

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И
ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА АлтГТУ 2007 ГОДА**

Подсекция «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ»

**ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЗОЛОПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ И БЕТОНОВ НА ИХ
ОСНОВЕ**

**Андрейчева Ю.А. Калашников С.А. - студенты гр.ПСК-22
Научный руководитель - ст.преподаватель Хижинкова Е.Ю.
д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.**

В последние годы в России наблюдается значительный рост объемов строительства, увеличивается количество потребителей цемента, что приводит к его нехватке. При этом цементная промышленность не может пока значительно увеличить объёмы выпуска в связи с тем, что износ основных фондов составляет 80%. Наряду с этим стоимость портландцемента (ПЦ) за последние 2 года увеличилась более чем в 2 раза. Решением этих проблем является производство золопортландцемента (ЗПЦ) на основе высококальцевой золы (ВКЗ) от сжигания бурых углей КАТЭКа.

Основными проблемами при использовании зол в золосодержащих материалах является переменность изменения состава и свойств золы в зависимости от состава сжигаемых углей и высокое содержание $\text{CaO}_{\text{своб}}$, закрытого остеклованной оболочкой. Эти недостатки необходимо учитывать, особенно при оценке долговечности золоматериалов, поэтому целью данной работы является оценка влияния ВКЗ на прочность и долговечность бетонов на основе ЗПЦ.

В работе применялись следующие сырьевые материалы, отвечающие требованиям нормативных документов - ПЦ М400 Д20 Голухинского цементного завода, щебень Неверовского месторождения, песок речной Обской и Власихинский, высококальцевая зола Барнаульской ТЭЦ-3 и другие минеральные добавки: доменный гранулированный шлак (ДГШ) Новокузнецких металлургических заводов, микрокремнезём (МК) Новокузнецкого завода ферросплавов, двухводный гипсовый камень. Исследования проводились на 5 пробах ВКЗ, которые в достаточной степени дают представление об изменчивости состава и свойств зол.

На первом этапе работы нами была оценена прочность бетонов на основе ЗПЦ. Полученные результаты подтверждают данные проведенных ранее исследований: прочностные характеристики золосодержащих бетонов зависят от характеристик золы ($\text{CaO}_{\text{своб}}$), однако в среднем прочность не ниже контроля (рисунок 1).

Построив зависимость влияния марки бетона на коэффициент вариации (рисунок 2), можно отметить, что с повышением марки бетона коэффициент вариации проявляет большую стабильность, т.е. эффективность использования в качестве вяжущего золопортландцементов с увеличением марки бетона повышается.

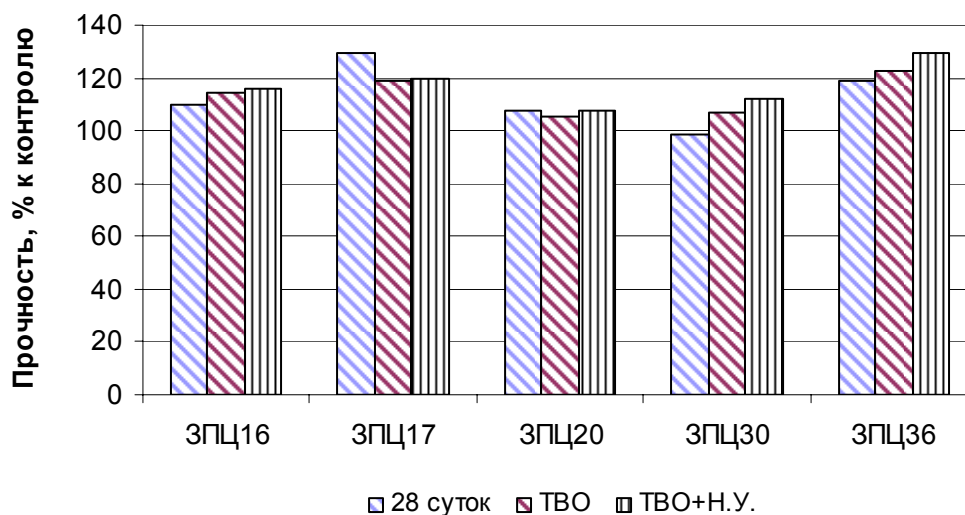


Рисунок 1 – Прочность тяжелого бетона марки М200 на основе ЗПЦ на разных золах

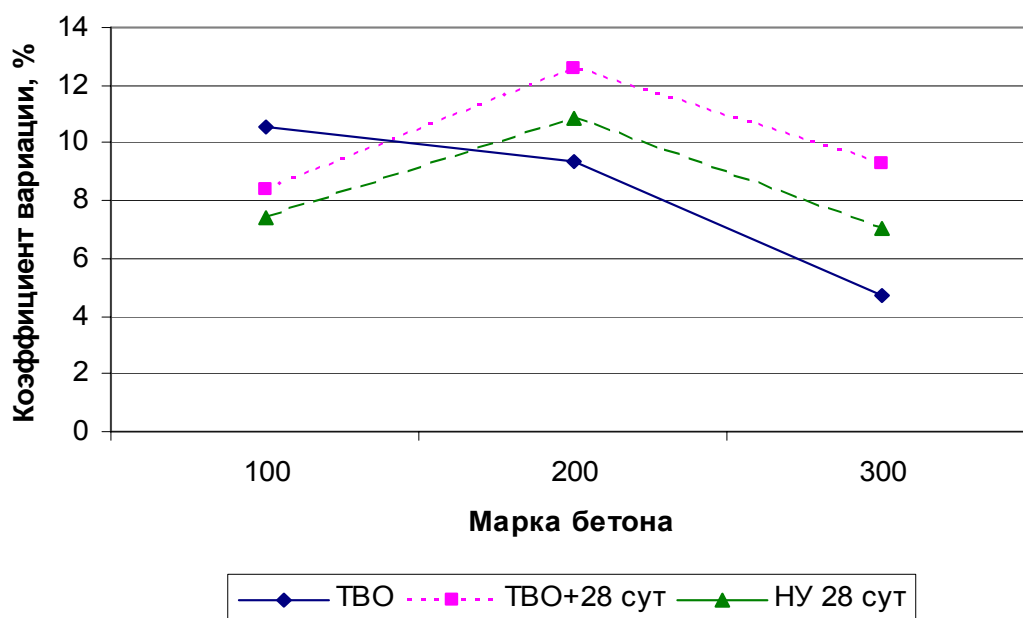


Рисунок 2 – Изменение коэффициента вариации на бетонах разных марок при различных условиях твердения

Однако при анализе влияния ЗПЦ на свойства готовых материалов на его основе необходимо учитывать не только прочность, но и долговечность бетона. Поэтому, оценивая на следующем этапе долговечность бетона на ЗПЦ, видим, что золы с содержанием $\text{CaO}_{\text{своб}} > 7\%$ вызывают значительную деструкцию. Исследования на долговечность проводились по ГОСТ 25818 по методике автоклавирования .

Для уменьшения деструкции были проведены корректирующие мероприятия, в частности введение АМД, в качестве которых были выбраны ДГШ, песок, МК, природный гипс. Введение АМД позволяет снизить деструкцию (рисунок 3).

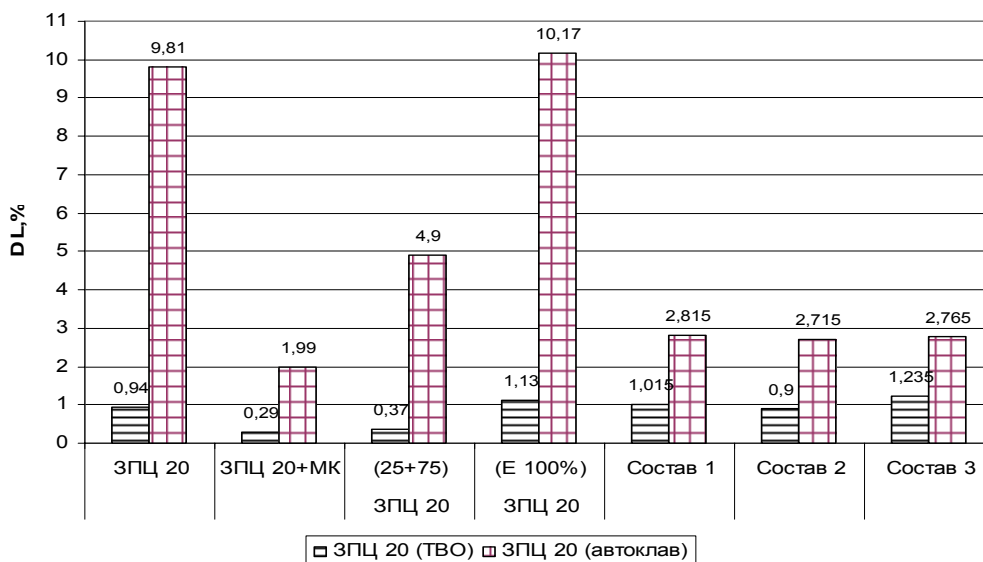


Рисунок 3 – Собственные деформации ЗПЦ

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что использование более дешевого ЗПЦ обеспечивает получение требуемых марок, не вызывая при этом деструкцию при проведении корректирующих мероприятий.

ПОВЫШЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ

Бережной А. Г Чеботников С. М. - студенты гр. ПСК-41

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

В современном строительстве цемент является основным строительным материалом. Наряду с общестроительными свойствами иногда требуется обеспечить высокую водонепроницаемость. Это свойство необходимо при возведении фундаментов, гидротехнических и других сооружений, подвергающихся воздействию напора воды.

Целью работы являлось повышение водонепроницаемости цемента-песчаного раствора. В ходе эксперимента требовалось изучить влияние некоторых добавок на водонепроницаемость и прочностные характеристики исследуемых составов.

В работе использовался портландцемент Искитимского цементного завода марки М400 Д20. В качестве заполнителя применялся Обской песок ($M_{кр}=0,96$). Были использованы следующие добавки: суперпластификатор С-3, $FeCl_3$, $Ca(NO_3)_2$, и кремнийорганическая жидкость ГКЖ-119.

Испытания на водонепроницаемость проводились на образцах-цилиндрах диаметром 110 мм, высотой 50 мм, из цементно-песчаного раствора (1:3) путём поэтапного нагнетания воды на поверхность образца до просачивания её сквозь него. Методика определения водонепроницаемости не стандартна, поэтому результаты испытаний завышены. Контроль прочности осуществлялся на балочках 4*4*16 см по пределу прочности на изгиб и сжатие. Образцы хранились при температуре $20 \pm 2^\circ C$ и относительной влажности воздуха 95 – 100%. Испытания проводились на 3, 7, 14, 28 сутки. Растворная смесь приготавливалась с применением добавок в различном процентном отношении к цементу, как по отдельности, так и в комплексе.

В процессе эксперимента было изучено действие добавок уплотняющего (кольматирующего) действия С-3, $FeCl_3$ и $Ca(NO_3)_2$.

Добавление суперпластификатора позволило увеличить подвижность бетонной смеси, а также снизить водопотребность на 20 – 25%. Водопонижение достигается за счёт улучшения дисперсии цементных зёрен в воде затворения. Они действуют путём адсорбции на границе твёрдой и жидкой фаз. Со снижением водоцементного отношения структура цементного камня уплотнилась, в результате был замечен прирост водонепроницаемости в 2 раза, относительно контроля, при добавлении 1% С-3 (рис. 2).

При добавлении $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ было замечено, что происходит увеличение водонепроницаемости, вероятно из-за уплотнения цементного камня, изменения его микроструктуры. Пористость цементного камня остается в тех же пределах, однако вместо крупных капиллярных пор образуются мелкие капиллярные и поры геля, которые равномерно распределяются в объеме камня и не влияют на проницаемость. Полученные результаты свидетельствуют об этом. При этом так же увеличивается скорость набора прочности (рис. 3). Опыты проводились на образцах с содержанием $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в количестве 0,5, 1,0, 1,5 процентов. Добавление ее в количестве 1% увеличивает водонепроницаемость более чем в два раза. Так же было изучено комплексное действие $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и С-3, на рисунке 1 представлена зависимость водонепроницаемости от содержания $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в присутствии суперпластификатора С-3 и без него.

Действие FeCl_3 сводится к коагуляции пор нерастворимыми новообразованиями, которые препятствуют проникновению воды сквозь них.

На рисунке 2 представлена зависимость водонепроницаемости от концентрации добавок. На графике заметен значительный прирост водонепроницаемости всех составов, однако $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ уже при концентрации 0,5% показывает двукратное увеличение водонепроницаемости.

В работе так же была исследована динамика набора прочности (рис. 3). Заметно явное преимущество состава с одним процентом нитрата кальция. Уже в ранние сроки твердения он показывает большую прочность, относительно контроля. Возможно, это связано с дополнительным образованием этtringитоподобных новообразований $\text{C}_3\text{A} \cdot 3\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 30\text{H}_2\text{O}$, которые обеспечивают рост прочности в ранние сроки.

Хлорид железа так же обеспечивает быстрый рост прочности в начальный период, однако после 14 суток отстает в наборе прочности (рис. 3).

На основе состава $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ + С-3 (рис. 1) удалось повысить водонепроницаемость еще на 10%, путем введения 0,5% кремнеорганической гидрофобизирующей жидкости ГКЖ-119.

В ходе эксперимента получены данные, которые свидетельствуют о значительном повышении водонепроницаемости (до двух раз при однокомпонентном применении добавок и до трёх в многокомпонентном) и прочностных характеристик некоторых модифицированных растворов в сравнении с контрольными образцами.

