовалось влияние замены части ПЦ 500 Д0 Искитимского и Голухинского заводов на доменный гранулированный шлак (ДГШ) ЗапСиб, при 100% и 200% энергиях затрачиваемых на домол, и 60, 80 и 95 °С температурах пропаривания на эффективность получения применения ШПЦ в производстве ЖБИ.

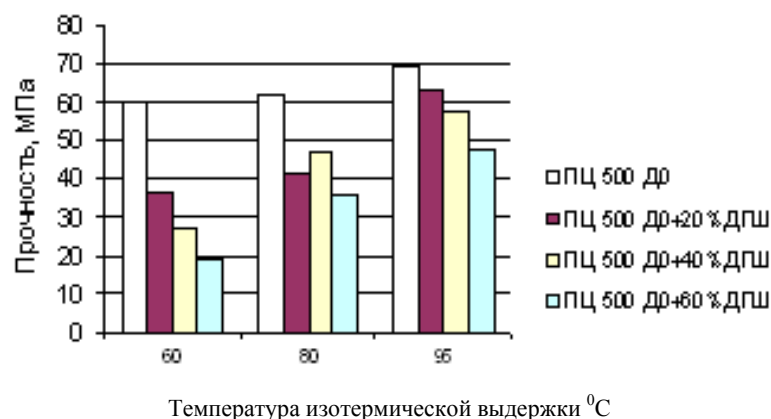


Рисунок 1 - Прочность образцов 2x2x2 см при энергии помола ШПЦ 100 % и разных температурах ТВО

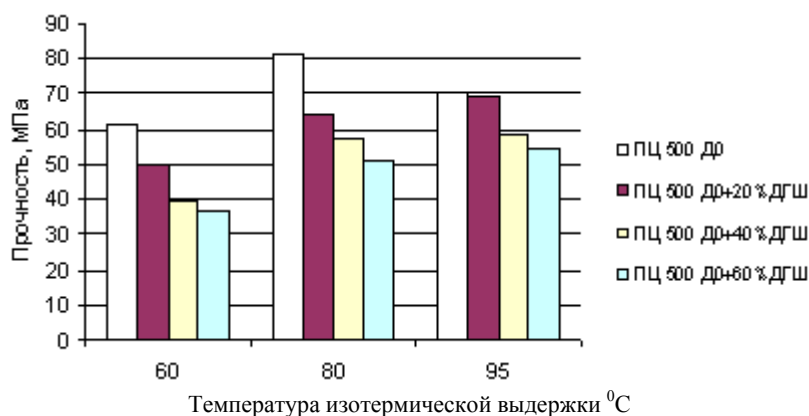


Рисунок 2 - Прочность образцов 2x2x2 см при энергии помола ШПЦ 200 % и разных температурах ТВО

Как видно из рисунков 1 и 2, прочность исходного ПЦ500 Д0 снижается пропорционально количеству добавляемого шлака и снижению температуры пропаривания. Увеличение энергии домола со 100 % до 200 % влияет более значительно для низких температур ТВО, и менее значительно – для высоких. С целью максимально возможной экономии цемента был выбран состав с добавлением 40% ДГШ, пропариваемый при 95 °С, который показывал прочность, сопоставимую с прочностью контрольного ПЦ пропариваемого при 60 °С. Расчеты показывают экономическую эффективность такой технологии около 20% снижения стоимости общих затрат.

МОРОЗОСТОЙКОСТЬ БЕТОНА, ОБРАБОТАННОГО СОЛЯМИ ПРОНИКАЮЩЕЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ.

Вагапова К.С., Горн К.С. – студенты гр.ПСК-41
 Научный руководитель – д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.,
 аспирант – Бровкина Н.Г.

Ранее нами было показано, что большую долю водонепроницаемости бетона обеспечивают соли из составов проникающей гидроизоляции, включающей помимо этих солей и высокомарочный портландцемент. Высокая водонепроницаемость бетона должна обеспечивать повышенную его морозостойкость (Мрз).

С этой целью dilatометрическим методом по ГОСТ 10060.3-95 исследовалась Мрз тяжёлого бетона М300, обработанного типичными солями проникающей гидроизоляции.

В результате эксперимента установлено:

1. Бетон, обработанный полным комплексом солей композиций “Акватрон” и “Кальматрон”, показывает значения по Мрз между контрольным необработанным бетоном и обработанным отдельными индивидуальными солями (см. рисунок 1).

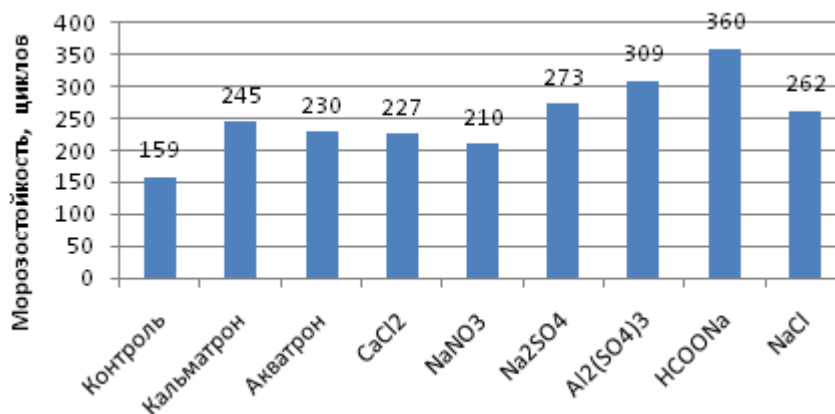


Рисунок 1 – Морозостойкость бетона, обработанного солями проникающей гидроизоляции

2. Водонепроницаемость растворного камня, определённая прямым методом, показывает более высокие результаты при обработке камня комплексами солей “Акватрон” и “Кальматрон”, в отличие от индивидуальных солей.

3. Водонепроницаемость бетона, определённая по кинетике капиллярного поднятия воды в его толщу, не коррелирует с данными по его Мрз.

Полученные результаты объясняются с привлечением таких методов анализа цементного камня как: рентгенофазовый, дифференциальный термический, порометрии.

ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ БЕЗУСАДОЧНЫХ РАСТВОРОВ

**Викторов А. В., Лютцева Т.В. – студенты гр. ПСК-61
Научный руководитель - аспирант Музалевская Н. В.**

На сегодняшний день весьма актуальной является проблема устранения усадки цементно-песчаных растворов, так как безусадочные растворы обладают повышенной долговечностью, высокой прочностью, водонепроницаемостью, коррозионной стойкостью. Безусадочные цементы предотвращают трещинообразование от усадочных деформаций цементного камня как на поверхности изделий и конструкций, строительных растворов и штукатурок, так и внутри бетонных и железобетонных массивов.

Целью работы являлось получение вяжущего для безусадочных растворов.

В эксперименте использовались: цемент Искитимского цементного завода марки ПЦ400 Д20, гипс марки Г-4 производства ООО «Аракчинский гипс», г. Казань, 5 проб зол Барнаульской ТЭЦ-3 с различным содержанием $\text{CaO}_{\text{св.сум}}$ (от 4,55 до 7,04 %) и песок речной Обской с $M_{\text{кр}}=1,52$.

Эксперимент проводился на образцах-балочках $4 \times 4 \times 16$ см из раствора вяжущего с песком подвижности П2 с реперами. Вяжущее содержало 40 % цемента, 60 % золы и 3,5,7 % гипса. Измерение линейных деформаций производилось на приборе часового типа тензомере. Образцы балочек испытывались на изгиб и сжатие на 3,7,14 и 28 суток.

Результаты определения линейных деформаций представлены на рисунке 1.

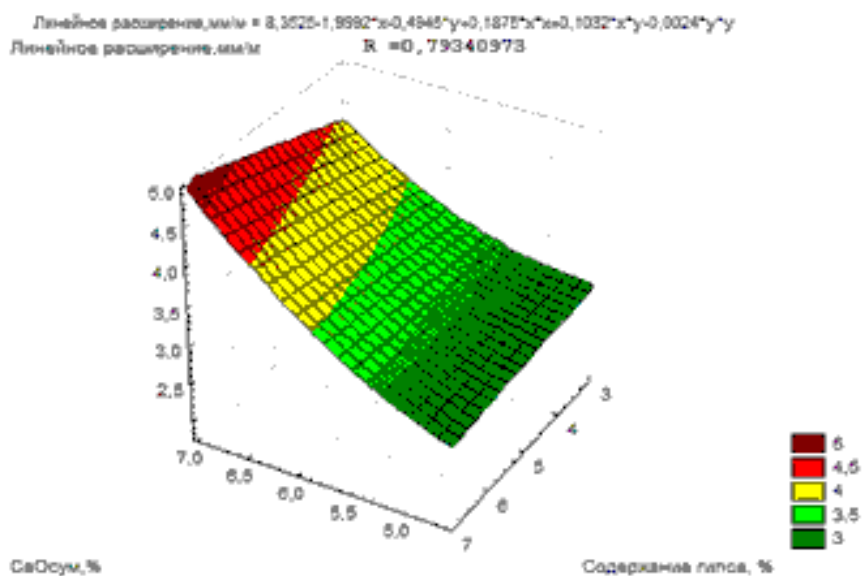


Рисунок 1 – Зависимость линейных деформаций на 28 сутки от процентного содержания гипса в составе вяжущего и $\text{CaO}_{\text{св.сум}}$ в золе

Наиболее оптимальная величина линейного расширения 3-4 мм/м, это обеспечивает компенсацию усадки портландцемента и раствор становится безусадочным. Такой эффект достигается путем введения золы с содержанием $\text{CaO}_{\text{св.сум}}$ 5,5-6,5 %. С увеличением количества гипса линейное расширение увеличивается. Это объясняется тем, что при введении золы и гипса образуется дополнительное количество этtringита, который обеспечивает расширение цементного камня.

Как видно из рисунка 2, наибольшую прочность показывают составы с содержанием гипса 3-5 % и $\text{CaO}_{\text{св.сум}}$ в золе 5,5-6,5 %. Это объясняется тем, что образование дополнительного количества этtringита обеспечивает упрочнение структуры цементного камня.

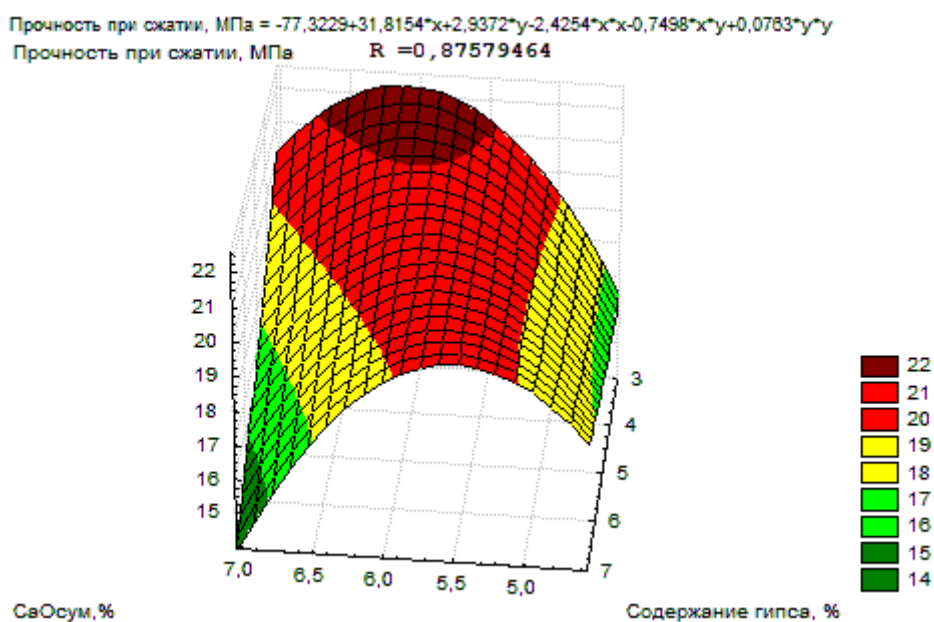


Рисунок 2 – Зависимость прочности при сжатии на 28 сутки от процентного содержания гипса в составе вяжущего и $\text{CaO}_{\text{сум}}$ в золе

В результате работы было выявлено, что оптимальное линейное расширение и прочность обеспечивает введение в цемент гипса в количестве 3-5 % и золы с содержанием $\text{CaO}_{\text{св.сум.}}$ 5,5-6,5 %.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ МЕЖПОРОВОЙ ПЕРЕГОРОДКИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

**Власова И.Н., Иванова К.В. –студенты группы ПСК-61
Научный руководитель – к.т.н., старший преподаватель Щукина Ю.В.,
аспирант Баев М. Н.**

В современном строительстве здания по панельному типу заменяются зданиями по каркасному типу с использованием ячеистых бетонов, в том числе пенобетонов, которые используются в качестве несущих и ограждающих конструкций зданий. Неавтоклавный пенобетон является перспективным теплоизоляционным материалом, так как обладает повышенной надежностью и долговечностью, простотой технологических решений, невысоким уровнем производственных затрат при изготовлении. Но в данной теме существует актуальная проблема – неизученность влияний пенообразователей на свойства вяжущих различного содержания.