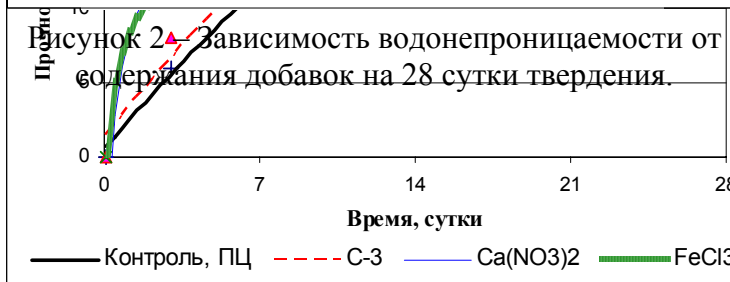
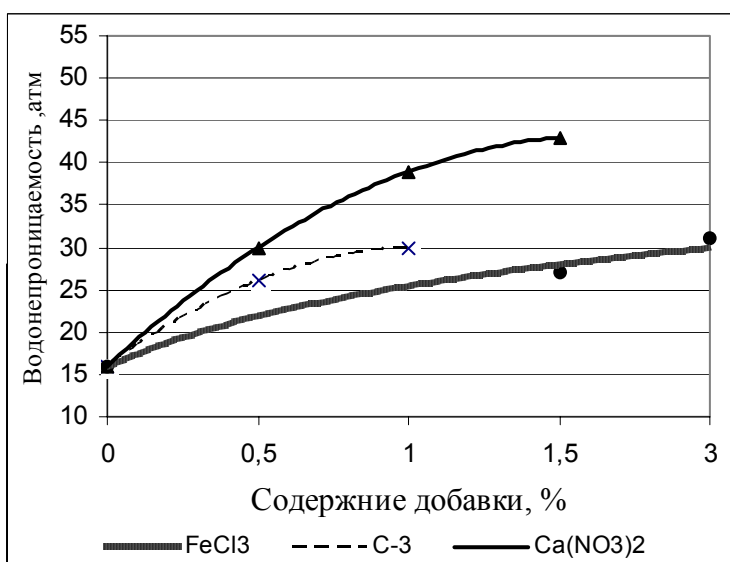


Рисунок 1 – Зависимость водонепроницаемости от содержания $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в присутствии С-3 и без него на 28 суток твердения.

ВЛИЯНИЕ ВИДА МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Башорина Л.А. – студентка гр. ПСК-21

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

В последние годы в мировой цементной промышленности наблюдается существенное снижение доли клинкера в цементе. Если в 1990 г. содержание клинкера в цементе составляло 0,9 кг/кг цемента, то в 2003 г. оно снизилось до 0,85 кг/кг цемента. Из этого следует, что до 0,15 кг/кг цемента составляют в основном альтернативные материалы, которые рассматривают, как добавки или как материалы совместного помола. Одной из наиболее важных причин увеличения использования таких материалов является повышение спроса на цементы, обладающие специфическими свойствами. Другой причиной является возможность изготавливать такие цементы экономно, используя отходы и снижая выделение CO₂ в окружающую среду при производстве цемента.[1]

Как известно, в настоящее время в связи с резким возрастанием транспортных расходов существенно возросла стоимость активных минеральных добавок, традиционно используемых цементными предприятиями. Это приводит к необходимости изыскания добавок на основе имеющихся местных материалов.

Значительно увеличен верхний предел введения минеральных добавок в цементы, разрешен ввод добавок-наполнителей. В целом, по новому стандарту представляется возможным производить цементы самого разнообразного вещественного состава, в том числе и с повышенным содержанием минеральных добавок до 60%

На Севере республики Бурятия находится Иoko-Довыренское платиноносное месторождение. Одним из отходов при добыче полезных ископаемых этого месторождения являются дуниты. Дуниты представляют интерес как комплексное магнийсодержащее сырье. Одним из перспективных направлений использования дунита является применение его в качестве минеральной добавки в вяжущее. При введении добавки расход цемента на каждый кубометр тяжелого бетона существенно сокращается, что приведет к значительному удешевлению строительства.

В Кемеровской области находится Таензинское месторождение доломитов, отвечающих химическому составу чистого минерала доломита-CaCO₃•MgCO₃. Общие запасы массива можно оценить во многие миллиарды тонн

Низкая стоимость сырья — дунитов и доломитов, а также возможность использования их в различных районах нашей страны открывают новые пути развития производства неорганических вяжущих с использованием более широкой сырьевой базы строительных материалов, с одновременным усовершенствованием их свойств.

Нами изучались свойства портландцементов, полученных при использовании в качестве минеральных добавок дунита месторождений Прибайкалья и доломита Таензинского месторождения.

В качестве основных вяжущих использовались клинкер Голухинского цементного завода и двуводный гипс в количестве 3% от массы клинкера. Количество вводимой добавки менялось от 20 до 45 %.

Были изготовлены образцы в виде кубиков (20x20x20 мм). Цементный камень твердел в нормальных условиях и в нормальных условиях после пропаривания.

Нормальная густота и сроки схватывания полученных цементов приведены в таблице 1.

Прочностные характеристики цементного камня приведены на рисунке 1.

Наилучшие результаты цементного камня по прочности в ранние сроки показал состав № 9. В 28-суточном возрасте все составы, кроме состава № 2, имеют близкие значения прочности. Изменение прочности пропаренных образцов приведены в таблице 2.

Таблица 1. Нормальная густота и сроки схватывания

Свойства	Количество добавки, %													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

	0	шлак	дунит						ДОЛОМИТ					
		20	20	25	30	35	40	45	20	25	30	35	40	45
Нормальная густота	24,0	24,2	25,2	25,4	24,9	26	25,9	23,7	26,1	26,7	26,5	25,4	25,8	26,0
Начало схв. час-мин	2-25	3-15	3-05	2-55	3-10	3-15	2-45	3-00	3-10	2-50	2-55	3-05	3-00	3-15
Конец схв. час-мин	4-40	4-30	4-20	4-30	4-00	4-20	3-55	4-05	4-05	4-20	4-30	4-15	3-55	4-30

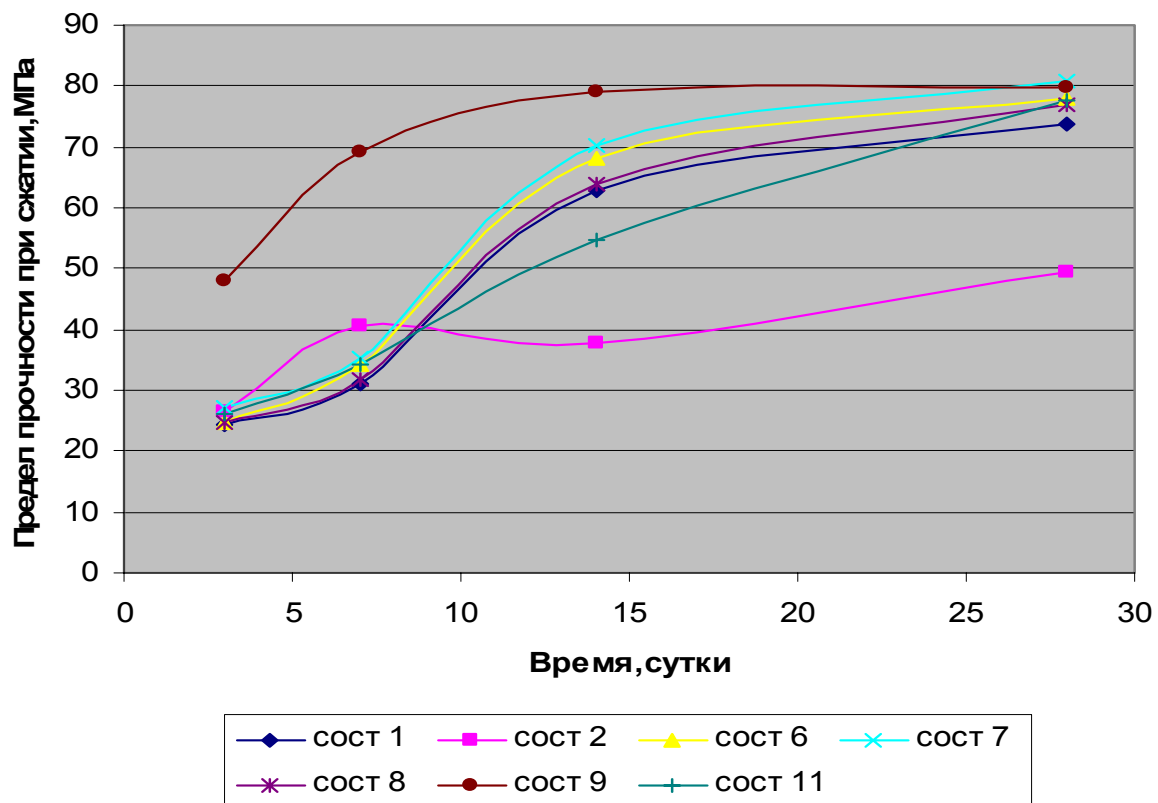


Рисунок 1 – Прочностные характеристики цементного камня

Таблица 2. Прочности образцов, твердеющих в нормальных условиях после пропаривания, МПа

Номер состава	Предел прочности при сжатии, МПа			
	3 суток	7 суток	14 суток	28 суток
1	21,9	31,3	62	75,8
2	29	40,5	43,6	49,2
3	15,0	16,4	27,3	53,1
4	19,8	31,0	33,1	44,5
5	25,3	36,2	54,6	67,2
6	25,3	34,1	64,5	78,8
7	28,0	36,4	75,2	81,8
8	25,1	32,0	54,9	66,6
9	39,8	51,4	65	66,3
10	15,1	16,2	27,9	52,4
11	23,7	37,8	56,0	70,1
12	14,8	15,8	28,4	55,9
13	25,4	34,2	51,1	68,6

14	15,1	16,7	28,0	53,9
----	------	------	------	------

Для пропариваемых бетонов более перспективна добавка дунита, для бетонов нормального твердения – добавка доломита.

Список литературы

1.Кройчук Л.А. Цементы с пониженным содержанием клинкера в мировой цементной промышленности // Строительные материалы, 2006. - № 9. – С. 45-47

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТОВ

Болгова Н. А., Смольянинова Т. Н. – студенты гр. ПСК – 41

Научные руководители – д. т. н., проф. Овчаренко Г. И.,

ст. преподаватель Хижинкова Е.Ю.

В связи с большими темпами роста цен на цемент, целесообразно разрабатывать новые пути решения снижения его себестоимости. Одним из путей решения данной проблемы является введение добавок, в частности таких как: доменный гранулированный шлак, известняк и цеолитовые туфы в их совместном применении.

Целью нашего исследования являлось изучение влияния энергии помола и различного процентного содержания шлака в шлакопортландцементе (ШПЦ), а так же влияние карбонатных добавок на прочность вяжущего. По результатам нашего исследования нужно было определить оптимальный состав вяжущего.

В работе были использованы портландцемент (ПЦ) Искитимского завода марки ПЦ400Д20 (в качестве контроля); цеолитовый туф Сахалинского месторождения; песок Обской речной с модулем крупности 1,17; доменный гранулированный шлак (ДГШ) Западно-Сибирского Metallургического завода.

Сырьевые материалы подвергались совместному помолу в различных процентных соотношениях и при разных энергиях помола. За 100% приняты затраты энергии на помол клинкера и гипса на ПЦ. Из полученных вяжущих формовались кубики 2×2×2 см, которые твердели в нормальных условиях, а так же подвергались тепло – влажностной обработке при 90°С. После этого все кубики испытывались на сжатие, для определения прочности вяжущих составов.

Исследовав свойства ШПЦ (рисунок 1), можно сделать вывод о том, что при увеличении энергии помола достигается прочность, выше прочности обычного ПЦ. Наибольшую прочность показали составы при энергии помола 300%, как при 20, так и при 80-ти процентом содержании шлака. Так, на 28 сутки состав, с содержанием шлака 80% показал прочность выше прочности контроля в 1,1 раз. Энергоемкость процесса изготовления вяжущего влияет на его

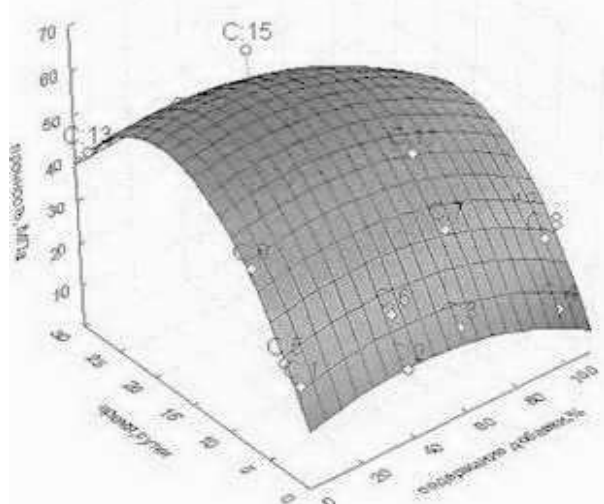
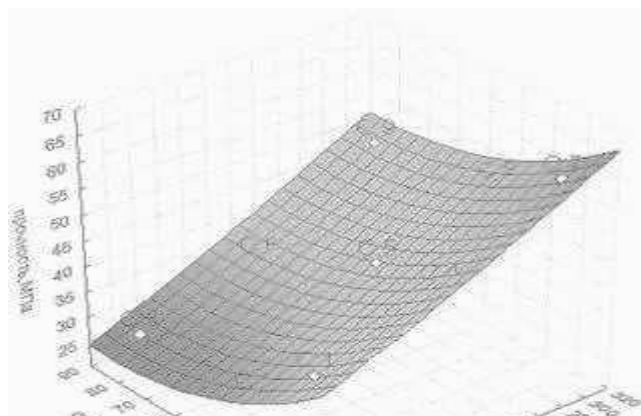


Рисунок 2 –Зависимость прочности МКЦ от содержания добавки

себестоимость, но при этом остается ниже, чем себестоимость ПЦ. В связи с этим, его целесообразно использовать взамен обычному ПЦ.

Исследовав свойства многокомпонентных цементов (МКЦ) на основе карбонатных пород с различным соотношением добавок (рисунок 2), мы получили вяжущее, не уступающее по прочностным характеристикам ПЦ, при этом в качестве альтернативы шлаковой добавке выступали известняк и цеолитовый туф. Так, состав, с процентными содержаниями известняка и цеолитового туфа 40 и 60 соответственно, на 28 сутки показал прочность выше прочности контроля в 1,14 раз. Полученное вяжущее по себестоимости может быть сопоставимо с обычным ПЦ.

ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Борисов А.А., Косенко К.Г. - студенты группы ПСК-21
Научный руководитель – ст.преподаватель Щукина Ю.В.,
д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

В соответствии с новыми требованиями по теплотехнике зданий в России в последние годы очень интенсивно и широко развивается производство ячеистых бетонов и стеновых блоков из них. На Алтае такие производства сосредоточены в основном в г. Барнауле. Изготавливаемые на более 20 малых производствах неавтоклавные газобетонные стеновые блоки в объеме 35 – 40 тыс. м³ в год используются, в основном, в малоэтажном строительстве. В сельскую местность эти блоки доставляются часто из Барнаула тем транспортом, который завозил сельхозпродукцию в столицу края.

Неавтоклавный газобетон является сегодня наиболее востребованным строительным материалом для малоэтажного строительства и его производство должно получить широкое распространение и в сельской местности. На селе такое производство возможно только из привозного цемента и местных песков. Однако газобетон из таких композиций характеризуется низкими строительными свойствами (пониженная прочность и морозостойкость, повышенная усадка) при высокой средней плотности (выше 900 кг/м³), что требует увеличения толщины стены здания. Кроме того, в связи со сложностью технологии, свойства производимого на местах материала колеблются в недопустимых пределах.

Все выше указанное делает актуальной проблему производства готовых для применения смесей, обеспечивающих высокое качество материала при минимуме его себестоимости.

Исследования последних 10 лет показывают, что наиболее качественный и экономичный газобетон, возможно, производить с применением высококальциевых зол ТЭЦ.

Учитывая то, что подготовка сухой смеси для газобетона может включать не только смешивание компонентов, но и их помол – можно ожидать еще большей эффективности и экономичности разрабатываемых технологий.

В работе использовались следующие сырьевые материалы: в качестве вяжущего вещества портландцемент ПЦ400 Д20 Искитимского цементного завода; алюминиевая пудра ПАП-1; в качестве химических добавок сульфат натрия Na₂SO₄, хлорид натрия NaCl (соль поваренная). Также в качестве заполнителя использовался песок кварцевый с поймы реки Оби, немолотый.

Испытания сырьевых материалов проводились в соответствии с государственными стандартами на эти материалы, или техническими условиями. Исследования газобетона проводились по стандартным методикам на образцах-кубах с размерами ребра 10*10*10 см. Заданная плотность газобетона — 700 кг/м³. В ходе работы образцы испытывались на прочность при сжатии в 1, 3, 7 и 28 сутки твердения.

Цель исследований – разработать составы сухих строительных смесей с применением высококальциевых зол для производства неавтоклавного ячеистого бетона.

Первоначально было изучено влияние технологии изготовления сухих смесей на свойства неавтоклавного газобетона. Эти смеси изготавливались следующим образом:

1) сырьевые компоненты (высококальцевая зола (БУЗ) ТЭЦ – 3 г. Барнаула, песок с модулем крупности 1.2 и портландцемент (ПЦ) в различных соотношениях и комбинациях просто перемешивали;

2) сырьевые материалы подвергались совместному помолу в лабораторной шаровой мельнице с энергией помола 75 % от энергии стандартного помола клинкера на цемент.

Для увеличения темпов набора прочности газобетона, устранения деструктивных процессов и повышения оборачиваемости форм применяли химические добавки - ускорители твердения, такие как Na_2SO_4 и NaCl . Эти добавки наиболее доступны и распространены в Алтайском крае.

Рассматривая смешанные системы (ПЦ:БУЗ:Песок) сухих смесей без применения химических добавок-ускорителей твердения, было установлено, что содержание в составе сырьевой смеси 40 – 50 % портландцемента является оптимальным, так как обеспечивается необходимая скорость набора прочности ячеистого бетона при твердении его в нормальных условиях.

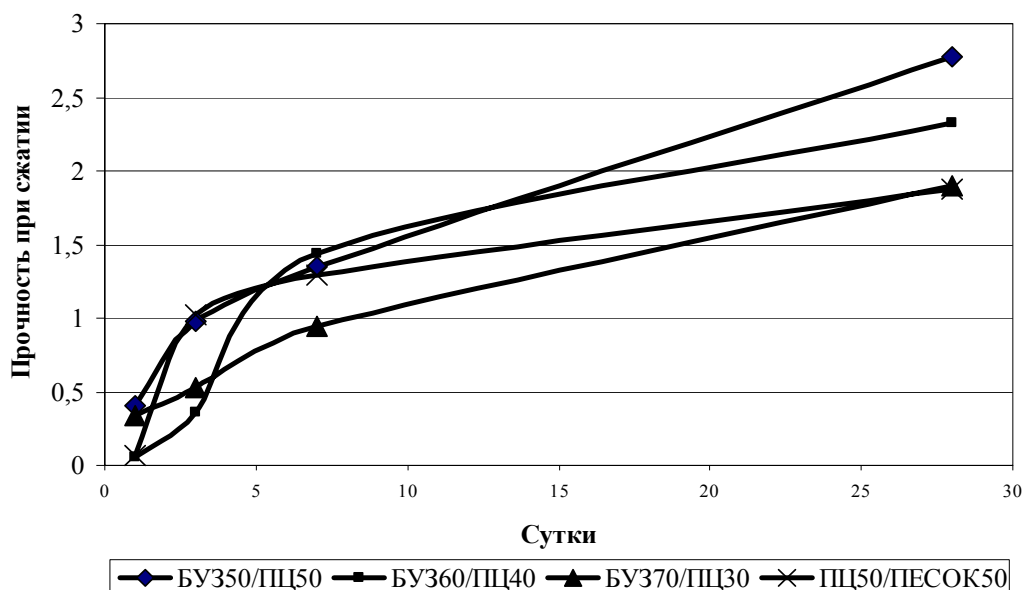


Рисунок 1 - Прочность при сжатии газобетона плотностью D700 смешанных бездобавочных составов

Так содержание ПЦ 40 % в составе ПЦ:БУЗ (40:60 %) позволяет получить через 28 суток газобетон прочностью 2,6 МПа, при этом его прочностные характеристики по сравнению с цементно-песчаным газобетоном содержащем в своем составе 50 % цемента (1,88 МПа) выше на 28 %.

Использование сухих смешанных смесей для производства ячеистого бетона с содержанием ПЦ 50 % позволяют получить газобетон с прочностью более 2,8 МПа (в составе ПЦ 50%:БУЗ 50 %).

Уменьшение количества портландцемента в сухих смесях (менее 40 %) приводит к замедлению скорости набора прочности и к ее заметному снижению, а увеличение его дозировки свыше 60 % - к снижению показателей ранней прочности и к неоправданному перерасходу этого дорогостоящего компонента.

Из литературных источников известно, что для подавляющего большинства проб золы при естественном твердении, оптимальное её содержание составляет 30% от массы сухих компонентов. Причём приведённая прочность такого модифицированного газобетона колеблется от 2,3 до 3,6 МПа при прочности контрольного 1,8 МПа. Плотность модифицированного газобетона, таким образом, составила 600 - 750 кг/м³ при плотности контрольного 850 кг/м³. Естественная влажность их несколько выше цементно-песчаного газобетона.

Повышение ранней прочности при сжатии газобетона (1, 3 суток) возможно, когда к предложенным составам сухих смесей дополнительно вводились химические добавки – ускорители твердения. Кроме этого применение этих добавок в цементно-зольных смесях позволяют отказаться от применения каустической соды (NaOH), так как она будет образовываться самостоятельно по обменной реакции

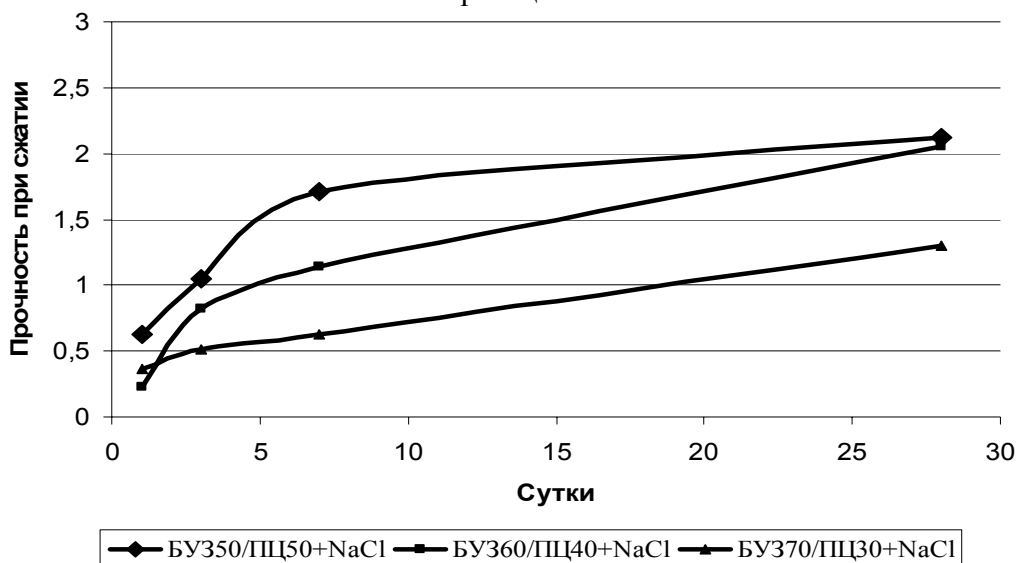


Рисунок 2 - Прочность при сжатии газобетона плотностью D700 смешанных составов с хлоридом натрия

Также такая шихта позволяет уменьшить расход алюминиевой пудры до 500 г/м^3 в связи с тем, что в системе много NaOH, и он присутствует не сразу, а образуется в результате обменной реакции.

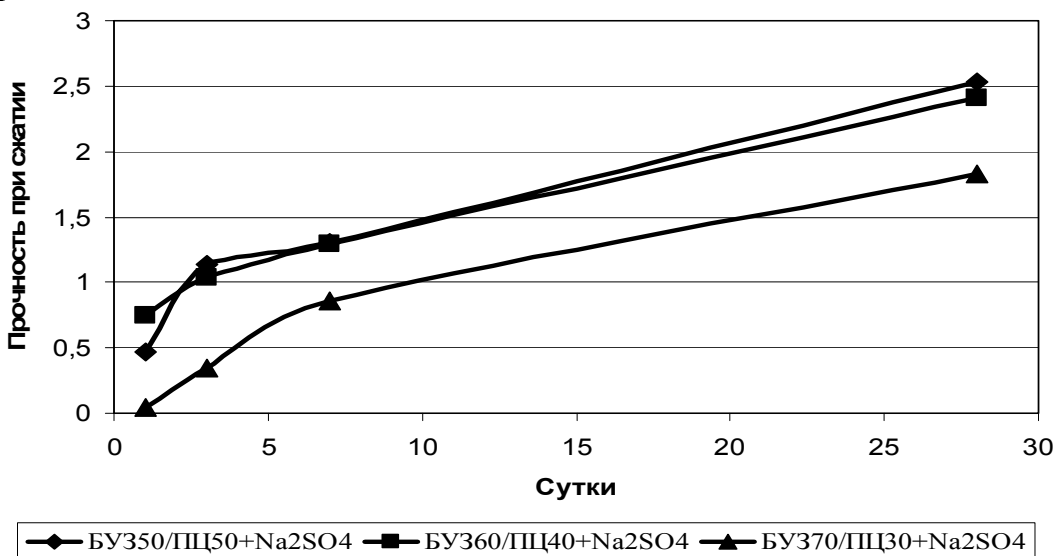


Рисунок 3 - Прочность при сжатии газобетона плотностью D700 смешанных составов с сульфатом натрия

В результате эксперимента было установлено, что введение добавки хлорида или сульфата натрия приводит к интенсивному набору прочности газобетона в ранние сроки твердения. Так через 7 суток газобетоны из составов ПЦ 50 %:БУЗ 50%, ПЦ 40%: БУЗ 60 % набирают прочность, которая соответствует марке М15. Через 28 суток нормального твердения эта тенденция сохраняется, и прочность при сжатии превышает марку М25.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

1) используя простое перемешивание сырьевых компонентов возможно получение готовых сухих смесей для производства ячеистого бетона с техническими характеристиками, которые соответствуют требованиям ГОСТ 21520 – 89: прочность при сжатии не менее 2,5 МПа, плотность газобетона 700 кг/м³;

2) для производства изделий более низкой плотности необходимо применять помол сырьевых компонентов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Бровкина Н. Г., Ломаева И. Ю. – студенты гр.ПСК-21

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

Проблема разрушения конструкций из бетона вследствие проникания воды остро стоит во всех отраслях строительства. По эксплуатационной надежности наиболее эффективными являются гидроизоляционные материалы проникающего действия, активные добавки которых проникают в бетон, обеспечивая его водонепроницаемость.

Цели исследования: провести сравнительный анализ гидроизоляции проникающего действия на примере композиций «Акватрон» и «Кальматрон»; выявить роль добавок в этих системах.

В ходе исследования в качестве сырьевых материалов применялись: ПЦ М400 Д20 и М500 Д0 ОАО «Искитим - цемент», испытанные согласно стандартной методике по ГОСТ 10178-85; речной (р. Обь) и кварцевый (Власихинский карьер) пески – ГОСТ 8735-88; известь негашеная – ГОСТ 22688-77, также следующие химические добавки: азотнокислый кальций, сернокислый натрий, углекислый натрий, азотнокислый натрий, нитрат натрия, карбонат натрия, сульфат натрия, хлорид кальция, карбид кальция, гидроксид кальция.

Испытание проникающей гидроизоляции проводилось путем нанесения смеси на растворные образцы (1 часть цемента, 3 части песка, глубина погружения стандартного конуса 8 см), прошедшие тепло-влажностную обработку по режиму 3+6+3 ч при температуре изотермической выдержки 60° С. Высота растворного слоя в форме должна быть не более 45 мм, толщина гидроизоляционной смеси не более 5 мм. Половина образцов хранится в камере нормального твердения при температуре 20±2°С и с относительной влажностью не менее 95%. Другую половину образцов помещают в емкость, заполненную водой на высоту 5 мм, вниз торцевой поверхностью на которую нанесен состав. Образцы подвергаются испытанию на 1, 3, 7, 28 сутки (по два образца на каждое испытание).