Поэтому целью исследования является изучение влияния пенообразователя на прочностные характеристики межпоровой перегородки пенобетона совместно с полной или частичной заменой цемента различными вяжущими.

В научно-исследовательской работе были использованы следующие сырьевые материалы: портландцемент М500Д0 (Искитимского цементного завода), соответствующий требованиям ГОСТ 10178-85 (ПЦ); высококальциевая зола от сжигания Канско-Ачинских бурых углей с ТЭЦ-3 г. Барнаула (БУЗ), вяжущие низкой водопотребности (ВНВ), пенообразователи: FOAMCEM (Италия) и Омпор (двухкомпонентный), в качестве тонкодисперсной добавки использовался бентонит.

Для испытания из цементного, цементно-зольного (50/50 %, 40/60 %, 60/40 %) теста и теста с заменой вяжущего на 15 % ВНВ с добавлением пенообразователя FOAMCEM и Омпор (концентрацией раствора 1,5 %), а так же с добавлением бентонита в количестве 1 %, 1,5 % и 2 % от массы вяжущего были заформованы образцы-кубики размером 2х2х2 см, которые твердели в нормальных условиях и испытывались на прочность при сжатии на 1, 3, 7, 28 сутки.

При изучении влияния пенообразователей на прочность при сжатии цементного теста было установлено, что оба пенообразователя снижают прочность на 28 сутки твердения. Это обусловлено адсорбцией пенообразователя на зернах цемента и блокированием его гидратации. Известно, что при введении тонкодисперсных добавок, свободные молекулы пенообразователя осаждаются на них, тем самым дают возможность зернам цемента прогидратировать. В качестве тонкодисперсной добавки в работе использовался бентонит.

В ходе эксперимента было выявлено, что добавка 1 % бентонита в систему ПЦ + Омпор нейтрализует все негативные свойства пенообразователя. В тоже время дальнейшее увеличение дозировки тонкодисперсной добавки приводит к резкому падению прочности. В системе ПЦ + FOAMCEM положительное влияние оказывает дозировка бентонита в количестве 1,5-2 %, в то время как 1 % приводит к падению прочности. Отличие в оптимальной дозировке бентонита можно объяснить различиями в основных свойствах пенообразователя. Так кратность пены пенообразователя FOAMCEM в два раза выше, чем у Омпора. Соответственно, чтобы нейтрализовать негативное действие пенообразователя FOAMCEM требуется повышенное количество бентонита.

Из литературных данных известно, что ВНВ из-за своей низкой водопотребности положительно влияет на прочностные характеристики бетонов. В результате проведенного эксперимента выявилось, что замена основного вяжущего на 15 % ВНВ значительно

повышает прочность уже на 7 сутки твердения. Добавление пенообразователей в систему ВНВ+ПЦ не оказывает существенного влияния на кинетику набора прочности.

Положительное влияние ВНВ можно объяснить не только тем, что при его введении в сырьевую смесь снижается водоцементное отношение, но также и тем, что механически активированные частицы ВНВ являются центрами кристаллизации. При этом в работе Зырянова Ф. А. отмечено, что оптимальное содержание ВНВ составляет 15%. Положительное влияние бентонита обусловлено адсорбцией пенообразователя и минерализацией пены.

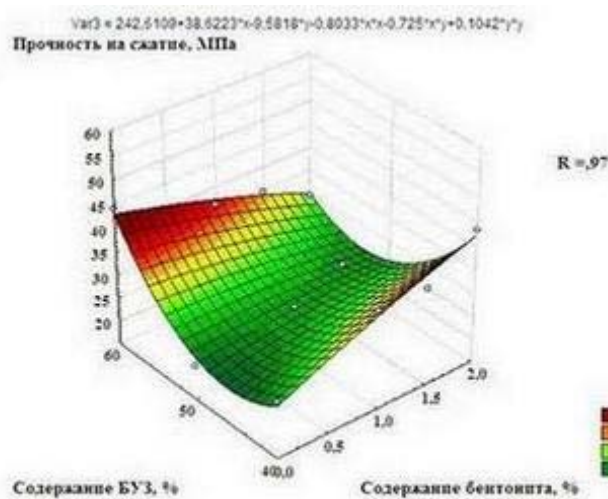


Рисунок 1 – Зависимость прочности на сжатие межпоровой перегородки пенобетона от различного содержания бентонита и БУЗ с пенообразователем Омпор, при замене основного вяжущего на 15 % ВНВ (28 суток)

В золо-цементных составах с различным содержанием БУЗ при введении пенообразователей наблюдается оптимум при соотношении ПЦ/БУЗ=40/60 %. При замене части золо-цементного вяжущего на ВНВ наблюдается прирост прочности на 200-300 %. В такой системе добавка бентонита не оказывает существенного влияния на прочность, так как несгоревшие частицы угля в БУЗ являются адсорбентами для пенообразователя (рисунок 1).

В результате проведенной работы были установлены оптимальные составы вяжущего для производства неавтоклавного пенобетона, которые позволяют получить материалы с высокими прочностными характеристиками без значительного увеличения себестоимости готовой продукции.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВНВ

Голованов Н.О., Малыгин Р.С. - студенты гр. ПСК-41
Научный руководитель - д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.

Увеличение объема монолитного строительства и растущие требования к качеству зданий и сооружений приводят к необходимости получения высокопрочного бетона максимально технологичным путем. Поэтому целесообразно рассматривать технологии получения высокопрочных пластифицированных бетонов путем домола части цемента или некоторых других материалов с пластификатором.

В данной научной работе исследовалось влияние замены части ПЦ500 Д0 Голухинского завода на домолотые с суперпластификатором С-3 цемент, буроугольную золу с ТЭЦ-3 г. Барнаула (БУЗ), а также смесь цемента и золы (БУЗ) в пропорции 1:1, при 100% и 200% энергиях, затрачиваемых на домол. В составах были заменены 10%, 20% и 30% исходного

цемента на домолотую добавку. При этом пластификатор вводился в размере 10% по массе от домалываемой добавки.

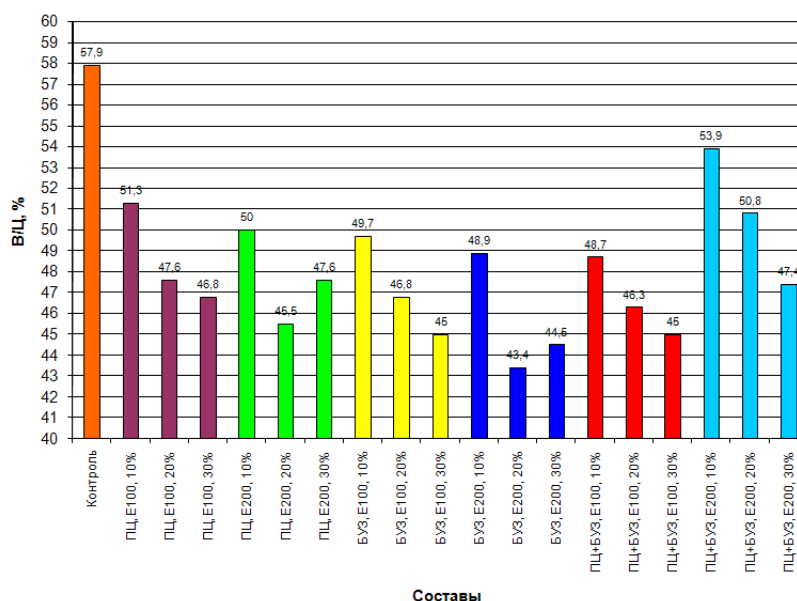


Рисунок 1 – Водоцементное отношение, %

Как видно из рисунка 1, почти все составы обладают значительно сниженной водопотребностью по сравнению с контрольным составом. В качестве контрольного состава был запроектирован тяжелый бетон марки М 250, с осадкой конуса (ОК) 10см.

Особенно эффективными оказались составы с добавкой домолотого цемента с С-3 с энергией домла 200% (ПЦ E200,20%), а также составы с добавкой домолотой золы (БУЗ E100,30%; БУЗ E200,20%; БУЗ E200,30%) и состав с добавкой совместно домолотой золы и цемента (ПЦ+БУЗ E100,30%).

Исследования показывают возможность получения на некоторых составах высокопрочных пластифицированных бетонов и, соответственно, возможность значительной экономии цемента.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗУСАДОЧНЫХ СТЯЖЕК ДЛЯ ПОЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЫ ТЭЦ.

Гусев Д.С., Заушицына О.Г. - студенты группы ПСК -41
 Научные руководители – д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.,
 аспирант Музалевская Н.В.

На протяжении многих лет были попытки подобрать составы растворов, не обладающие усадкой или хотя бы уменьшающие ее до размеров, не вызывающих трещинообразование.

Поэтому целью работы являлось получение и исследование стяжек для полов с применением высококальциевой золы ТЭЦ.

В работе использовались следующие сырьевые материалы: портландцемент марки ПЦ400 Д20 Голухинского цементного завода, песок речной Обской с $M_{кр}=1,07$, высококальциевая зола ТЭЦ – 3 г. Барнаула (10 проб), суперпластификатор С-3, сульфат натрия Na_2SO_4 , сульфат алюминия $Al_2(SO_4)_3$.

Для проведения эксперимента формовались образцы – балочки размером 4*4*16 см с релерами из раствора вяжущее:песок 1:3 подвижностью П2. Измерение линейных деформаций производилось на приборе индикаторе часового типа «тензомере». Испытания на прочность производились на 3, 7, 14 и 28 сутки твердения при температуре 20⁰С и 100% влажности.

В результате эксперимента была построена математическая модель зависимости линейного удлинения от содержания $CaO_{свсум}$ в золе и времени твердения (рисунок 1).

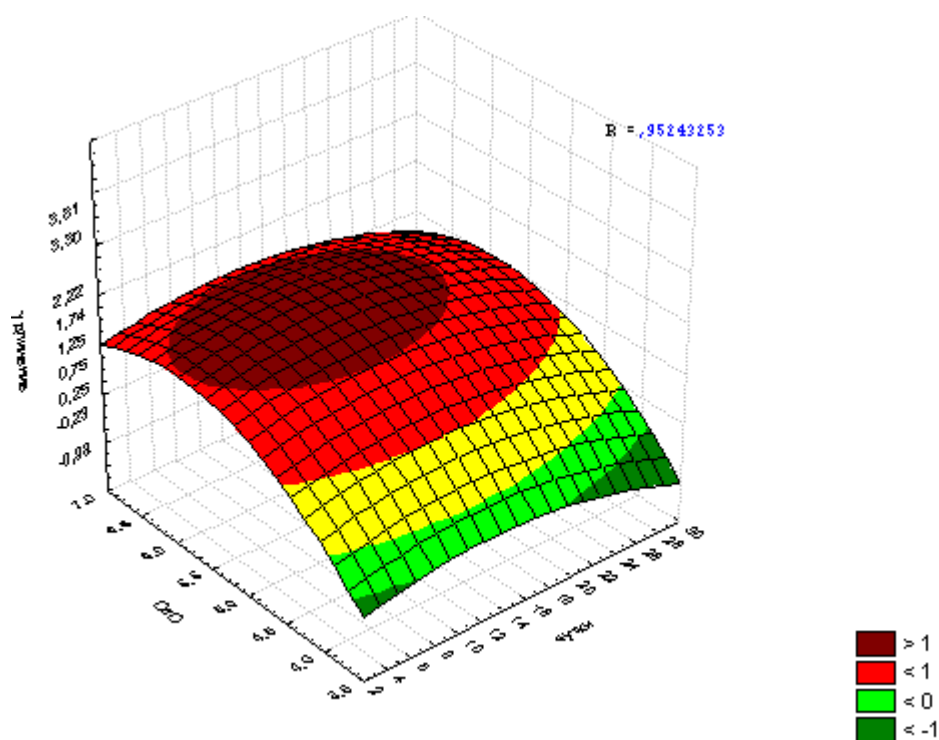


Рисунок 1 – Зависимость линейного удлинения от содержания $\text{CaO}_{\text{свсум}}$ в золе и времени твердения

С увеличением содержания $\text{CaO}_{\text{свсум}}$ в золе наблюдается увеличение величины линейного удлинения, что позволяет обеспечить безусадочность композиции.