Для проведения испытания используется установка, которая обеспечивает возможность подачи воды к нижней торцевой поверхности образцов при возрастающем ее давлении, а также обеспечивает возможность наблюдения за состоянием верхней торцевой поверхности образцов. Установка состоит из следующих основных частей: гидравлический насос, ручка насоса, 2 пластины с резиновыми прокладками для крепления формы с образцом снизу и сверху, манометр.

Давление воды повышается ступенями по 0,2 МПа с выдержкой на каждой ступени в течение 2 минут. Испытание проводится до тех пор, пока на верхней торцевой поверхности образца появятся признаки фильтрации воды в виде капель или мокрого пятна. Водонепроницаемость каждого образца оценивается максимальным давлением воды, при котором еще не наблюдалось ее просачивание через образец.

Полученные данные следует пересчитывать с учетом коэффициента, учитывающего разность измерений произведенных на данной установке с результатами полученными по методике ГОСТ 127305-84 «Методы определения водонепроницаемости».

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

Таким образом, обработка гидроизоляционными смесями проникающего характера пористого материала значительно повышает его водонепроницаемость. Это достигается посредством реакций, происходящих в капиллярной системе материала с образованием кристаллических структур, которые колыматируют поры и образуют общий каркас с защитным покрытием. Механизм проникающей гидроизоляции цементно-содержащих

материалов сводится к химическому взаимодействию активных реагентов со свободной известью (гидроксидом кальция) и капиллярной водой в бетоне. В результате свободная известь связывается в труднорастворимые гидросиликаты, гидроалюминаты и гидросульфалюминаты кальция.

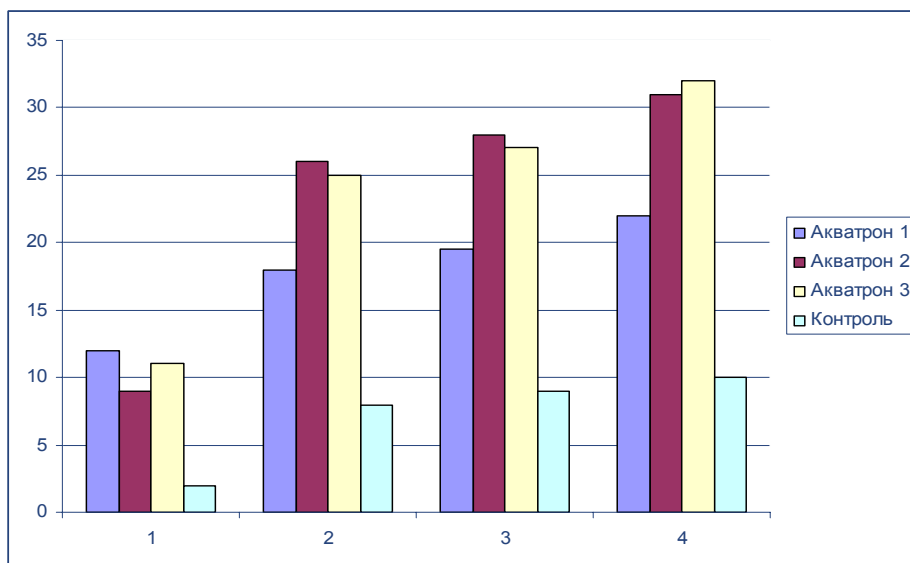


Рисунок 1 - Сравнительный анализ изменения водонепроницаемости цементно-песчаного раствора, обработанного различными гидроизоляционными составами (аналоги Акватрона), при нормальных условиях хранения образцов.
1 – 1 сутки; 2 – 7 сутки; 3 – 14 сутки; 4 – 28 сутки

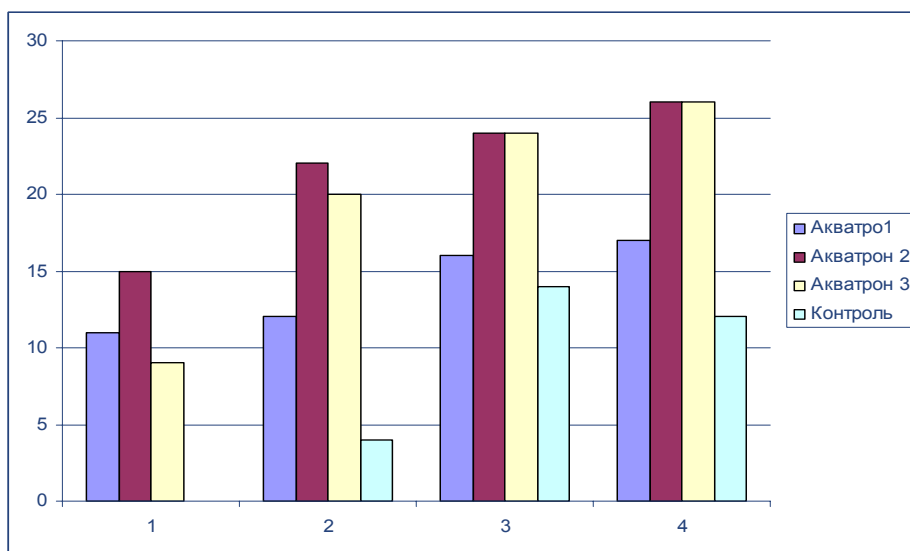


Рисунок 2 - Сравнительный анализ изменения водонепроницаемости цементно-песчаного раствора, обработанного различными гидроизоляционными составами (аналоги Акватрона), при условиях хранения образцов в воде.
1 – 1 сутки; 2 – 7 сутки; 3 – 14 сутки; 4 – 28 сутки

Анализ полученных данных также показывает, что при воздействии воды на защитный слой водонепроницаемость образцов увеличивается (на примере составов №2, №3 аналогичных композиции Кальматрон). Это объясняется тем, что при высыхании защитного слоя образование малорастворимых кристаллов приостанавливается, а при увлажнении процесс кольматации возобновляется.

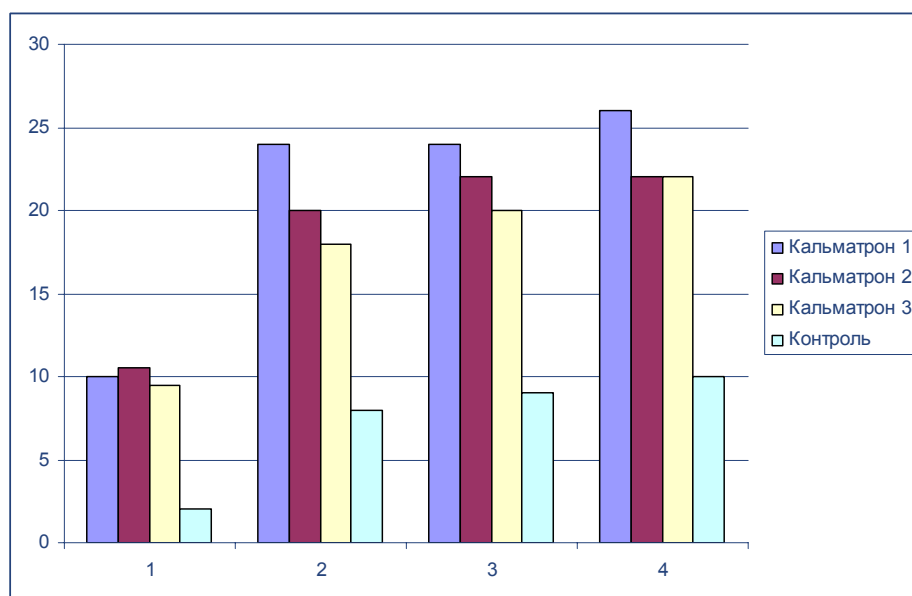


Рисунок 3 - Сравнительный анализ изменения водонепроницаемости цементно-песчанного раствора, обработанного различными гидроизоляционными составами (аналоги Кальматрона), при нормальных условиях хранения образцов.
1 – 1 сутки; 2 – 7 сутки; 3 – 14 сутки; 4 – 28 сутки

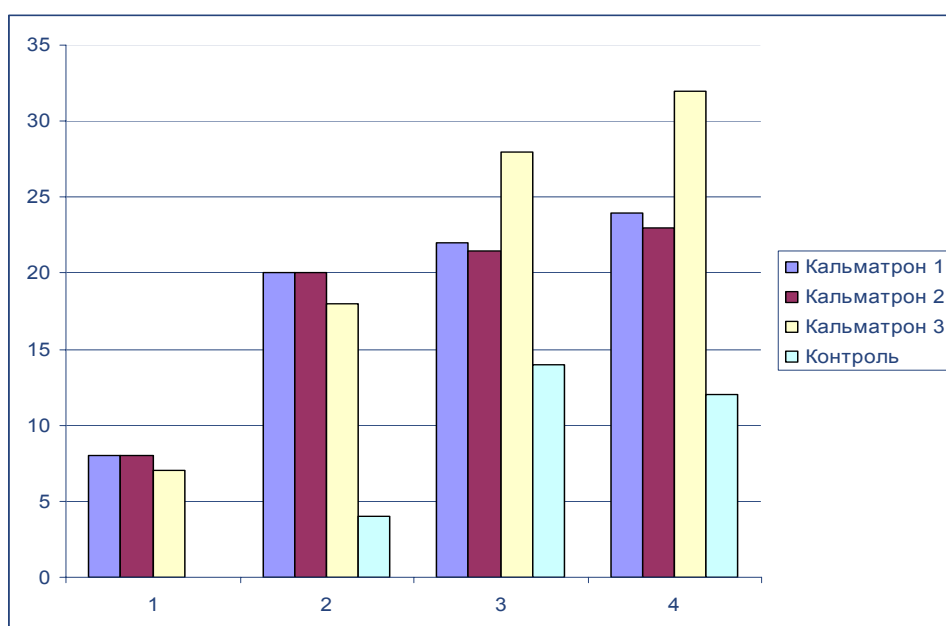


Рисунок 4 - Сравнительный анализ изменения водонепроницаемости цементно-песчанного раствора, обработанного различными гидроизоляционными составами (аналоги Кальматрона), при условии хранения образцов в воде.
1 – 1 сутки; 2 – 7 сутки; 3 – 14 сутки; 4 – 28 сутки

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Буздалин В.В., Мухин Б.С. - студенты гр. ПСК-41

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

В строительстве достаточно широко используются железобетонные конструкции, подвергаемые выщелачиванию: водопропускные системы, бордюрные камни, блоки разделительных полос и другие ограждающие и разделительные элементы из тяжелого бетона. Их долговечность и сроки службы зависят от многих факторов, одним из которых

является коррозия выщелачивания – вынос компонентов цементного камня из толщи бетона под действием дождевых вод и вод таяния снега.

В исследовательской работе приводятся данные по стойкости цементного камня с различными добавками против коррозии выщелачивания.

Испытания проводились на образцах кубиках размером 2×2×2 см, изготовленных из портландцемента с различными добавками. В качестве сырьевых материалов применялись: цементы М400 Д20, М500 Д0 ОАО «Искитим - цемент». В качестве добавок выступали микрокремнезем (МК), суперпластификатор (С3), доменный гранулированный шлак (ДГШ), цеолитовый туф Шивыртуйского месторождения, известняк, высококальциевая буроугольная зола (БУЗ) и гипсовый камень.

Образцы в возрасте 28 сут естественного твердения подвергались выщелачиванию, после испытания на прочность при сжатии.

После испытания на прочность берутся остатки материала от каждого испытанного состава и перемалываются.

Производится два параллельных испытания на выщелачивание дистиллированной водой с последующим титрованием фильтрата. Навеску 1 г пробы материала помещают в коническую колбу объемом 250 мл, туда же помещают 15-20 стеклянных бус и заливают 100 мл дистиллированной воды. Колбу с навеской 1 г плотно закрывают резиновой пробкой и непрерывно взбалтывают 1,2,...,6 час. После взбалтывания определяется $CaO_{св}$, % по формуле (1):

$$CaO_{св} = V_{HCl} \cdot T \cdot 100 \% / m, \quad (1)$$

V_{HCl} - количество 0,1N, требовавшейся на титрование, мл;

T - титр HCl по CaO_{св} мг/мл, равен 0,280N, m- масса навески, г.

Бездобавочный цементный камень, в возрасте 28 сут., после полной гидратации цемента будет содержать не менее 20 % извести, т. е. компонента, наиболее подверженного растворению и выщелачиванию. Такие пуццолановые материалы как микрокремнезем и цеолиты активно связывают известь в малорастворимые гидраты. Однако без совместного применения с суперпластификаторами пуццолановые добавки повышают водопотребность цементного камня, т. е. его пористость, а значит, увеличат выщелачивание. Доменный гранулированный шлак также связывает известь, но в меньших количествах, чем пуццоланы. В то же время, он не повышает водопотребность цемента из-за остеклованной поверхности частиц (рис 1).

Добавление известняка не приводит к уменьшению интенсивности коррозии выщелачивания, т. к. помимо растворения гидросиликатов кальция цементного камня, происходит также вынос CaO из известняка.

Наконец, уплотнение камня (бездобавочный чисто клинкерный цемент, добавка суперпластификатора) также должно способствовать повышению стойкости против коррозии выщелачивания.

На практике же уплотнение цемента суперпластификатором С-3 не привело к повышению стойкости составов к коррозии 1-го вида (рис. 2).

Это можно объяснить содержанием в С-3 соли Na₂SO₄. Буроугольная зола ощутимых изменений на цементный камень не произвела.

В исследовательской работе было изучено влияние условий твердения на стойкость цементного камня к коррозии первого вида. Из данных приведенных на рис. 3, следует, что ТВО+28 сут. естественного твердения наиболее стойки к выщелачиванию, т. К. при ТВО происходит наиболее полная гидратация зерен портландцементного клинкера.

Как видно из экспериментальных данных по стойкости к коррозии выщелачивания можно отметить следующее. Для нормально твердевших 28 сут цементов лучшие результаты показывают образцы повышенной плотности ПЦ М500 Д0 +10%МК+1%С-3 и состав 4 – ПЦ 400 Д20 +10МК+1%С-3).

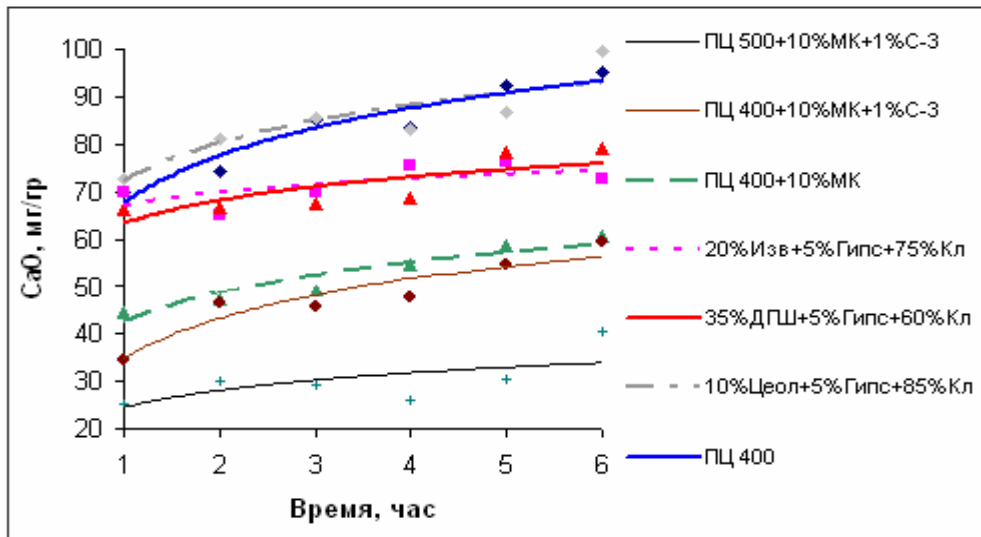


Рисунок 1 – Скорость выщелачивания гидроксида кальция дистиллированной водой из цементного камня с различными добавками

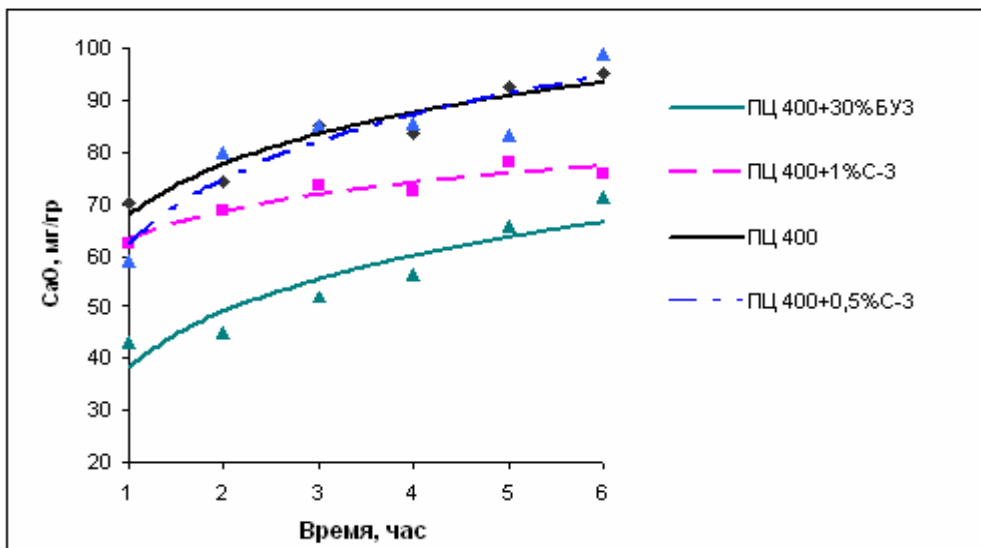


Рисунок 2 – Скорость выщелачивания гидроксида кальция дистиллированной водой из цементного камня с различными добавками

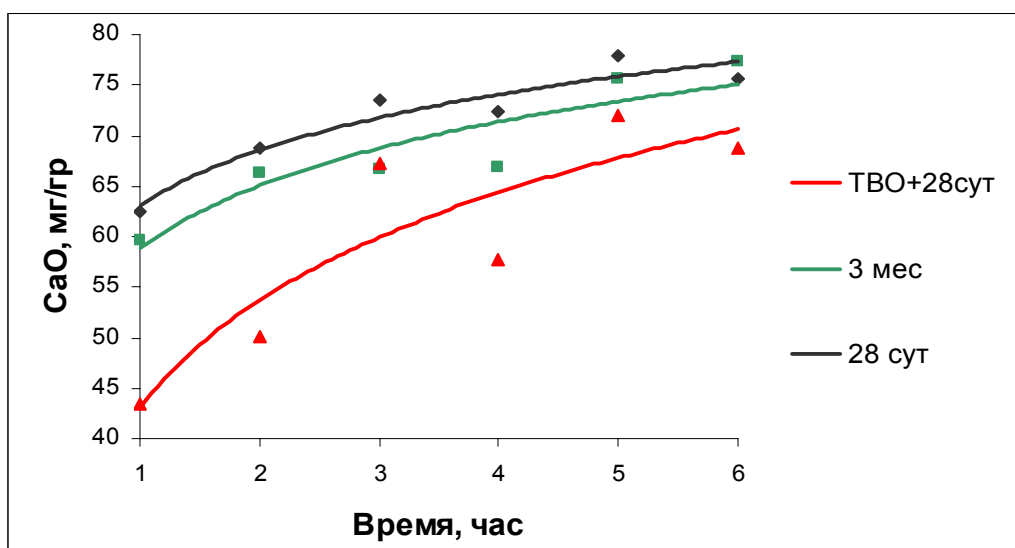


Рисунок 3 – Влияние условий твердения на интенсивность коррозии выщелачивания

Относительно невысокую стойкость продемонстрировали цементы с пуццолановыми добавками, такими как МК и цеолитовый туф. Это объясняется добавлением их к цементам без суперпластификаторов, а также повышенным уплотнением гранул МК, которые медленно вступают в реакцию с известью.

Таким образом, большинство минеральных добавок к обычному ПЦ400Д20 и еще более эффективно к ПЦ500Д0, приводит к значительному снижению выщелачивания свободной извести из цементного камня. Все это должно обеспечивать более высокую стойкость камня против коррозии выщелачивания.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО ВЯЖУЩЕГО

Вагапова К.С., Пудовкина Н.В. – студенты гр. ПСК-41

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

В связи с увеличением в последние годы темпов строительства, в том числе и с реализацией федеральной программы «Доступное жилье», отмечается значительное увеличение цены на цемент, а также ожидается его дефицит в объеме 20-30% в ближайшие 2-3 года. Все это заставляет рассматривать варианты производства более дешевых альтернативных вяжущих. Одним из таких вяжущих является шлакощелочное, получаемое на основе молотого гранулированного доменного шлака (ДГШ), затворяемого растворами щелочных соединений: едких щелочей, соды, жидкого стекла. Однако эти затворители достаточно дороги и дефицитны. Поэтому в настоящей работе приводятся результаты исследования по получению шлаковых вяжущих при активизации их менее дефицитными и дорогими сульфатом натрия и извести.

Цель исследования - проверить способности ДГШ взаимодействовать с активизаторами CaO и Na₂SO₄ в разных условиях твердения и попытаться получить оптимальный состав шлакощелочного вяжущего с хорошими прочностными характеристиками.

В работе были использованы ДГШ Новокузнецких металлургических заводов, а также химические добавки: Локтевская известь, сульфат натрия, а также для сравнения - ОАО «Кучуксульфат» гидроксид натрия. Для проведения эксперимента изготавливали образцы-кубики размером 2×2×2см. Основным компонентом вяжущего является ДГШ, с энергией помола 100%, 200%, 300%. За 100% принята энергия помола смеси клинкера, гипса и 20% ДГШ на ПЦ400Д20. Добавки - активизаторы твердения вводились в следующих процентных соотношениях: 2% и 5% NaOH от массы шлака, CaO(5%, 10%, 20% от массы шлака) и Na₂SO₄(0%, 2%, 5% от массы шлака). Изготовленные образцы твердели при нормальных условиях и при тепловлажностной обработке (ТВО) с режимом 3+6+3ч, при температуре 60°C. Образцы кубики, после 3-х, 7-ми и 28-ми суток твердения при нормальных условиях, а после ТВО на 1-ые и 28-ые сутки, испытывали на сжатие.

По данным исследования шлак плохо работает с добавлением сульфата натрия и известью при нормальных условиях твердения, в основном он работает как шлакоизвестковое вяжущее. Но при тепловлажностной обработке он дает совершенно другие результаты.

В ходе эксперимента наилучшие результаты были получены при испытании образцов-кубиков, заформованных из шлака 200% энергии помола с добавлением CaO и Na₂SO₄ в разных процентных соотношениях, подвергшихся тепловлажностной обработке. Образцы-кубики испытанные на первые сутки после ТВО набрали 50% прочности от конечного результата. Рост прочности идет по прямопропорциональной зависимости от процентного содержания CaO и Na₂SO₄.

Образцы-кубики испытанные на 28 сутки показали высокие конечные результаты по прочности на сжатие, приближающиеся к прочности таких же образцов из ПЦ 400 Д 20. Рост прочности идет также по прямопропорциональной зависимости от добавок, аналогично результатам, полученным при испытании на первые сутки.

Как видно из рисунка 1, при увеличении процентного содержания сульфата натрия и извести, прочность на сжатие шлакощелочного вяжущего быстро возрастает и достигает 57,8

МПа. Это говорит о том, что экспериментальное вяжущее при ТВО хорошо работает с известью и с сульфатом натрия. Это дает возможность применения его в производстве бетонов, которые изготавливаются при пропаривании на заводах ЖБИ.

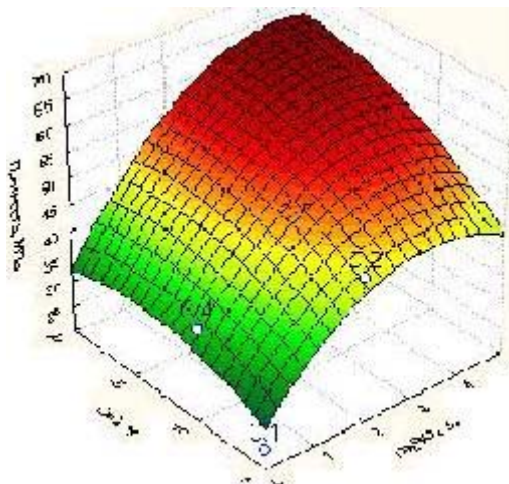


Рисунок 1 - График зависимости роста прочности доменного гранулированного шлака 200% энергии помола от процентного содержания CaO и Na₂SO₄

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНО-ЗОЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

Голованов Н.О. - студент гр. ПСК-41

Научные руководители: аспирант Селютин А.В.,

д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.

В настоящее время большое распространение получило производство неавтоклавного цементно-зольного газобетона. Обычно такое производство организуется в цехах с относительно малой производственной площадью т.к. отопление больших площадей значительно ухудшает экономические показатели производства. Данную проблему позволяет решить применение противоморозных химических добавок, однако механизм их действия в составе газобетона мало изучен. Ранее было установлено, что введение NaCl, Na₂SO₄, COONa и K₂CO₃ в состав газобетонной смеси положительно влияет на набор прочности, а также на комплекс строительно-технических свойств газобетона.

Твердение большинства вяжущих сопровождается выделением тепла, что может способствовать поддержанию положительной температуры твердеющего газобетона без внешнего подогрева в зимнее время. Известно, что тепловыделение вяжущих зависит от многих факторов: минералогического состава, степени обжига, тонкости помола, наличия добавок, возраста, количества воды затворения в бетоне и т.д. Целью данной научно-исследовательской работы является изучение интенсивности тепловыделения цементно-зольного вяжущего с различными противоморозными добавками, при его гидратации. По механизму действия противоморозные добавки можно условно разделить на две группы. Первые понижают температуру замерзания жидкой фазы бетона, практически не влияя на скорость структурообразования. К этой группе принадлежит хлорид натрия. Противоморозные добавки второго вида сильно ускоряют схватывание и твердение. К этим добавкам принадлежит, например, поташ.

В работе использовался портландцемент ПЦ М400 Д20 Искитимского цементного завода, высококальциевая электрофильтровая зола Барнаульской ТЭЦ-3 от сжигания бурого угля Канско-Ачинского месторождения (БУЗ) с содержанием свободной извести около 6%, а также химические противоморозные добавки Na₂SO₄, NaCl, COONa, K₂CO₃.