При оценке прочностных характеристик установлено, что введение золы в состав вяжущего позволяет повысить прочность при сжатии (рисунок 2).

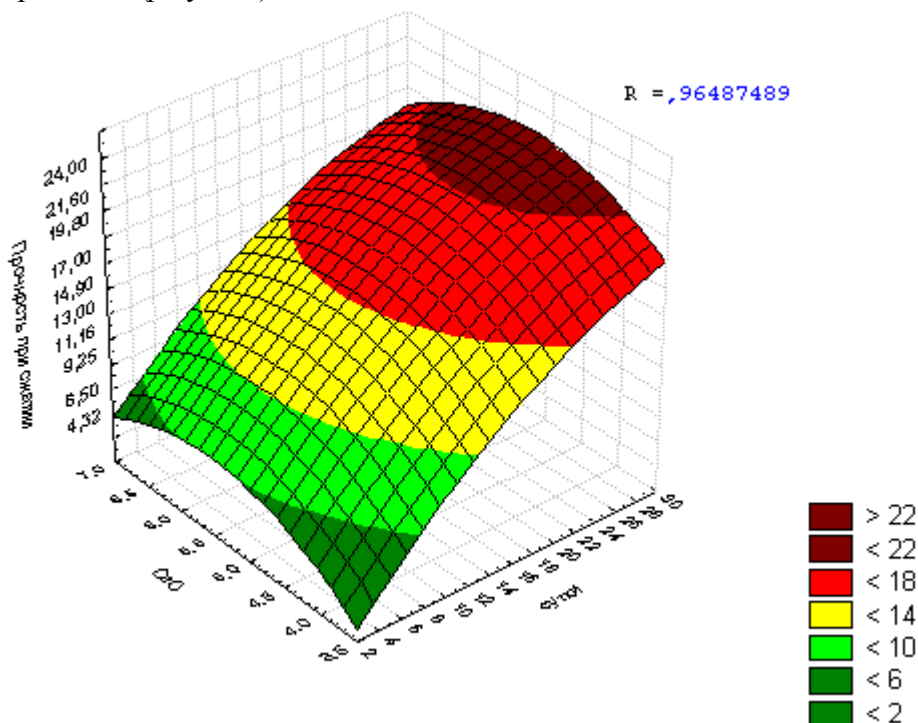


Рисунок 2 - Зависимость прочности при сжатии от содержания $\text{CaO}_{\text{свсум}}$ в золе и времени твердения

В результате исследования собственных деформаций золоцементно-песчаного камня, выявлено, что при содержании в золе $\text{CaO}_{\text{свсум}}$ от 5 до 6%, обеспечивается достаточное удлинение 2-3 мм/м и прочность при сжатии 20-22 МПа на 28 сутки.

ВЯЖУЩЕЕ НИЗКОЙ ВОДОПОТРЕБНОСТИ

Тятюхина Д. Д., Зяблицкая Я. В. - студенты гр. ПСК – 61
Научный руководитель - д. т. н., проф. Овчаренко Г. И.

Переход строительного комплекса на строительство зданий из монолитного каркаса потребовал разработки высокоэффективных вяжущих. Наряду с супер- и гиперпластифицированными бетонными смесями эффективными для этих целей является добавки ВНВ к обычному цементу. Это позволяет значительно пластифицировать бетонные смеси. Однако в качестве ВНВ исследовались только классические составы на основе ПЦ, поэтому цель настоящей работы является сравнительное исследование пластифицирующего эффекта ВНВ на разных носителях и проверка прочности полученных вяжущих.

В работе использовались: портландцемент марки ПЦ500Д0 Голухинского цементного завода, комовая негашеная известь II сорта производства ОАО «Алтай-Известь», микрокремнезём Новокузнецкого завода ферросплавов и суперпластификатор С3.

Для получения ВНВ портландцемент, известь, микрокремнезём, суперпластификатор С3 подвергались совместному помолу в 4, 6 и 10 процентных соотношениях в лабораторной шаровой мельнице типа МБЛ – 5 при энергии помола 100 %.

ВНВ добавляли к исходному ПЦ в количестве 10 и 20 %. Из ТНГ полученных вяжущих формовались образцы - кубики $2 \times 2 \times 2$ см, которые твердели в нормальных условиях и испытывались на сжатие в возрасте 1, 3, 7 и 28 суток.

В ходе эксперимента исследовалось водопотребление составов вяжущих на основе ПЦ с введением в него ВНВ. На графике представлена зависимость водопотребления составов ВНВ на разных носителях к исходному ПЦ. Где видно, что независимо от состава ВНВ водопотребность при введении 10% ВНВ уменьшается примерно на 5 – 7 %, а при 20% ВНВ на 12 – 13 % по сравнению с контрольным составом (рисунок 1).

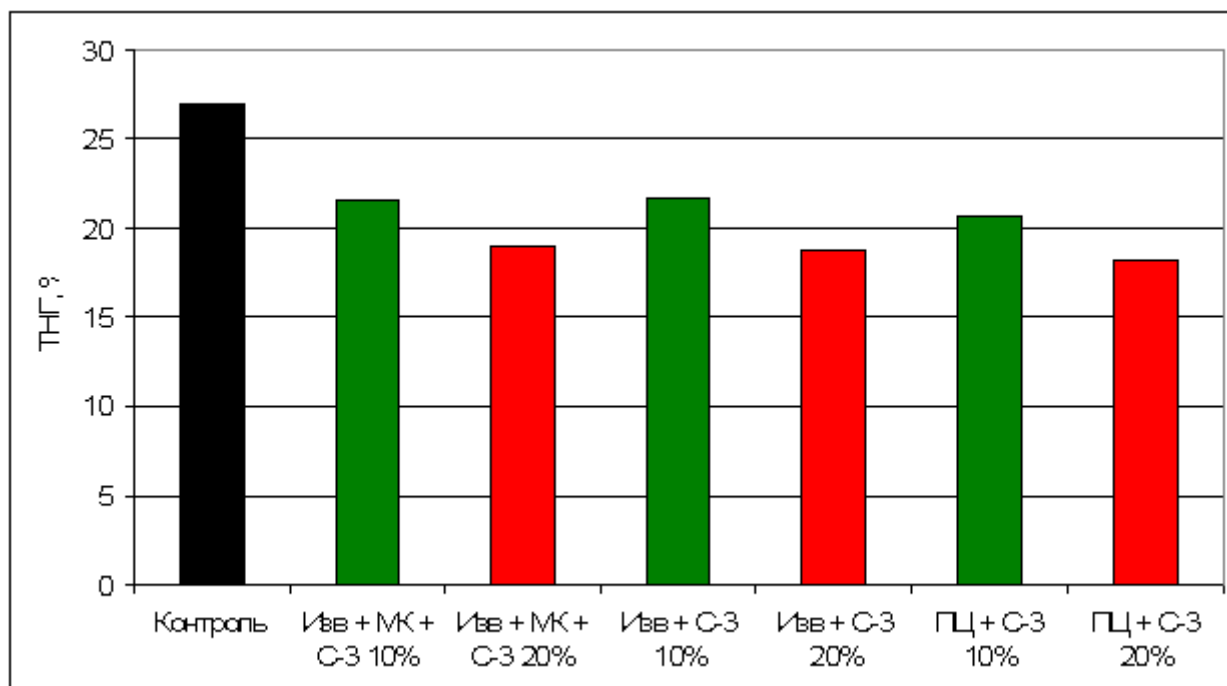


Рисунок 1 - Зависимость ТНГ от составов вяжущих

Проанализировав прочностные характеристики составов полученных вяжущих (рисунок 2), можно сделать вывод о том, что увеличение процента вводимого в ВНВ С3 позволяет увеличить прочность образцов за счёт снижения водопотребления и уплотнения структуры цементного камня.

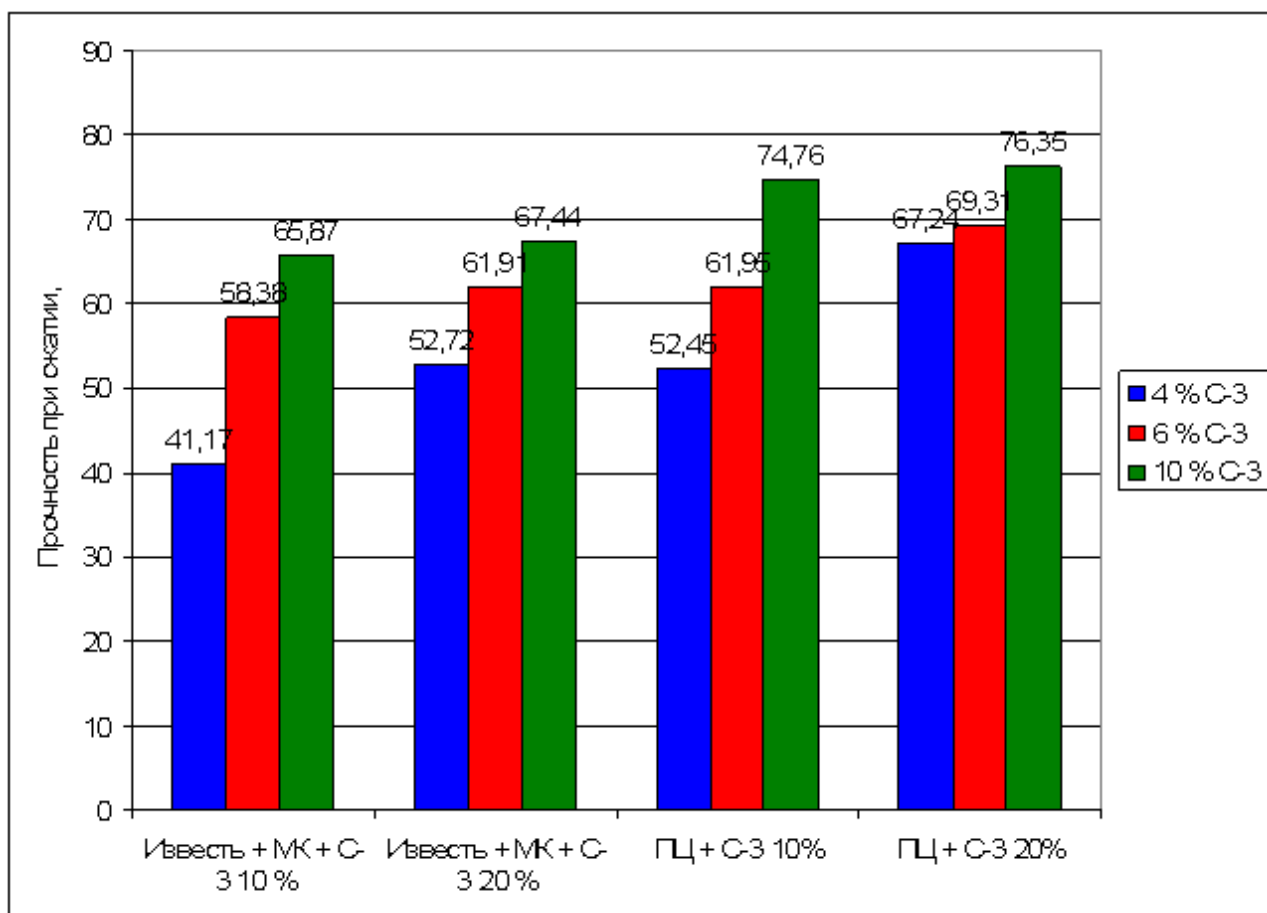


Рисунок 2 – Зависимость прочности от составов ВНВ

При оценке прочностных характеристик составов вяжущих на основе ПЦ с добавлением ВНВ можно сделать вывод, что ВНВ на основе ПЦ + С-3 даёт высокие прочностные характеристики по сравнению с другими составами.

ВЛИЯНИЕ ПРОНИКАЮЩЕЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОГО РАСТВОРА

**Казанцева С. В., Стародубов А. М. – студенты группы ПСК-61
Научный руководитель – д.т.н., профессор Овчаренко Г. И.,
аспирант – Бровкина Н. Г.**

На рынке строительных материалов существует большой выбор гидроизоляционных композиций. Проникающая гидроизоляция, в отличие от традиционных видов, позволяет не только увеличить водонепроницаемость бетонов и цементно-песчаных растворов, но также улучшает их строительные – технические свойства, одним из которых является морозостойкость.

Целью эксперимента является сравнительное исследование морозостойкости цементно-песчаного раствора при обработке образцов растворами солей.

В качестве сырьевых материалов использовали: Голухинский портландцемент ПЦ500Д0, обской песок с модулем крупности $M_{кр}=1,52$ и растворы солей (для пропитки цементно-песчаных образцов)

Для проведения эксперимента использовали образцы-балочки размером $4 \times 4 \times 16$ см, приготовленные из цементно-песчаного раствора 1:3 (ПЦ500Д0+песок) с В/Ц=0,6. Образцы подвергали тепловлажностной обработке с режимом пропаривания 3+6+3 при температуре изотермической выдержки $60^{\circ}C$. После ТВО образцы выдерживали 7 суток в нормальных условиях. По истечении этого срока цементно-песчаные балочки обрабатывали следующими

составами проникающей гидроизоляции (раствором сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$, раствором нитрата натрия $NaNO_3$, раствором хлорида кальция $CaCl_2$, раствором формиата натрия $HCOONa$, составной (солевой) частью аналога Кальматрона). Параллельно проводили исследование образцов, пропитанных солями единойжды, и образцов, пропитываемых каждые 10 циклов. Образцы подвергали испытанию через 10 циклов (по 2 образца на каждое испытание). Испытания образцов на морозостойкость осуществляли согласно ГОСТ 10060.0-95 «Базисный метод определения морозостойкости».

За контрольный состав принят цементно-песчаный раствор 1:3 без пропитки.

Полученные данные (рисунки 1,2) свидетельствуют о том, что обработка цементно-песчаных образцов, растворами солей, а также составной частью аналога Кальматрона, позволяет повысить морозостойкость и увеличить прочность в сравнении с контрольными образцами, которые не подвергались пропитке составами проникающей гидроизоляции. Однако применение не всех растворов солей является одинаково эффективным.

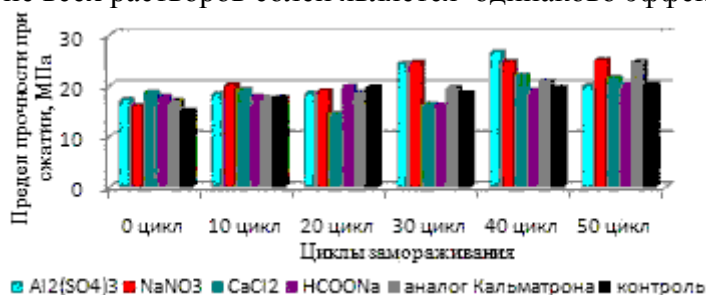


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности при сжатии от циклов попеременного замораживания и оттаивания для цементно-песчаных образцов, пропитываемых различными составами проникающей гидроизоляции один раз

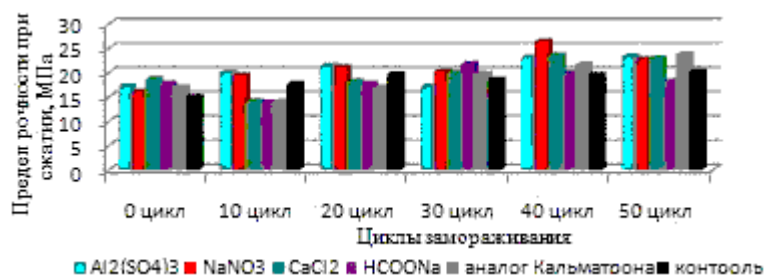


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии от циклов попеременного замораживания и оттаивания для цементно-песчаных образцов, пропитываемых различными составами проникающей гидроизоляции через каждые 10 циклов

Повышение прочности цементно-песчаных образцов при попеременном замораживании и оттаивании может быть вызвано образованием нерастворимых кристаллогидратов в порах цементно-песчаных образцов после пропитки растворами солей и составной частью аналога Кальматрона, что в свою очередь приводит к частичному заполнению пор и уплотнению структуры с повышением прочности.

Набор прочности образцов, пропитываемых раствором сульфата алюминия, возможен за счет образования дополнительных AF_t фаз.

При использовании раствора нитрата натрия $NaNO_3$ и раствора хлорида кальция $CaCl_2$ в качестве проникающей гидроизоляции в порах цементно-песчаных образцов вероятно, происходит образование гидроксонитрата ($CaOHNO_3$) и гидроксохлорида кальция ($CaOHCl$), что является предпосылкой к получению армирующего каркаса.

При использовании аналога Кальматрона набор прочности и повышение морозостойкости происходит также за счет образования малорастворимых комплексных соединений, заполняющих поры и, следовательно, препятствующих проникновению воды.

Применение не всех растворов солей в качестве проникающей гидроизоляции является одинаково эффективным. Результаты испытаний показали, что при использовании в качестве проникающей гидроизоляции растворов сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ и хлорида кальция $CaCl_2$ наиболее эффективной является периодическая пропитка этими составами. Применение же в качестве проникающей гидроизоляции раствора нитрата натрия $NaNO_3$, раствора формиата натрия $HCOONa$ и составной частью аналога Кальматрона является более эффективным при однократном пропитывании цементно-песчаных образцов этими составами. Это можно объяснить тем, что при периодической пропитке происходит перенасыщение новообразованиями, что приводит к разрушению структуры. Однако образцы пропитанные раствором формиата натрия $HCOONa$ имеют более низкие показатели в сравнении с образцами пропитанными растворами других солей, как при однократной, так и при периодической пропитке, что говорит о низкой эффективности применения этого состава в качестве проникающей гидроизоляции.

СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ

Казарян Г.П., Сорокина А.С. - студенты группы ПСК-61

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

Ограниченное производство сульфатостойкого портландцемента (ПЦ) требует поиска вариантов производства характерно стойких вяжущих и бетонов на их основе. Одним из таких вариантов может являться производство на заводах ЖБИ золопортландцементов (ЗПЦ).

Целью исследования являлся подбор различных добавок для повышения сульфатостойкости цементно-песчаных растворов на основе ПЦ.

Основной задачей считалось сравнение коррозионной стойкости растворов на основе ПЦ с различными минеральными добавками в различных условиях твердения, путём определения потерь прочности составов после нескольких циклов сульфатного воздействия.

В работе применялись следующие материалы: ПЦ М-500 Д0 Голухинского цементного завода, обской песок с модулем крупности 1,52, каменноугольная зола с ТЭЦ – 5 г. Новосибирска (КУЗ), бурогоугольная зола с ТЭЦ – 3 г. Барнаула (БУЗ), микрокремнезём завода ферросплавов г. Новокузнецка (МК), доменный гранулированный шлак ЗАО «Западно-Сибирский МК» г. Новокузнецка (ДГШ). Помол на основе ПЦ осуществлялся с добавками, составы которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы вяжущих

№ состава \ Вещество, %	ПЦ500Д0	КУЗ ТЭЦ-5	БУЗ ТЭЦ-3	ДГШ	МК
С1	100				
С2	67	33	-	-	-
С3	67	-	33	-	-
С4	67	-	-	33	-
С5	67	-	25	8	-
С6	70	10	20	-	-
С7	62	-	33	-	5

Затраты энергии на совместный помол ЗПЦ составляет 75% от помола клинкера на цемент. Из раствора вяжущее: песок 1:3 формовались балочки размером 4×4×16 см, которые выдерживались в ёмкостях с дистиллированной водой и 5%-ым раствором Na_2SO_4 . Испытания образцов на прочность на изгиб и сжатие производились на 1, 7, 14, 21, 28 сутки.

Результаты определения потери прочности образцов представлены на рисунках 1 и 2.

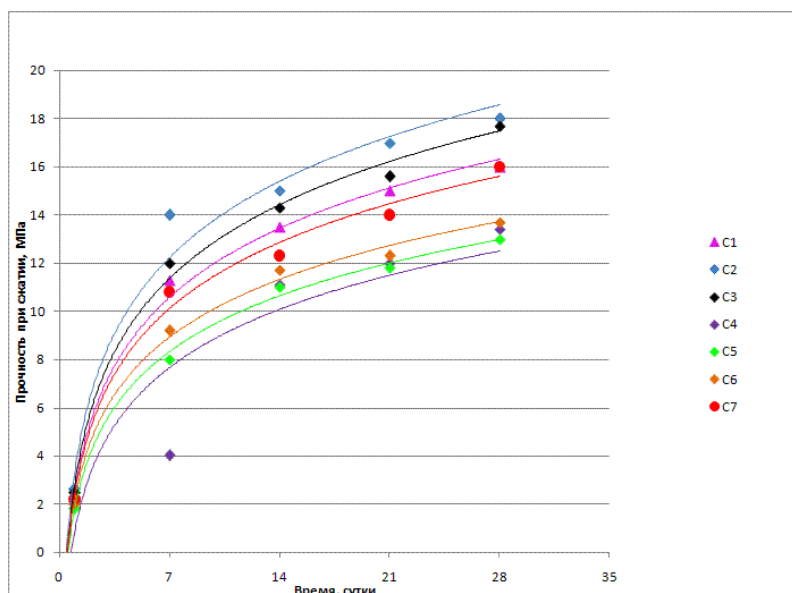


Рисунок 1 – Зависимость прочности образцов от времени твердения в дистиллированной воде

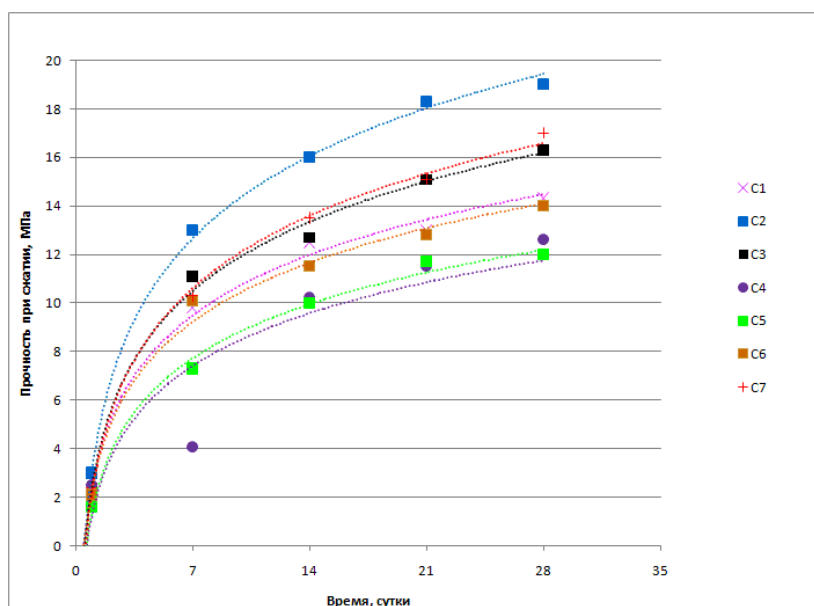


Рисунок 2 – Зависимость прочности образцов от времени твердения в сульфатной среде

Как видно из графиков, введение в состав вяжущего КУЗ(33%) или БУЗ(33%), обеспечивает прирост прочности образцов, твердевших в сульфатной среде по сравнению с прочностью образцов, твердевших в нормальных условиях. При этом обеспечивается увеличение прочности относительно контрольного состава. Составы с добавлением ДГШ, БУЗ+ДГШ, БУЗ+КУЗ показали стойкость ниже исходного ПЦ.

ВЛИЯНИЕ ПРОНИКАЮЩЕЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ НА АТМОСФЕРОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТО-ПЕСЧАНОГО РАСТВОРА

Киселева Е. В. – студентка гр. ПСК-61
Научный руководитель - д. т. н., проф. Овчаренко Г. И.,
аспирант Бровкина Н. Г.

В настоящее время в строительстве применяется большое количество гидроизоляционных материалов, способных защитить бетонные и железобетонные конструкции от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Основная причина

снижения прочности цементосодержащих материалов при воздействии воды – вымывание составляющих цементного камня, что приводит к увеличению числа пор, а следовательно к снижению прочностных характеристик. Поверхностная гидроизоляция чувствительна к механическому воздействию, поэтому и мало эффективна. Целесообразна обработка цементосодержащих материалов проникающей гидроизоляцией, кальматирующей капиллярные поры.