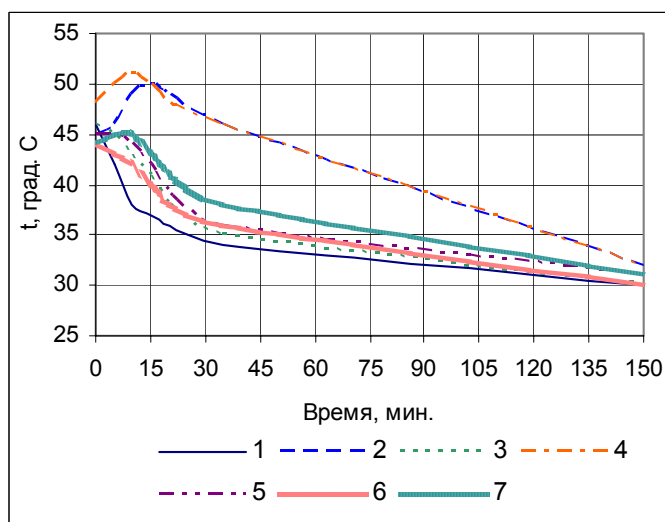


Рисунок 1 – Интенсивность тепловыделения цементно-зольного вяжущего с температурой воды затворения 45°C
 1-ПЦ; 2-БУЗ; 3-ПЦ+БУЗ; 4-ПЦ+БУЗ+K₂CO₃;
 5-ПЦ+БУЗ+Na₂SO₄; 6-ПЦ+БУЗ+NaCl;
 7-ПЦ+БУЗ+COONa;

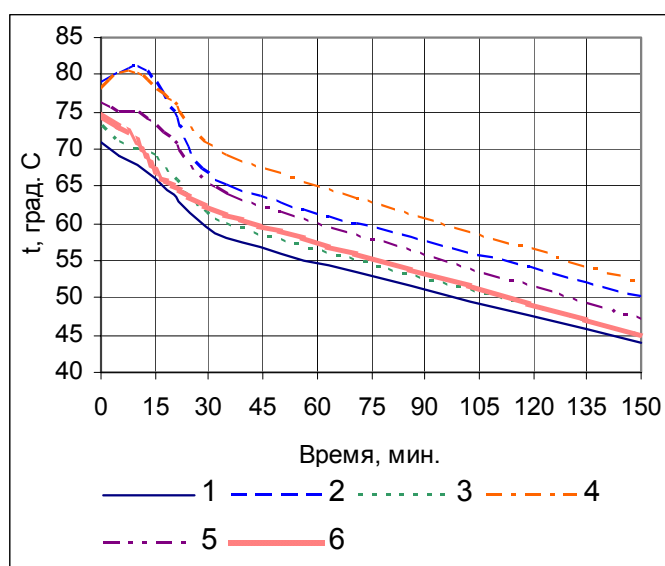


Рисунок 2 – Интенсивность тепловыделения цементно-зольного вяжущего с температурой воды затворения 90°C
 1-ПЦ; 2-БУЗ; 3-ПЦ+БУЗ; 4-ПЦ+БУЗ+K₂CO₃;
 5-ПЦ+БУЗ+Na₂SO₄; 6-ПЦ+БУЗ+NaCl;

Для определения интенсивности тепловыделения при гидратации вяжущего 60г навески помещается в пластиковую ёмкость и затворяется водой температурой 45°C в количестве 40% от содержания вяжущего. Затем исследуемый образец помещается в термос объемом 0,5 литра (ГОСТ Р 51968-2002) для предотвращения выравнивания температуры пробы с температурой окружающей среды. В тело цементно-зольного образца через отверстие в крышке термоса помещается термопара «хромель-капель», подключенная к электронному прибору для измерения температуры. В процессе проведения испытания производятся периодические снятия показаний через определенные промежутки времени в течение 3 суток. Затем этот эксперимент дублируется при температуре воды затворения 90°C.

В ходе работы была установлена зависимость интенсивности тепловыделения от состава вяжущего и вида противоморозной химической добавки при его гидратации с температурой воды затворения 45°C (рисунок 1) и 90°C (рисунок 2). В эксперименте использовались следующие составы: ПЦ(100%), БУЗ(100%), ПЦ(60%)+БУЗ(40%), ПЦ(60%)+БУЗ(40%)+K₂CO₃(0,5% от ПЦ), ПЦ(60%)+БУЗ(40%)+Na₂SO₄(4% от ПЦ), ПЦ(60%)+БУЗ(40%)+NaCl(3% от ПЦ), ПЦ(60%)+БУЗ(40%)+COONa(2% от ПЦ). При этом бездобавочные составы вяжущих являются контрольными.

На ранней стадии гидратации (до 15 минут) цементно-зольного вяжущего с температурой воды затворения 45°C в составах, наблюдалось незначительное падение

или рост температуры (для составов БУЗ, ПЦ+БУЗ+K₂CO₃ и ПЦ+БУЗ+COONa), при этом наибольшую температуру (51°C) набрал состав ПЦ+БУЗ+K₂CO₃. Исключение составил ПЦ, температура которого резко упала до 37°C за 15 минут. Далее, для всех составов, было характерным период интенсивного снижения температуры смеси (до 30 минут).

По истечении этого периода во всех исследуемых пробах происходило постепенное снижение температуры. Через 3 суток температура всех образцов составляла 24-25°C, что на 1-2°C выше температуры окружающей пространства.

При аналогичном эксперименте с температурой воды затворения 90 °С наблюдались схожие температурные эффекты, однако, почти все они происходили с большей амплитудой.

Таким образом, по результатам испытаний можно сделать вывод о том, что введение в цементно-зольное вяжущее таких противоморозных химических добавок, как сульфат натрия Na_2SO_4 и хлорид натрия NaCl приводит к незначительному увеличению тепловыделения при гидратации. Более заметный эффект на выделение теплоты образцов оказывает формиат натрия COONa . А самым сильным действием на увеличение температурного эффекта обладает поташ K_2CO_3 .

Полученные результаты являются первичными и требуют тщательной проверки на более совершенных калориметрах.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ БЕЗГИПСОВОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С РАЗЛИЧНЫМИ ДОБАВКАМИ

Гордеева М.С., Смирнов А.Ю. - студенты гр. ПСК-21

Научный руководители – аспирант Яковлева В.С.,

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 (лигносульфонаты технические).

Таким образом, проблема качественных БГПЦ – это проблема 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 БГПЦ за счет модифицирования применяемого ЛСТ.

Цель исследования заключалась в модификации ЛСТ путем введения окислителя.

В качестве сырьевых материалов использовался клинкер Голухинского цементного завода ОАО «Цемент», имеющий следующий минералогический состав: $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_3S) – 60,0 %; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S) – 17,02 %; $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A) – 7,35%; $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF) – 13,04 %; технические лигносульфонаты (ЛСТ) Котласского ЦБК в количестве 0,15%, 0,3% 0,5% от массы клинкера; в качестве ускорителя твердения вводились следующие добавки: поташ, сода пищевая в количестве 1%, от массы клинкера. Клинкер молотся в шаровой мельнице с энергией помола 200% от энергии помола портландского клинкера и гипса на цемент.

Модификация ЛСТ осуществлялась путем первоначального перемешивания ЛСТ и окислителя (H_2O_2) в воде, затем вводился ускоритель (Na_2CO_3), затем растворенный комплекс добавок вводился в тонкомолотый клинкер.

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

Рассматривая прочностные характеристики составов необходимо отметить, что прочность образцов с применяемыми окислителями, в начальные сроки твердения

приблизительно находятся на одном уровне. Так на первые сутки фиксируемая прочность составляет 26-34 МПа (рисунок 1) при В/Ц=0,18-0,22

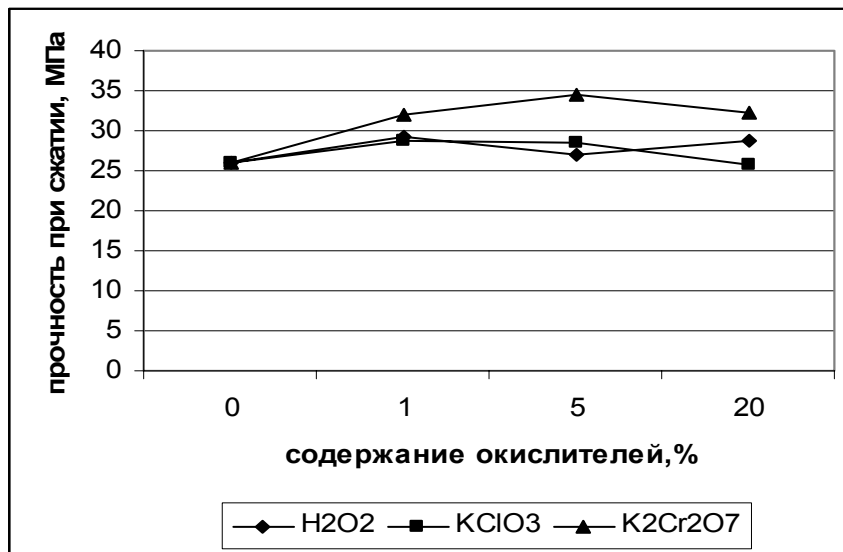
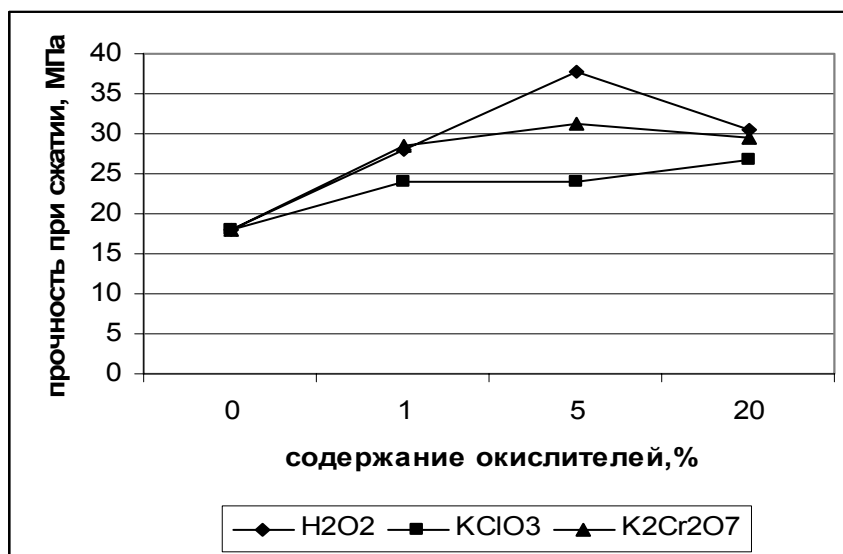


Рисунок 1 - зависимость прочности состава 0,15% ЛСТ+1%Na₂CO₃ на первые сутки
R_{сж} контроля=11,43МПа

Прочностные характеристики камня на дозировке 0,3%ЛСТ (рисунок2) указывают на оптимум в 5% окислителя и составляет для H₂O₂ 37,5 МПа в первые сутки.



R_{сж} контроля=11,43МПа
Рисунок 2 - Зависимость прочности состава 0,3% ЛСТ+1%Na₂CO₃ на первые сутки
R_{сж} контроля=11,43МПа

Прочностные характеристики камня на дозировке 0,5%ЛСТ (рисунок3) на 20% окислителя составляют для 30,76МПа в первые сутки

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.

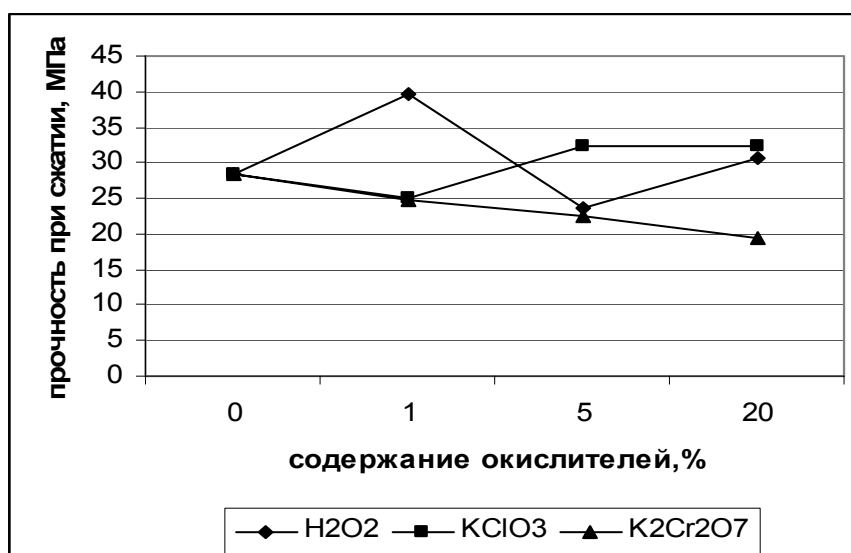


Рисунок 3 - зависимость прочности состава 0,5% ЛСТ+1%Na₂CO₃ на первые сутки
R_{сж} контроля=11,43МПа

АКТИВИРОВАНИЕ ВЯЖУЩИХ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

Горн К.С., Заушицина О.Г. – студенты гр. ПСК-41

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

В настоящее время многие ученые пытаются найти различные способы экономии цемента. Одним из таких способов является внедрение в производство роторно-пульсационного аппарата или введение добавки.

Целью данного исследования является изучение влияния и свойств добавки Na₂SO₄ на активированный цемент, а также на активированный цемент и высококальциевую золу (БУЗ), прошедшие через роторно-пульсационный аппарат (РПА) в количестве 5, 10, 15 и 20, 25 и 30 циклов. За один цикл принята обработка в один прием цементно-водной и цементно-зольно-водной суспензии с водоцементным отношением (В/Ц) в количестве 5 литров в РПА объемом 2 литра.

В работе использовались следующие материалы: цемент Искитимского завода ПЦ400 Д20, песок Обской речной с модулем крупности 0,96, а также БУЗ с содержанием СаОсвоб 4,9%. Из активированной цементно-водной, цементно-зольно-водной суспензии и песка в соотношении цемент: песок, а также цемент+зола: песок = 1:3 (по сухому веществу) формовали балочки 4x4x16 см, которые в дальнейшем испытывались на прочность при сжатии и изгибе через 3, 7 и 28 суток нормального твердения. В отдельные цементно-водные композиции перед активированием вводили ускоритель твердения Na₂SO₄ в количестве 0,5, 1 и 1,5% от массы вяжущего.

Как видно из рисунка 1, активация цементно-водной суспензии и добавки Na₂SO₄ в РПА приводит к пропорциональному возрастанию активности (прочности) цемента после 28 суток нормального твердения. Добавление в цемент Na₂SO₄ без активирования в него в РПА также увеличивает прочность камня пропорционально количеству добавки. Совместное воздействие на цемент гидромеханической активации и химической добавки приводит к тому, что при малом содержании Na₂SO₄ (0,5; 1%) – еще проявляется эффект гидромеханической активации. Но уже при 1,5% добавки эффект активации в РПА практически сводится к нулю. Таким образом, воздействие на цемент РПА и ускорителя твердения в виде Na₂SO₄ являются альтернативными воздействиями и могут заменять друг друга, но не являются суммирующими воздействиями.