Целью данного исследования является проведение сравнительного анализа проникающей гидроизоляции аналога «Кальматрон» и отдельных солей на атмосферостойкость цементно-песчаного раствора.

В работе применялись следующие сырьевые материалы: портландцемент марки 500 Д0, Голухинского цементного завода, песок речной с поймы реки Оби, растворы солей: $Al_2(SO_4)_3$, $NaNO_3$, $HCOONa$, $CaCl_2$, аналог состава «Кальматрон»: $NaNO_3$; Na_2CO_3 ; Na_2SO_4 ; $CaCl_2$; CaC_2 ; $Ca(OH)_2$.

Сырьевые материалы удовлетворяют требованиям ГОСТ 8735-88 и ГОСТ 10178-85.

Испытания на атмосферостойкость проводились путем нанесения растворимых солей проникающей гидроизоляции на образцы 4x4x16 из теста нормальной густоты, прошедшие тепло-влажностную обработку по режиму 3+6+3 часов при температуре изотермической выдержки 60°C. В исследовании использованы контрольные образцы (не обрабатываемые растворами солей); образцы, пропитанные вышеперечисленными составами один раз (перед началом испытаний); образцы, пропитанные данными составами перед началом и по прошествии каждых 10 циклов. Образцы подвергли попеременному высушиванию при 80°C и замачиванию в воде, после чего испытывали на прочность через каждые 10 циклов.

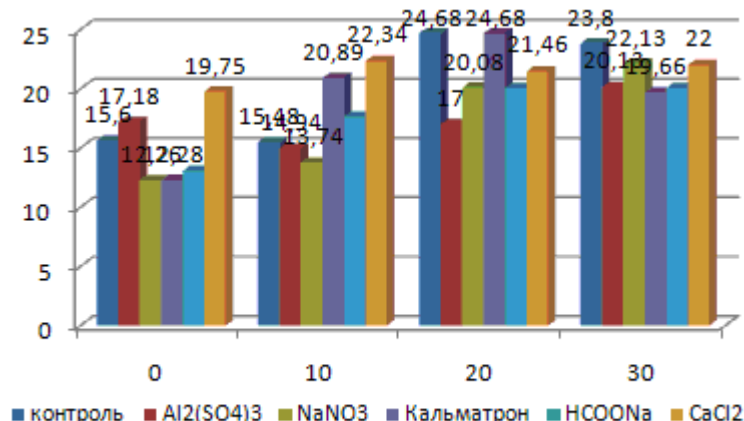


Рисунок 1 – Зависимость прочности при сжатии от циклов попеременного высушивания-замачивания образцов, пропитываемых перед началом испытаний.

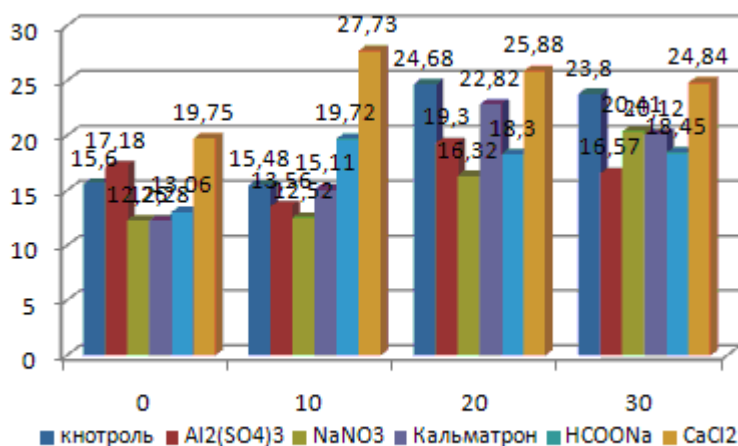


Рисунок 2 – Зависимость прочности при сжатии от циклов попеременного высушивания-замачивания образцов, пропитываемых каждые 10 циклов.

Согласно полученных данных можно сделать выводы:

1. $Al_2(SO_4)_3$ – в данном случае нет смысла постоянного пропитывания образцов данной солью. Следует предположить, что повторное пропитывание можно провести через 30-40 циклов атмосферостойкости.

2. $NaNO_3$ – при пропитывании каждые 10 циклов заметно следствие действия избытка солей, а в случае однократного пропитывания возможно повторное применение солей после 30-40 цикла.

3. Аналог состава Кальматрон – в данном случае будет целесообразно увеличение периода между повторными пропитываниями до 30 циклов.

4. $HCOONa$ – хотя данные образцы имеют низкое значение по сравнению с контрольными образцами, но по имеющимся данным можно спрогнозировать, что со временем прочностные характеристики контрольных образцов будут падать, а образцы пропитанные $HCOONa$ будут держать прочность на достигнутом уровне в пределах 22 – 23 МПа.

5. $CaCl_2$ – в данном случае достаточно двухразовой пропитки. С каждым последующим пропитыванием прочность образцов снижается, так как происходит чрезмерное насыщение пор образованиями солей, что приводит к расшатыванию структуры.

При многократном высыхании и увлажнении цементного камня постепенно накапливаются остаточные деформации, расшатывается структура, увеличивается пористость и объем, что характеризуется снижением прочности и других свойств камня.

При замачивании образцов происходит вымывание легкорастворимых продуктов гидратации цемента, что тоже сопровождается нарушением структуры и уменьшением плотности и прочности камня. Так вымывание гидроксида кальция приводит к снижению его концентрации и, вероятно, разложению различных гидратных фаз, включая Af_t , Af_m и др.

Обработка цементосодержащих материалов проникающей гидроизоляцией позволяет увеличить срок службы этих изделий. Вероятно, это происходит вследствие того, что введенные химические компоненты связывают свободный гидроксид кальция и образует мало растворимые комплексные соединения.

Введение солей и образование новых кристаллов сопровождается частичным заполнением пор и уплотнением структуры с повышением прочности.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ КАМНЯ ИЗ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

**Костик М.В., Конюшенко Е.С. - студенты гр. ПСК – 61
Научный руководитель - д. т. н., профессор Овчаренко Г.И.**

В связи с резким увеличением в отдельные периоды темпов строительства отмечается значительное увеличение цены цемента, а также его дефицит. Все это заставляет разрабатывать варианты производства более дешевых альтернативных вяжущих для различных производственных нужд. Одним из решений этих задач является использование золы ТЭЦ в качестве основы золопортландцемента (ЗПЦ). Наиболее эффективны высококальциевые золы, однако, они могут вызывать сверхнормативные деформации удлинения.

Целью данной работы является исследование деформаций образцов на основе ЗПЦ, влияние на это свойство различных добавок, подбор оптимального состава вяжущего.

В работе сырьевыми материалами являлись: портландцемент (ПЦ) 500 Голухинского цементного завода, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 10178-85, высококальциевая зола ТЭЦ – 3 (г.Барнаул), кислые золы: ТЭЦ-5 (г. Новосибирск), золы от сжигания уйтурских и харанорских углей на Харанорской ГРЭС (Читинская область), доменный гранулированный шлак (ДГШ) ЗАО «Западно – Сибирский МК» и микрокремнезем конденсированный ТУ

5743-048-02495332-96 Новокузнецкого завода ферросплавов, марка по классу крупности МКУ-85.

Для проведения эксперимента осуществлялся помол ЗЩ в шаровой мельнице типа МБЛ – 5. Загрузка мельницы стандартная. Помол производился с энергией $E = 75\%$ от помола клинкера на цемент.

Из ЗЩ формовались образцы размером 2,5x2,5x30 см с реперами по ГОСТ 25818-91.

Твердение готовых образцов осуществлялось при последовательной обработке: 1) одни сутки – в нормальных условиях; 2) пропаривание по режиму обработки 3 + 6 + 3 ч. при 60°C ; 3) запаривание в автоклаве при 21 атм. Испытания образцов проводились на 1 сутки, после пропаривания и автоклава.

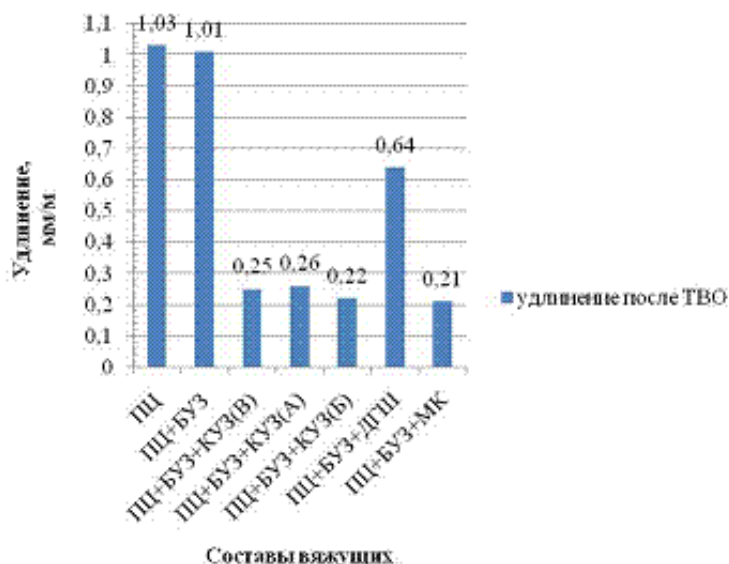


Рисунок 1 – Зависимость удлинения образцов от состава вяжущих после ТВО

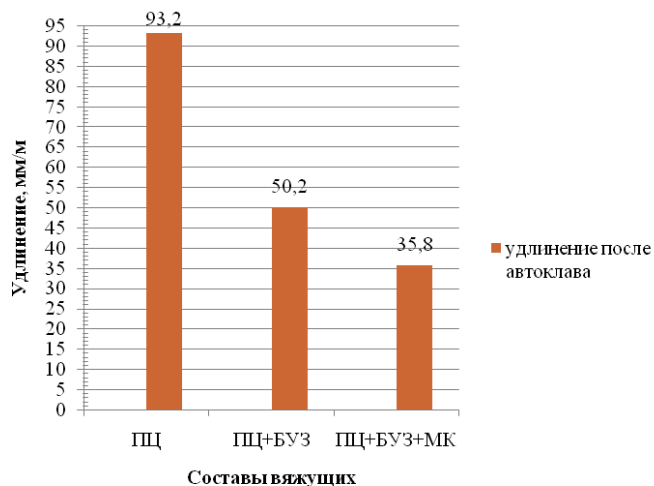


Рисунок 2 - Зависимость удлинения образцов от состава вяжущих после автоклава

Наибольшее удлинение показывает образец ПЩ+БУЗ за счет повышенного содержания $\text{CaO}_{\text{св}}$. Повышенное содержание $\text{CaO}_{\text{св}}$ приводит к неравномерности изменения объема, в результате чего образец деформируется, поэтому остальные образцы не выдержали испытания и разрушились.

Как видно из экспериментальных данных, ПЩ 500 Д0 Голухинского цементного завода проявляет сверхнормативные деформации удлинения при запаривании в автоклаве (рисунок

2) и заметные деформации после пропаривания (рисунок 1), в то время как по методу кипячения лепешек цемент обладает равномерностью изменения объема. Это говорит о сложном составе клинкера, содержащего, вероятно, повышенное количество свободной извести (а возможно и MgO).

ВЛИЯНИЕ ОРГАНОБЕНТОНИТОВ НА СВОЙСТВА ЭМАЛЕЙ ПФ-115

Корхонен С.Н. - студентка гр. ПСК-41

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

Несмотря на бурное развитие в последние годы производства и потребления прогрессивных водоразбавляемых ЛКМ, а также достигнутые успехи в производстве красок на основе синтетических пленкообразователей (акриловых, перхлорвиниловых, эпоксидных, полиуретановых и др.), основой производства ЛКМ в нашей стране по-прежнему являются алкидные связующие, а на рынке лакокрасочной продукции преобладают ЛКМ на их основе. Ассортимент выпускаемых в промышленном масштабе алкидных эмалей в настоящее время не отличается разнообразием, поэтому их производство является перспективным. Эмаль ПФ-115 в том виде, в котором она производится, не отвечает в полной мере зарубежным стандартам и повышенным запросам потребителей, поэтому есть возможность значительно улучшить её потребительские свойства.

Целью работы является улучшение потребительских свойств эмали ПФ-115 с добавкой органобентонитов.

В работе использовались компоненты эмали ПФ-115: пентафталевый лак ПФ-053, пигменты TiO_2 г. Сумы и TiO_2 “Дюпонт”, мел - природный, диспергатор – диспекс, уайт-спирит, а также органобентонит фирмы «Консиб» (ОБ-К), бентонитовый порошок (БП), тетраэтиламмоний йодистый (ТЭА), органобнтонит на основе ТЭА (ОБ-ТЭА).