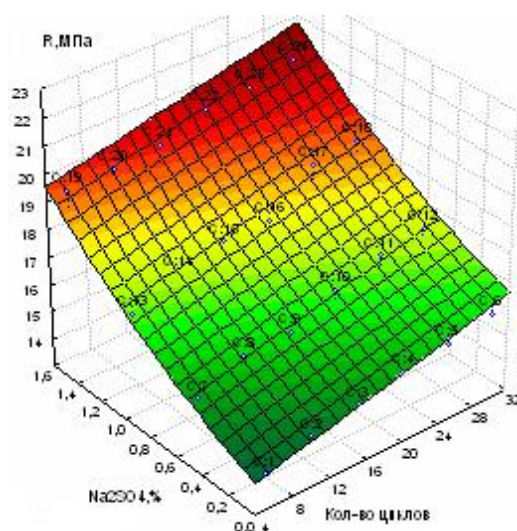


Рисунок 1 – цементно-песчаный раствор, активированный в роторно-пульсационном аппарате и твердевший в нормальных условиях в течение 28 суток

Далее производился замес из активированного цемента и золы, которая вводилась в количестве 40% по массе вяжущего. Как видно из рисунка 2, прочность у цементно-зольного раствора резко увеличивается как при введение добавки Na_2SO_4 , так и при увеличении количества циклов. При совместном же активировании цементно-зольного раствора с добавкой Na_2SO_4 наблюдается оптимальная точка, после которой дальнейшее увеличение добавки и циклов приводит к снижению прочности.

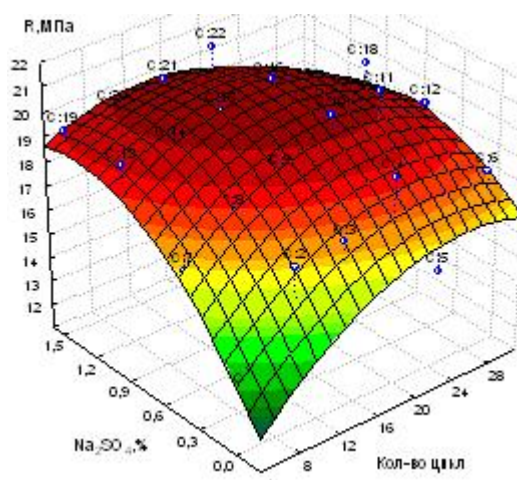


Рисунок 2 – цементно-зольный раствор, активированный в роторно-пульсационном аппарате и твердевший в нормальных условиях в течение 28 суток

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАВНОЙ ПРОЧНОСТИ ЗПЦ В СРАВНЕНИИ С ОБЫЧНЫМ ПЦ

Гусев Д.С., Кравченко А.П. - студенты гр. ПСК-41
 научный руководитель – ст.преподаватель Хижинкова Е.Ю.,
 д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

В настоящее время в промышленных центрах и в крупных городах происходит бурное развитие строительства. Увеличение объемов строительства обозначило такие проблемы, как ощутимая нехватка цемента и, как следствие, значительный рост цен на портландцемент.

Решением этих проблем может явиться производство золопортландцемента (ЗПЦ), полученного на основе высококальциевых зол ТЭЦ от сгорания бурых углей. Используя золу, являющуюся техногенным отходом промышленности, возможно не только значительно снизить себестоимость вяжущего, но и увеличить объемы выпускаемого цемента без увеличения мощности цементных заводов. Проведенными ранее исследованиями установлено, что прочность бетонов и растворов на ЗПЦ при оптимальном содержании золы и оптимальной энергии помола не только не ниже, но и иногда превышает прочность материалов на обычном ПЦ.

Поэтому целью наших исследований было выяснение причин равной прочности ЗПЦ в сравнении с обычным портландцементом (ПЦ). Для этого необходимо решить следующие задачи: 1) получить и сравнить прочность ЗПЦ и ПЦ.

2) смоделировать составы, обеспечивающие влияние на прочность ЗПЦ следующих факторов: а) роли помола;

б) этtringита золы;

в) свободной извести в золе;

г) совместное влияние этtringита и свободной извести.

На первом этапе эксперимента оценивалось влияние помола (рисунок 1). Осуществляя помол цемента с энергией помола 75%, получаем прирост около 25% прочности после ТВО. Это происходит из-за того, что проводя дополнительный помол мы достигаем большей дисперсности материала, большей плотности цементного порошка, вследствие чего образцы из данного материала показывают большую прочность. При этом, заменяя третью часть цемента инертным материалом – песком и проводя дополнительный помол, мы наблюдаем снижение прочности почти на 20%. Обобщая, можно выделить эффект помола, который дает половину от суммарного эффекта при получении золопортландцемента.

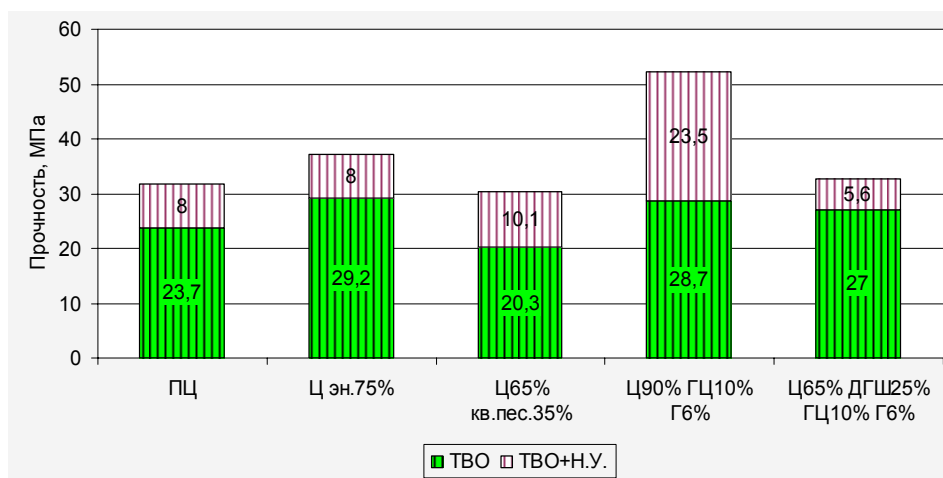


Рисунок 1 – Влияние помола на прочность вяжущих

Для определения влияния этtringита мы моделировали составы состоящие из ПЦ, глинозёмистого цемента и гипса, в различных процентных содержаниях. Структура набирает свою прочность за счёт различных новообразований. Данная структура обрастает AFt образованиями, игольчатая структура которых пронизывает материал, тем самым его уплотняет. После чего вся структура обрастает гелями гидросиликатов кальция. Благодаря чему, мы получаем прочность которая не уступает, а в некоторых случаях превышает прочностные показатели обычного ПЦ (рисунок 2).

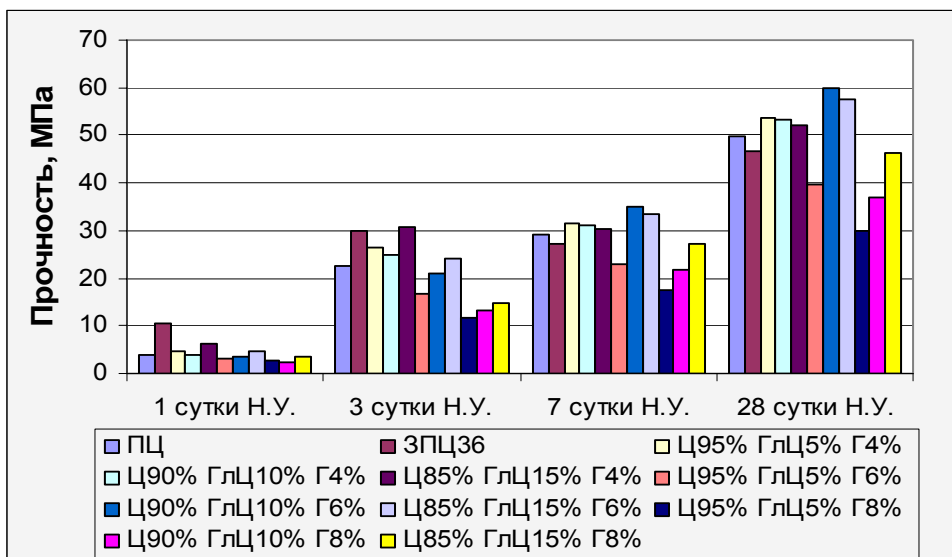


Рисунок 2 – Влияние этtringита на прочность вяжущих

Нами было смоделировано 9 различных составов этtringита. Прочностные показатели которых были сравнены с прочностными показателями контрольных образцов, в качестве которых выступали: цемент Галухинского месторождения и ЗПЦ полученный из того Галухинского цемента, путём замены 35% высококальциевой золой. Вследствие данного сравнения было выявлено, что в 5 составах прочностные показатели выше показателей контрольного ПЦ.

На следующем этапе наших исследований мы выявляли роль влияния свободного СаО на прочностные показатели золопортландцемента (рисунок 3). Для этого были смоделированы 6 составов.

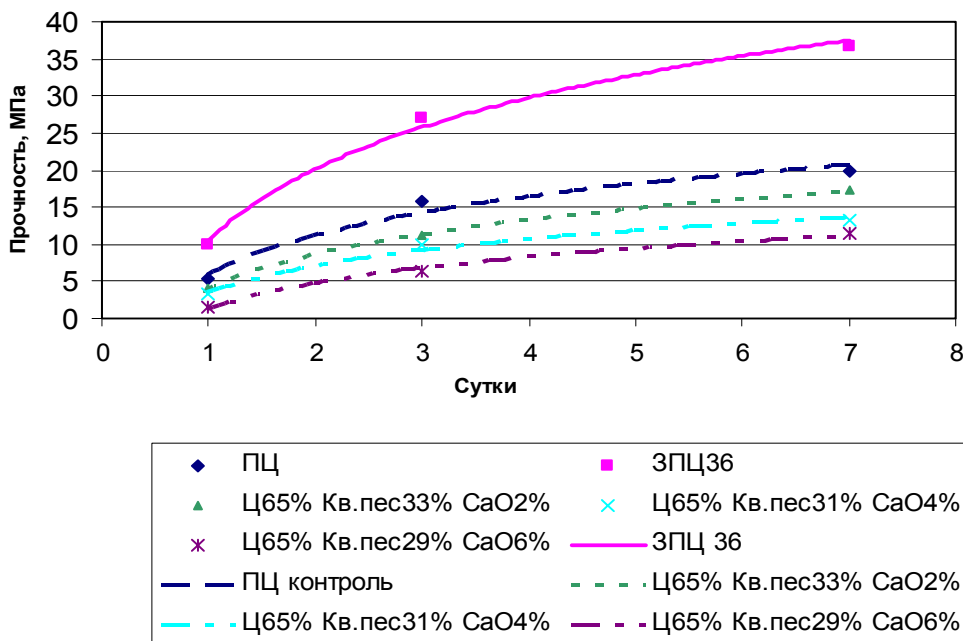


Рисунок 3 – Влияние свободной извести на прочность вяжущих

В качестве основы было взято 65% цемента Голухинского цементного завода, к которому добавляли известь содержанием 2, 4, 6%, обожженной до состояния пережога при температуре 1200 градусов. Оставшееся процентное содержание заполняли инертным, или полунинертным материалами: кварцевым песком и доменным гранулированным шлаком (ДГШ) соответственно. Образцы, полученные на данных составах, так же сравнивались по

прочностным показателям с контролем, в качестве которого использовался Голухинский ПЦ и ЗПЦ на его основе. Согласно нашим данным, образцы с содержанием 2 % свободного СаО дали наибольшие прочностные показатели в начальные сроки твердения.

На последнем этапе наших исследований мы моделировали состав для определения совместного влияния этtringита и свободной извести. Для этого в ПЦ мы заменяли 35% цемента на 21% ДГШ, 4% СаО, 10% глинозёмистого цемента. Плюс мы добавили 6% гипса. Данный состав показал примерно равные показатели прочности, относительно контрольного Голухинского цемента.

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что прочность золопортландцемента на половину обеспечивается помолом, остальная доля прочности обеспечивается за счет влияния новообразований при твердении ЗПЦ, причем больший вклад осуществляется появлением фаз при гидратации алюминатов кальция, меньший – образованием портландита.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Казарян А. М. ст. гр. ПСК-22,

Овчаренко Г.И. д.т.н., профессор – научный руководитель

Повышенные требования по водонепроницаемости предъявляются к бетонам и растворам для всех гидротехнических сооружений и транспортного строительства, а также в некоторых случаях и в гражданском строительстве.

Надежность эксплуатации строительных объектов во многом зависит от их гидроизоляции. Вода проникает в строительные конструкции несколькими путями. Основным источником попадания воды в незащищенную конструкцию являются грунтовые воды и атмосферные осадки. Особый случай – это поверхности, непосредственно контактирующие с водой, например стенки бассейнов, каналов, резервуаров и т.п. Эксплуатация гидротехнических сооружений без изоляции невозможна.

Воздействие воды на строительные материалы и конструкции можно с уверенностью отнести к агрессивным воздействиям. В связи с этим принципы гидроизоляции корреспондируются с принципами антикоррозионной защиты.

Наиболее надежным решением проблемы повышения водонепроницаемости растворов и бетонов является введение в состав материала модификаторов.

К примеру, в Германии для конструкций эксплуатирующихся при высоком уровне грунтовых вод или при опасности наводнения, а также в гражданском или инженерном строительстве используют железобетонные конструкции без дополнительной гидроизоляции, водонепроницаемость которых обеспечена самим качеством материала.

В той же Германии испытание бетонов на водонепроницаемость по значимости и количеству испытаний занимает второе место после испытания на прочность.

Цель работы – повышение водонепроницаемости растворов путем модифицирования их различными добавками.

Поставленные задачи:

1. Подбор составов водонепроницаемых растворов;
2. Сравнительная оценка водонепроницаемых растворов различных составов.

В ходе исследования в качестве сырьевых материалов применялись: цементы М400 Д20, ОАО «Искитим - цемент», испытанный согласно стандартной методике по ГОСТ 10178-85; речной (р. Обь) песок – ГОСТ 8735-88.

Для получения первичной гидроизоляции в качестве добавок повышающих водонепроницаемость были опробованы: бентонитовая глина, хлористое железо $FeCl_3$, микрокремнезем, хлорид кальция, метилцеллюлоза и суперпластификатор С-3.

Испытанию на водонепроницаемость цементно-песчаного раствора (глубина погружения стандартного конуса 4 см) с добавками подвергались образцы-цилиндры диаметром 10 см и высотой 5 см. Испытания на водонепроницаемость проводились в возрасте 3, 7, 14 и 28 суток.