Полученные составы эмали ПФ-115 испытывались по следующим показателям: укрывистость, содержание нелетучих веществ, смываемость, время высыхания.

Исследования показали улучшение всех характеристик эмали ПФ-115 с добавкой 0,5-1,5% органобентонитов. Добавки бентонитового порошка ухудшает потребительские свойства эмали, а добавка ТЭА - занимает промежуточное положение между БП и органобентонитами по характеристикам свойств. При этом добавка в красочный состав ОБ-ТЭА не уступает по характеристикам добавке ОБ-К (рисунок 1, 2).

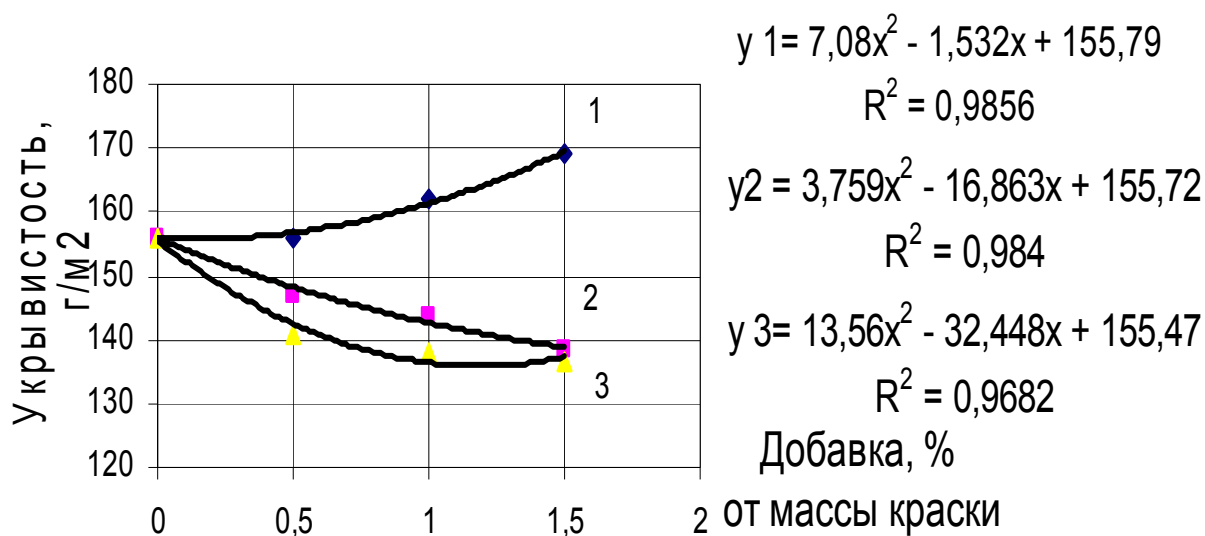


Рисунок 1 - Влияние вида и количества добавки на укрывистость эмали ПФ-115, г/м²: 1 – бентонит; 2 – тетраэтиламмоний йодистый; 3 – ОБ-ТЭА

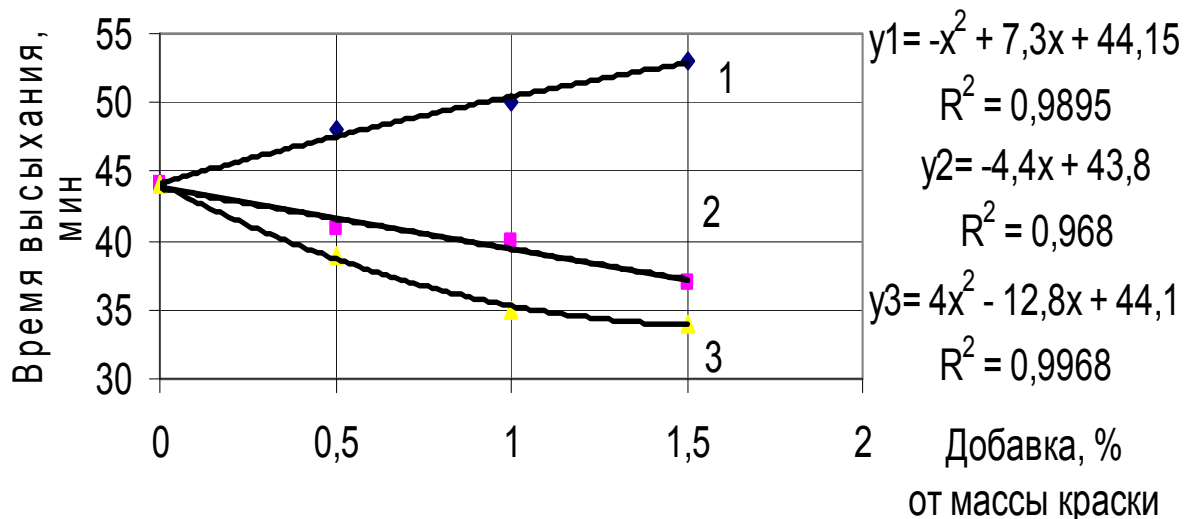


Рисунок 2 - Влияние вида и количества добавки на время высыхания эмали ПФ-115, мин: 1 – бентонит; 2 – тетраэтиламмоний йодистый; 3 – ОБ-ТЭА

ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТЫ НА КИСЛОЙ И ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВОЙ ЗОЛЕ

Кравченко А.П., Кузовлев М.М. - студенты гр. ПСК-41
 Научный руководитель - д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.

Применение зол ТЭЦ в составах золопортландцементов позволяет сократить затраты на наиболее дорогостоящий компонент бетона, без существенного снижения прочностных показателей смешанного цемента. Высокие показатели достигаются при использовании высококальциевых зол ТЭЦ (ВКЗ) от сжигания бурых углей.

Однако так как эти золы содержат переменную свободную известь и заметное количество (до 5 %) свободного оксида магния (MgO), то требуется компонент, связывающий свободные оксиды при гидратации. Ранее было показано, что в качестве таких материалов могут использоваться микрокремнезем, доменный гранулированный шлак и т.п. В настоящем исследовании показана возможность применение в качестве пуццоланового материала кислых зол ТЭЦ с содержанием $Si_2O + Al_2O_3 + Fe_2O_3 > 75\%$

Материалы необходимые для исследования: портландцемента М400Д20, кислая зола Новосибирской ТЭЦ-5, высококальциевая зола Барнаульской ТЭЦ-3 с различным содержанием свободного CaO(в %). Составы были домолоты с энергией помола 75%.

Результаты исследований приведены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты исследований ЗПЦ

Состав (содержание ТЭЦ3/ТЭЦ5), в %	Прочность на сжатие в МПа.					
	1 сутки Н.У.	3 сутки Н.У.	7 сутки Н.У.	28 сутки Н.У.	1 сутки ТВО	28 сутки ТВО
Состав(0/10)	1,992	7,08	9,416	15,692	10,78	22,07
Состав(0/20)	2,268	7,188	9,268	18,188	10,12	21,98
Состав(0/30)	1,68	5,548	7,376	13,772	9,10	19,57
Контроль (М400Д20)	2,44	6,86	9,56	13,64	10,08	20,76
М400Д20 домолотый	3,2	11,452	15,232	22,42	18,64	27,52
Состав(10/20) с содержанием CaO-4,7%	3,032	7,012	11,432	17,548	10,74	19,37
Состав(20/10) с содержанием CaO-4,7%	3,588	8,5	13,072	20,512	10,21	19,04
Состав(10/20) с содержанием CaO-5,2%	1,84	7	9,76	14,92	11,04	22,72

Состав(20/10) с содержанием СаО-5,2%	1,76	6,84	9,6	14,56	10,72	21,72
Состав(10/20) с содержанием СаО-6,1%	3,16	10,2	12,92	18,36	11,64	15,92
Состав(20/10) с содержанием СаО-6,1%	2,92	10,32	13,16	18,44	11,72	16,04
Состав(10/20) с содержанием СаО-5,7%	2,52	8,32	13,48	20,16	15,32	25,96
Состав(20/10) с содержанием СаО-5,7%	2,44	8,52	13,64	20,44	15,16	25,48
Состав(10/20) с содержанием СаО-6,66%	3,6	10,92	13,92	18,68	12,64	17,04
Состав(20/10) с содержанием СаО-6,66%	3,32	10,84	13,76	18,48	12,72	16,96
Состав(10/20) с содержанием СаО-6,89%	2,4	7,8	12,16	21	6,62	15,68
Состав(20/10) с содержанием СаО-6,89%	2,16	6,64	11,36	19,44	6,12	14,24

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод о том, что замена части цемента золой с последующим совместным домолом (энергия помола 75%) не дает существенного снижения прочностных показателей смешанного цемента, а в некоторых составах прочностные показатели превышают аналогичные показатели контроля(в качестве которого выступал не домолотый портландцемент М400Д20).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТА В ТЕХНОЛОГИИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

**Кузнецов Н.А., Фомичёв Ю.Ю. – студенты гр. ПСК-41
Научный руководитель - к.т.н., старший преподаватель Щукина Ю.В.,
аспирант Гильмияров Р.И.**

Строительные материалы, изделия и конструкции составляют 50 – 60 % в структуре себестоимости строительства. Выбор эффективных ресурсо- и энергосберегающих, технологий строительных материалов, изделий и конструкций существенным образом позволит уменьшить стоимость строительства, его трудоемкость и энергоемкость при одновременном повышении долговечности, качества и комфортности зданий. В связи с повышением за последние годы требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций наиболее актуальным становится использование автоклавного газобетона как конструкционно-теплоизоляционного материала.

Барнаульский завод ячеистого бетона был организован в 60х годах 20 века и оборудование для производства одного из главных компонентов газобетона - извести, морально и физически устарело еще 20 – 30 лет назад. Реконструкция оборудования для ее производства (шахтная печь) требует больших капитальных вложений, что это скажется на стоимости готовой продукции. Поэтому актуальным становится разработка технологии и подбор состава газобетона с уменьшенным количеством извести или полным отказом от её использования. В этом случае перспективным становится использование высококальциевых зол, которые уже содержат в своем составе свободную известь, и золопортландцемента (ЗПЦ) на их основе.

В работе были использованы следующие сырьевые материалы: портландцемент Голухинского цементного завода М400 Д20; известь строительная с содержанием активных СаО и MgO 69,4 %; высококальциевая зола ТЭЦ-3 г.Барнаула (ВКЗ), полученная путем сжигания бурых углей Канско-Ачинского месторождения с содержанием СаО_{отк} 3,6 %, СаО_{общ.} 5,7 %; молотый песок Власихинского месторождения с остатком на сите № 008 – 4% и удельной поверхностью S_{уд} = 1700 см²/г.

Испытания проводились на образцах кубах 100*100*100 мм. Смесь для газобетона плотностью 700 кг/м³ изготавливалась в лабораторных условиях. Вспученные образцы в формах по достижению требуемой пластической прочности помещались в автоклав, где подвергались термальной обработке по режиму 3 + 6 + 3 час и 3 + 8 + 3 при 175–183°С и 8–10 атм.

На первом этапе работы был получен ЗПЦ с содержанием БУЗ 50, 60 и 70% с энергией помола 75 % от энергии помола клинкера на цемент. Полученным ЗПЦ замещали портландцемент и известь в количестве 40, 50, 70, 90 и 100%.

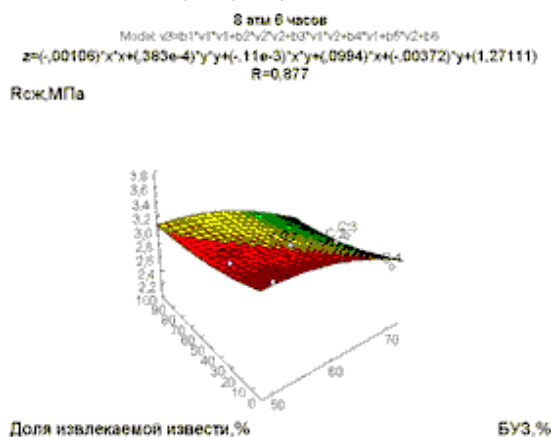


Рисунок 1 - Зависимость прочности при сжатии автоклавного газобетона от количества замещающей извести и состава ЗПЦ

На следующем этапе работы был проведен сравнительный анализ классического (заводского) газобетона и газобетона на ЗПЦ с различным содержанием извести.

При режиме 8 атм. 6 часов наблюдается следующая тенденция, так с уменьшением количества вводимой извести прочность газобетона снижается (рисунок 1). Увеличение времени выдержки до 8 часов позволяет заменить 50–100 % извести на ЗПЦ. Наиболее высокие прочностные характеристики отмечаются в составах с содержанием БУЗ 60 % при восьми часах запаривания.

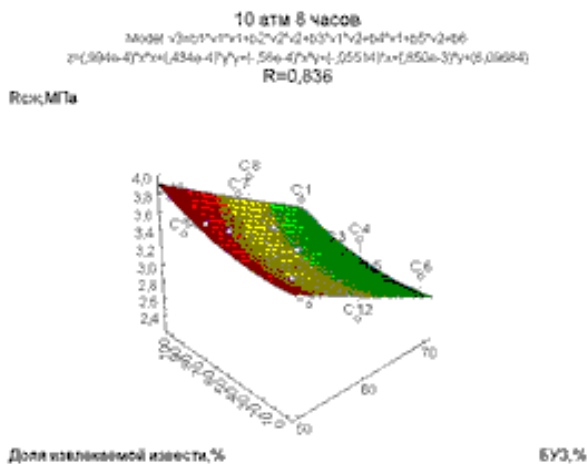


Рисунок 2 - Зависимость прочности при сжатии автоклавного газобетона от количества замещающей извести и состава ЗПЦ

С увеличением давления до 10 атм. тенденция прироста прочности относительно времени выдержки сохраняется (рисунок 2). Следует отметить, что прочность всех автоклавных образцов из газобетона на основе ЗПЦ 50/50 сопоставима с контрольным заводским составом, при этом содержание извести не оказывает существенного влияния на прочностные характеристики бетона. Однако, достижение максимальной прочности в составе ЗПЦ 40/60 наблюдается при содержании извести в количестве 10 % от контрольного состава. Это возможно происходит за счёт того, что при таком соотношении компонентов наблюдается оптимальное соотношение между молотой известью и ЗПЦ, которое изменяет состав сырья, что обеспечивает переход низкопрочного α - C_2SH в высокопрочные гидросиликаты кальция CSH и тоберморит.

В результате проведённого эксперимента установлена возможность получения автоклавного газобетона на основе ЗПЦ с содержанием извести 0–10 %.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГАЗОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЛОМИТОВОЙ ИЗВЕСТИ

Никишова Е.В. – студентка гр. ПСК-41

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

В производстве строительных материалов предусматривается преимущественное развитие технологий, обеспечивающих снижение стоимости, материалоемкости и трудоёмкости строительства, а также повышение теплозащитных свойств получаемых изделий. С этих позиций развитие получают эффективные строительные материалы автоклавного твердения, такие как газобетон.

Автоклавная технология производства позволяет частично заменить постоянно возрастающее в цене традиционное вяжущее – кальциевую известь на доломитовую с целью сокращения расходов дорогостоящего сырьевого материала.

"Барнаульский завод ячеистого бетона" пущен в эксплуатацию в ноябре 1962 года. Оборудование для производства одного из важного компонента автоклавного газобетона – кальциевой извести устарело, а покупка нового оборудования требует больших капитальных вложений, что отражается на себестоимости готовой продукции.

Одним из выходов является замена кальциевой извести на доломитовую, путём доставки её железнодорожным путём из Новосибирска ООО «Городок».

В работе были использованы следующие сырьевые материалы: ПЦ Голухинского цементного завода М400 Д20, известь доломитовая и кальциевая, гипс строительный, молотый песок Власихинского месторождения с остатком на сите №008 – 4 % и удельной поверхностью $S_{уд.}=1700 \text{ см}^2/\text{г}$.

Испытания проводились на образцах кубах $100*100*100 \text{ мм}$. Смесь для газобетона плотностью 700 кг/м^3 изготавливались в лабораторных условиях. Вспученные образцы в формах, при достижении требуемой пластической прочности, помещались в автоклав, где подвергались термальной обработке 3+6+3 час при $175-180^\circ\text{C}$ и давлении 8-10 атм. Автоклавная обработка производилась на заводе ячеистых бетонов.

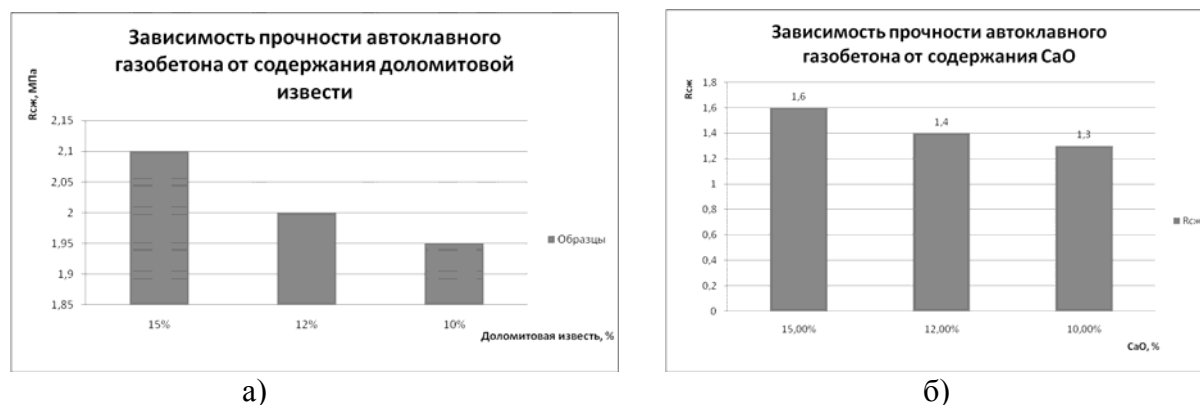


Рисунок 1 - Зависимость прочности автоклавного газобетона от содержания извести
а) доломитовой извести; б) кальциевой извести.

По результатам эксперимента установлено (рисунок 1), что при увеличении содержания извести в составе газобетона, происходит набор прочности. Продукты гидратации различны присутствуют не только гидросиликаты кальция, но и гидросиликаты магния.

Кроме того, исследование процессов карбонизации показало, что газобетон, получаемый с доломитовой известью значительно медленнее карбонизируется. Ведётся обработка результатов.

СМЕШАННЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА ОСНОВЕ ДОМЕННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА

Пискунов М. И., Смирнов В. О. – студенты группы ПСК-61
Научный руководитель – д. т. н., профессор Овчаренко Г. И.

В связи с ростом цен на цементную продукцию остро встал вопрос о получении более дешевых, но не уступающих по качеству строительных материалов. Такими альтернативными продуктами являются шлакопортландцемент (ШПЦ) и шлакощелочное вяжущее (ШЩВ) на основе доменного гранулированного шлака (ДГШ).

Целью работы являлось сравнение свойств ШЩВ и ШПЦ со свойствами портландцемента (ПЦ), а также анализ влияния тепловлажностной обработки (ТВО) ШЩВ и ШПЦ на прочностные характеристики.

В ходе работы применялись портландцемент марки М500Д0 Искитимского цементного завода, доменный гранулированный шлак ЗАО «ЗапСибМК» и жидкое стекло с силикатным модулем $n=1$.

ШЩВ получали помолом ДГШ с энергиями помола E100% и E200%. Для исследования свойств ШЩВ формовались кубы с размером ребра 2 см из теста нормальной густоты (ТНГ). Образцы, хранившиеся в нормальных условиях (20 ± 2 °С и 100 %-ой влажности), испытывались на сжатие в возрасте 3-х, 7-ми и 28-ми суток, а образцы, подвергавшиеся ТВО (при температуре 60 и 85 °С), испытывались сразу после пропаривания. За контрольный состав принимали ПЦ500Д0.

Для исследования свойств ШПЦ также формовались кубы с размером ребра 2 см из ТНГ. Получение ШПЦ осуществляли совместным помолом ПЦ500Д0 и шлака различного процентного содержания шлака при различных энергиях: ПЦ60%/ДГШ40% 1Е, ПЦ60%/ДГШ40% 2Е, ПЦ40%/ДГШ60% 1Е и ПЦ40%/ДГШ60% 2Е. Образцы, хранившиеся в нормальных условиях (20 ± 2 °С и 100 %-ой влажности), испытывались на сжатие в возрасте 3-х, 7-ми и 28-ми суток, а образцы, подвергавшиеся ТВО (при температуре 85°С), испытывались сразу после пропаривания.

Результаты исследования прочностных характеристик ШЩВ представлены на рисунке 1.

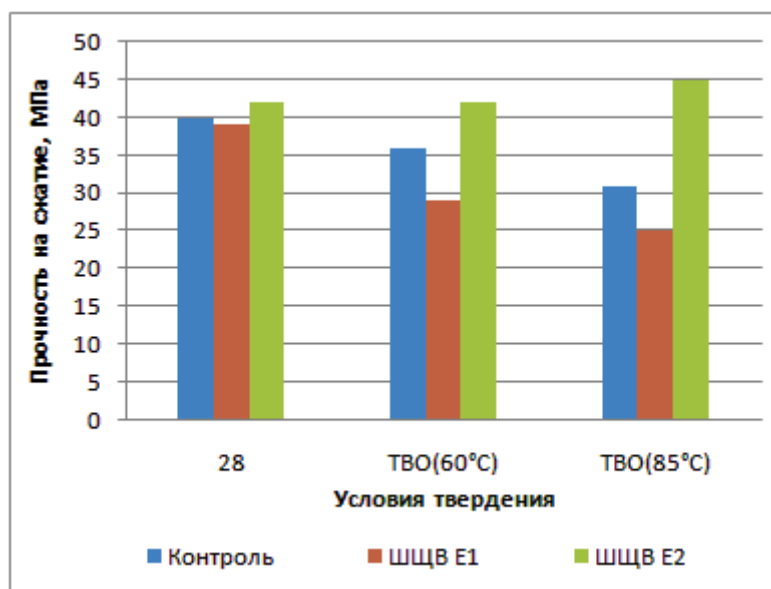


Рисунок 1 - Гистограмма зависимости прочности ШЩВ от условий твердения

При применении тепловлажностной обработке при 60 °С прочность контрольного состава практически равна прочности на 28-е сутки нормального твердения, что объясняется ускоренным набором прочности под влиянием температуры. На прочность ШЩВ E1, ТВО при 60 °С не оказала положительного влияния, по сравнению с контрольным составом. Однако, увеличение энергии помола привело к возрастанию прочности состава ШЩВ E2 как

при ТВО с температурой 60 °С, так и с температурой 85 °С. При этом ТВО при 60 °С обеспечивает прочность этого состава в 28-ми суточном возрасте нормального твердения.

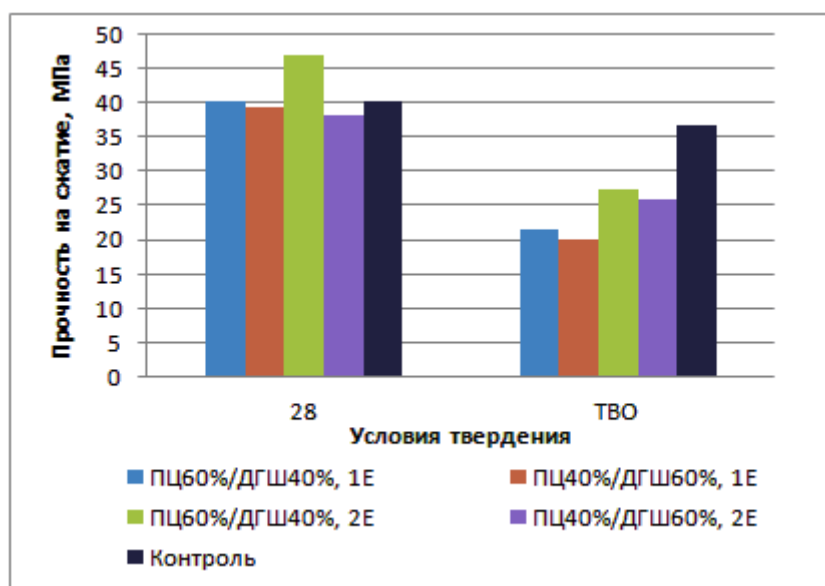


Рисунок 2 - Гистограмма зависимости прочности ШПЦ от условий твердения

На рисунке 2 представлена зависимость прочности ШПЦ от условий его твердения, из которой видно, что все составы, после ТВО набрали прочность менее 70 % от прочности в 28-ми суточном возрасте нормального твердения, что делает применение ТВО не целесообразной для данных составов. При твердении в нормальных условиях наилучшие результаты показали составы ШПЦ: ПЦ60%/ДГШ40% 1Е и ПЦ60%/ДГШ40% 2Е.

Таким образом, введение 40 % ДГШ и помол при энергии 100 % позволяет получить вяжущее с экономией клинкера и сохранением достаточных прочностных характеристик.

На основании исследований можно сделать вывод о том, что ШПЦВ, молотое при Е200% по своим свойствам не уступает, а даже превосходит контрольный состав и вполне может конкурировать с портландцементами.

ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТ НА ОСНОВЕ НИЗКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ

Самсонов А. Ю., Стрельцов И. А. - студенты гр. ПСК-61
Научный руководитель - д.т.н., профессор Овчаренко Г. И.

Замещение части цемента отходами промышленности приводит к снижению стоимости цемента, а также может улучшать качества вяжущего.

Целью исследования является получение золопортландцемента на основе низкокальциевых зол. В ходе эксперимента требовалось проследить изменение прочностных характеристик образцов, полученных помолом цемента с различными золами и их процентным содержанием в золопортландцементе. Помол осуществлялся с энергиями равными 75 и 150 % от затрат энергии помола клинкера на цемент.

В работе использовался портландцемент Искитимского цементного завода марки М500 Д0. В качестве заполнителя применялся Обской песок ($M_{кр}=1,52$). Были использованы следующие кислые золы: Уйтурская зола (проба А), Харанорская зола (проба Б) и зола Новосибирской ТЭЦ-5 (проба В).

Испытания на прочность проводились на образцах-балочках размером 4x4x16 см, сформованных из золоцементно-песчаного раствора в соотношении 1:3. Образцы, хранившиеся при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 95 – 100%, испытывались на 3 и 28 сутки, а образцы, подвергавшиеся тепловлажностной обработке при 60 и 95 °С – непосредственно после нее.

В процессе эксперимента было изучено действие различных кислых зол на прочностные показатели полученного вяжущего. Добавление низкокальцевой золы позволило снизить водопотребность золоцементно-песчаного раствора, вследствие чего наблюдается повышение прочности (рисунок 1). Это происходит потому, что частицы золы имеют шарообразную стекловидную форму в результате чего они более хорошо скользят между собой, обеспечивая низкую водопотребность смешанного вяжущего.

Введение 20 % золы в вяжущее и его помол при энергии 75 % дает повышение прочности балочек с пробами золы А и В на 3, 28 сутки нормального твердения и после ТВО при 60 °С по сравнению с контролем на 10-20 %.

Прочность после ТВО при 95 °С численно соизмерима с прочностью контрольных образцов. Образцы с пробой золы Б во всех случаях, кроме 3 суток нормального твердения, показали прочность ниже контроля, а также других составов.

Введение золы в количестве 15-20 % дает наиболее лучшие результаты (рис. 2). В свою очередь замена портландцемента 30 % кислой золы с последующим совместным помолом приводит к улучшению прочностных характеристик по сравнению с контролем. С экономической точки зрения целесообразнее вводить в портландцемент 30 % золы, незначительно ухудшая прочность смешанного вяжущего, но выигрывая в экономических затратах на производство вяжущего. Сравнив прочностные характеристики одинаковых образцов, полученных с разными энергиями помола, можно сделать вывод, что помол с энергией равной 150 % нерентабелен, так как не наблюдается значительного увеличения прочности.

В настоящее время стоимость портландцемента в среднем составляет 4000 рублей за тонну, а затраты на покупку одной тонны кислой золы - 400 рублей. Следовательно, при замене 20 % портландцемента золой экономия денежных средств составляет 15 % (с учетом затрат на помол), а при замене 30 % - экономия составит 24 %. Таким образом, при потреблении заводом железобетонных изделий 40000 тонн цемента в год экономия может составить 24 млн. рублей при замене 20 %

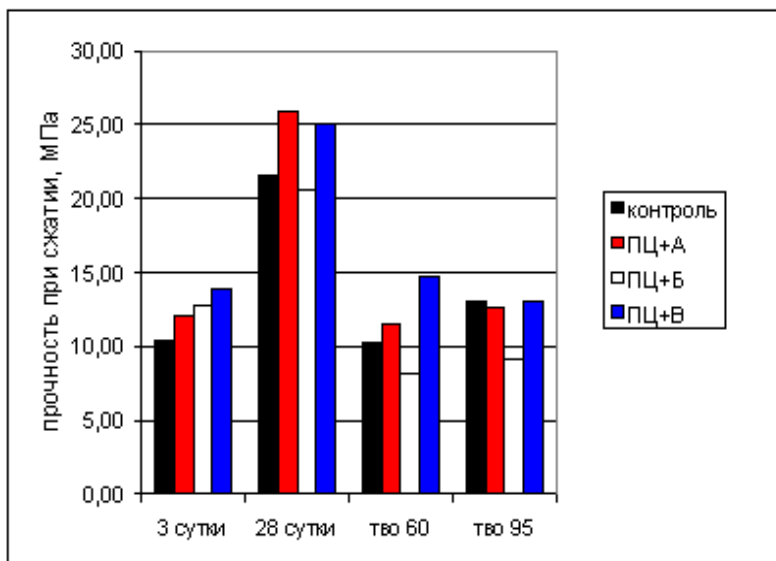


Рисунок 1 – Зависимость прочности при сжатии от времени и способа твердения образцов-балочек с добавкой 20 % золы и энергией помола 75 %

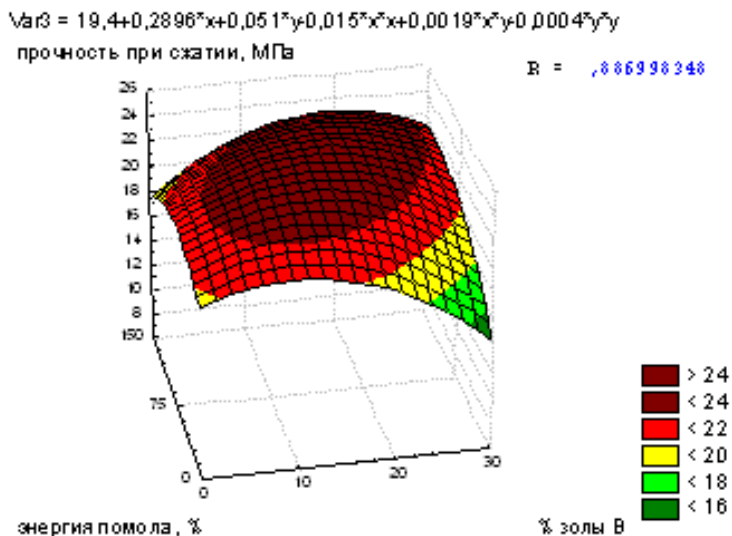


Рисунок 2 – Зависимость прочности на 28 сутки от процентного содержания золы и энергии помола

золы, а при замене 30 % - 38,4 млн. рублей.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕГКОГО ПЕНОБЕТОНА

**Сидоренко Д. Е., Смольянинова Т. Н. – студенты гр. ПСК – 41
Научные руководители – к.т.н., Щукина Ю.В.,
аспирант Баев М.Н.**

В настоящее время к числу наиболее перспективных утеплителей относится неавтоклавный теплоизоляционный пенобетон, отличающийся экологической и пожарной безопасностью, долговечностью, эксплуатационной совместимостью с конструкционными материалами, распространенностью применяемого сырья и другими ценными качествами. Однако широкому применению теплоизоляционного пенобетона препятствует ряд факторов, связанных с технологией производства, а именно: из-за присутствия большого количества поверхностно-активных веществ, значительного количества воды и плохого качества заполнителей, для него характерны большая усадка, замедленный рост прочности и расслоение по высоте.

К сожалению, эти явления редко принимаются во внимание изготовителями, что приводит к выпуску некачественной продукции. Решить проблему можно исключительно повышением стойкости пен.

Целью данной исследовательской работы было получение устойчивой технологии особо легкого теплоизоляционного пенобетона неавтоклавного твердения.

В работе были использованы следующие сырьевые материалы: портландцемент М500Д0 искитимского цементного завода (ПЦ); белковый пенообразователь Foamcem Laston (Италия), двухкомпонентный белковый пенообразователь Омпор (Россия, г.Омск), высококальциевая зола от сжигания Канско-Ачинских бурых углей с ТЭЦ-3 г. Барнаула (БУЗ), добавки – ускорители твердения сульфат натрия, формиат натрия, карбонат натрия, в качестве тонкодисперсного минерального наполнителя был использован органобентонит (производитель-«Консит-А», Россия, Москва).

Для оценки качественных характеристик пенобетона формовались массивы пенобетона, из которых выпиливались образцы – кубы с ребром 100 мм. Образцы испытывали на 7, 14, 28 сутки.

На начальном этапе работы оценивалось влияние пенообразователей на прочностные характеристики пенобетона. В результате установлено, что пенобетон с пенообразователем Омпор имеет более высокие прочностные показатели на всех сроках твердения по сравнению с пенобетоном на Foamcem Laston, поэтому дальнейшие исследования проводились на этом пенообразователе.

Исследовав способы получения легкого, теплоизоляционного пенобетона мы пришли к выводу, что получение пенобетона плотностью 200 кг/м^3 без стабилизирующих добавок невозможно. Так после заливки массив пенобетона не успевает набрать структурную прочность и происходит расслоение смеси и её усадка до плотности $500-600 \text{ кг/м}^3$. В качестве стабилизирующей добавки был использован органобентонит, так как известно, что тонкодисперсные минеральные добавки способствуют формированию более мелкой пористой структуры и увеличению прочности пенобетона. Бентонит добавлялся в дозировках 1, 1,5, 3, 4,5 % от массы ПЦ.

Как видно из рисунка 1, оптимальным содержанием бентонита, при котором массив держит свою структуру и имеет наиболее высокую прочность на сжатие является 1,5% от массы цемента, а 1% бентонита существенно не влияет на прочность.

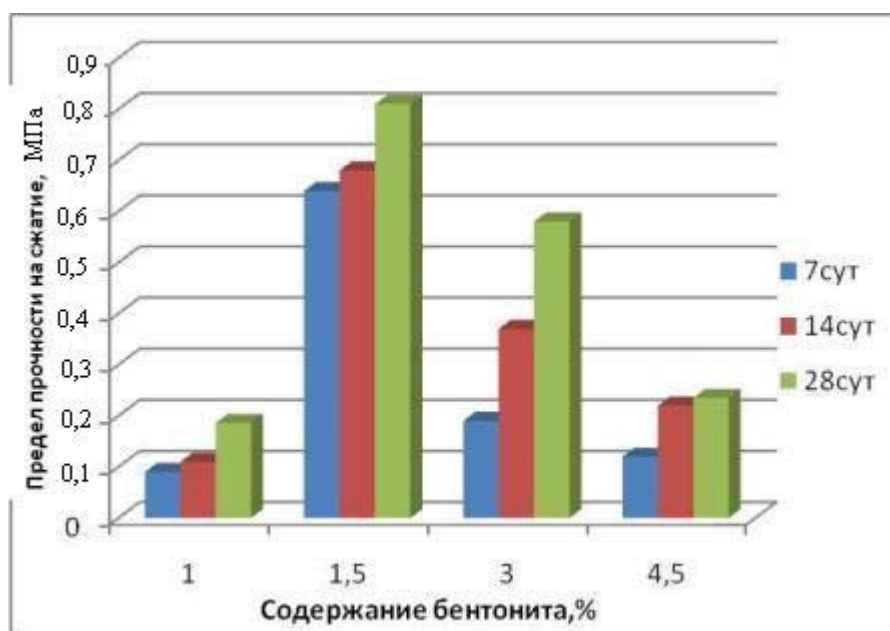


Рисунок 1 – Влияние содержания бентонита на прочность неавтоклавного пенобетона плотностью 200 кг/м³

Это можно объяснить тем, что бентонит способствует созданию плотного припленочного слоя, с равномерной структурой, который предотвращает адгезию активных радикалов ПАВ на поверхности цементных частиц, и, тем самым, способствует активной гидратации клинкерных минералов. При дозировки бентонита больше 1,5% увеличивается количество воды затворения, необходимой для сохранения заданной удобоукладываемости. С увеличением воды прочность пенобетона падает.

Таким образом, в ходе работы получен легкий теплоизоляционный пенобетон плотностью 200кг/м³ с пределом прочности при сжатии 0,8 МПа на 28 сутки.