Для проведения испытания используется установка собственного изготовления, которая обеспечивает возможность подачи воды к нижней торцевой поверхности образцов при возрастающем ее давлении, а также обеспечивает возможность наблюдения за состоянием верхней торцевой поверхности образцов. Установка состоит из следующих основных частей: гидравлический насос, ручка насоса, 2 пластины с резиновыми прокладками для крепления формы с образцом снизу и сверху, манометр.

Цилиндрические формы с образцами устанавливаются на нижнюю пластину с резиновой прокладкой, сверху образца кладется еще одна резиновая прокладка и закрывается второй пластиной. Пластины сжимаются с помощью болтов для герметизации. Давление воды повышается ступенями по 0,2 МПа в течение 1 минуты. Испытание проводится до тех пор, пока на верхней торцевой поверхности образца не появятся признаки фильтрации воды в виде капель или мокрого пятна. Водонепроницаемость каждого образца оценивается максимальным давлением воды, при котором еще не наблюдалось ее просачивание через образец.

Полученные данные следует пересчитывать с учетом коэффициента, учитывающего разность измерений произведенных на данной установке с результатами полученными по методике ГОСТ 127305-84.

На рисунке 2, 3 представлены данные испытаний растворов на водонепроницаемость с добавлением бентонитовой глины в виде суспензии и сухого порошка.

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

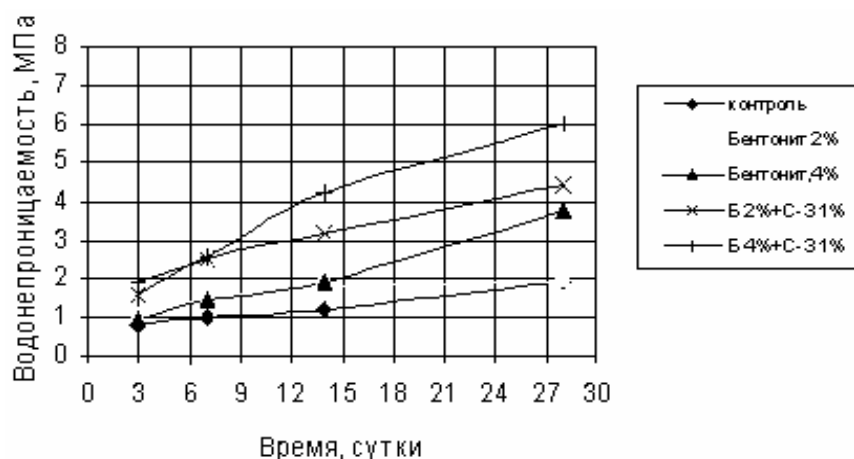


Рисунок 1 - Влияние введения бентонитовой глины в виде суспензии

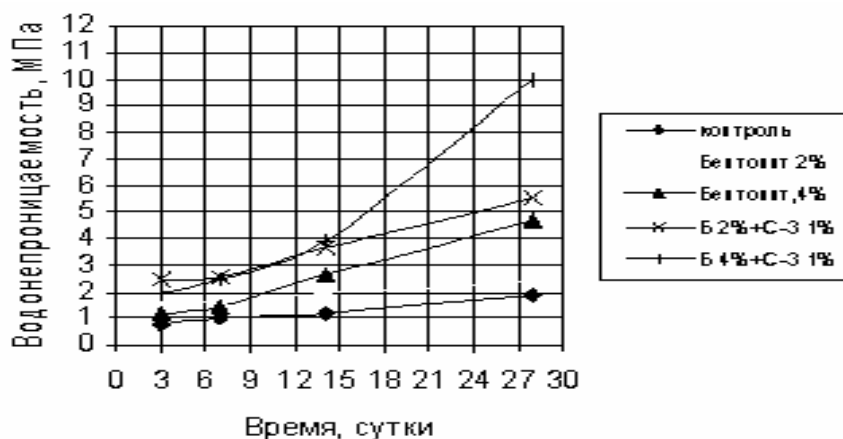


Рисунок 2 - Влияние введения бентонитовой глины в виде сухого порошка

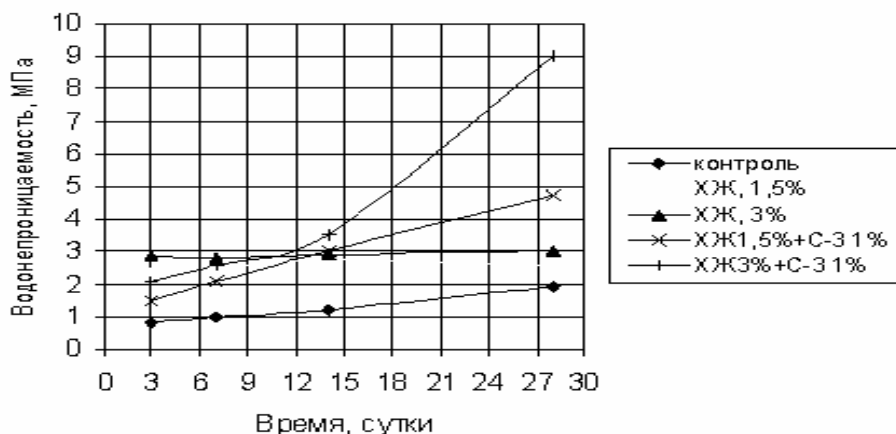


Рисунок 3 - Влияние хлорида железа



Рисунок 4 - Влияние микрокремнезема на водонепроницаемость

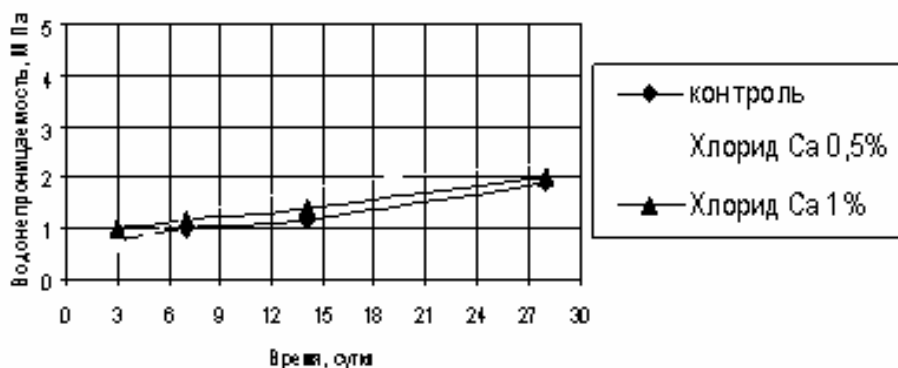


Рисунок 5 - Влияние на водонепроницаемость хлорида кальция

Полученные данные свидетельствуют о значительном повышении водонепроницаемости и эксплуатационных характеристик модифицированных растворов в сравнении с контрольными образцами, т.е. образцами, изготовленными из цементно-песчаного раствора без добавок.

Бентонитовая глина повышает водонепроницаемость за счет того, что при увлажнении она разбухает и заполняет свободное пространство, уменьшая пористость.

Хлористое железо $FeCl_3$ повышает гидроизоляционные свойства путем кальматации пор, увеличивая плотность раствора.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СУЛЬФАТОСТОЙКОСТЬ ЦЕМЕНТА

Карпова Т. Н., Шестакова К.В. – студенты гр. ПСК – 21
Научный руководитель – д. т. н., профессор Козлова В. К.

В различных отраслях народного хозяйства примерно половина зданий и сооружений подвергается воздействию агрессивных сред, чаще всего сульфатной.

Специфические условия разработки нефтяных и газовых месторождений Крайнего Севера и Сибири, обусловленные пониженными температурами почвы, требуют разработки специальных цементов. Значительная часть месторождений нефти и газа приурочена к подсолевым и межсолевым отложениям. Крепление таких скважин требует цементов, устойчивых к действию коррозионных сред.

Сульфатостойкие цементы (Sulphate-resistant cements) предназначены для изготовления бетонных и железобетонных конструкций, цементирования нефтяных и газовых скважин.

На цементных заводах России изготавливается недостаточное количество сульфатостойких цементов, поэтому актуальной задачей является разработка составов тампонажных растворов, обладающих повышенной коррозионной стойкостью и изготовленных на основе обыкновенного портландцемента. Повышение сульфатостойкости тампонажных растворов может быть достигнуто использованием различных добавок. В докладах пятого международного конгресса по химии цемента отмечалось, что сульфатостойкость бетонов повышается при введении добавок карбоната кальция. Выпускаемые цементными заводами сульфатостойкие цементы содержат шлак или пуццолановые добавки. Нами изучено влияние на сульфатостойкость замены таких добавок молотым известняком и доломитом. Совместно с карбонатными породами вводим ряд растворимых химических добавок в различном количестве.

В качестве сырьевых материалов использовался портландцементный клинкер объединения ОАО «Цемент», двуводный гипс, известняк и доломит шерешгешского месторождения. В качестве химических добавок использовались сульфаты различных металлов и карбамид.

Для сравнения приведены результаты определения пределов прочности при сжатии заводского портландцемента М 400 Д20 в различные сроки твердения. Количество химических добавок изменялось от 0,1 до 1,0%. Влияние добавок способствует увеличению растекаемости цементного теста и получению сроков схватывания, соответствующего требованиям ГОСТа на тампонажные цементы.

Влияние химических добавок на прочность цементного камня отражено на рисунке 1.

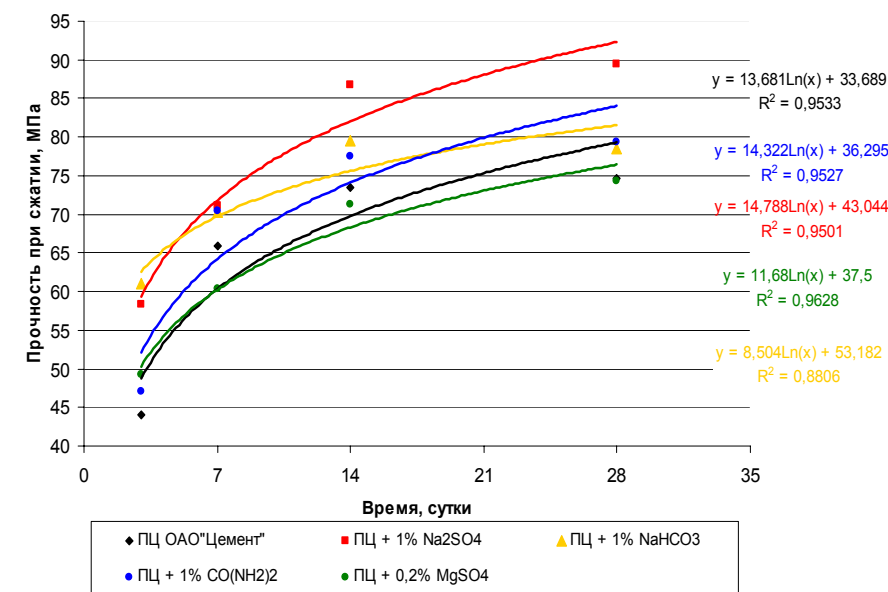


Рисунок 1 - Зависимость прочности составов от добавок

Таблица 1 – Прочность при сжатии цементного камня, полученного с использованием комплексных добавок

Состав	R _{сж} , МПа			
	3 сут	7 сут	14 сут	28 сут
Портландцемент М400 Д20 (ОАО «Цемент»)	41,4	65,2	72,6	74,4
75% клинкер + 20% известняк + 5% гипс	45,7	70,1	76,3	78,3
75% клинкер + 20% доломит + 5% гипс	49,6	69,7	78,7	79,6
75% клинкер + 5% гипс + 20% комплексной добавки № 1	55,4	70,9	83,7	85,6
75% клинкер + 5% гипс + 20% комплексной добавки № 2	54,4	67,9	78,3	86,6

Необходимо отметить, что введение всех химических добавок, кроме MgSO₄ способствует увеличению прочности цемента во все сроки твердения. Наибольший эффект достигается при введении 1% Na₂SO₄. На основе доломита, различного количества добавок и пластификатора С-3, были подготовлены комплексные добавки. Прочность цементного камня при сжатии, полученного с использованием комплексных добавок приведена в таблице 1.

Приведенные данные показывают, что замена активной минеральной добавки в виде шлака на известняк и доломит приводит к повышению прочности во все сроки твердения. Наибольший эффект достигнут при использовании доломита.

Комплексные добавки с различным содержанием растворимых солей способствуют более активному нарастанию прочности, особенно в ранние сроки твердения.

Определение сульфатостойкости выполнено по ускоренной методике. Образцы после 28-суточного твердения испытываем на сульфатостойкость в переменных условиях (24 часа в агрессивном растворе сульфата натрия и 8 часов в сушильном шкафу при температуре 110⁰ С, после чего охлаждались и снова погружались в агрессивный раствор).

Результаты испытаний показали, что сульфатостойкость ПЦ 400 Д20 составляет 10 цикл. Замена активной минеральной добавки доломитом приводит к повышению сульфатостойкости до 21 цикла.

На основе полученных результатов разработано предложение заводу ОАО «Цемент» по замене активной минеральной добавки.

Введение химических добавок может быть осуществлено при приготовлении тампонажных растворов на цементах предлагаемого состава, при этом сульфатостойкость тампонажных растворов может повышаться до 35 – 38 циклов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛАКОЗОЛЬНОПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО В БЕТОНЕ

Рындин Е. А., Кириллова Ж. А. студенты гр. ПСК-22

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

За последнее время портландцемент вырос в цене в 3-4 раза. Также в связи с большим объемом нового строительства, в том числе с реализацией программы «Доступное жилье», цемент становится не только дорогим, но и дефицитным материалом. Поэтому необходимым становится дешевый высококачественный вяжущий материал, изготовленный на основе портландцемента.

Известно, что использование отходов в 2—3 раза дешевле, чем природного сырья. Расход топлива при использовании отходов снижается на 10-40 %, а удельные капиталовложения на 30-50 %.

Цель работы: получить более дешевое вяжущее, не уступающее по характеристикам бездобавочному портландцементу. Поставленные задачи: исследовать систему:

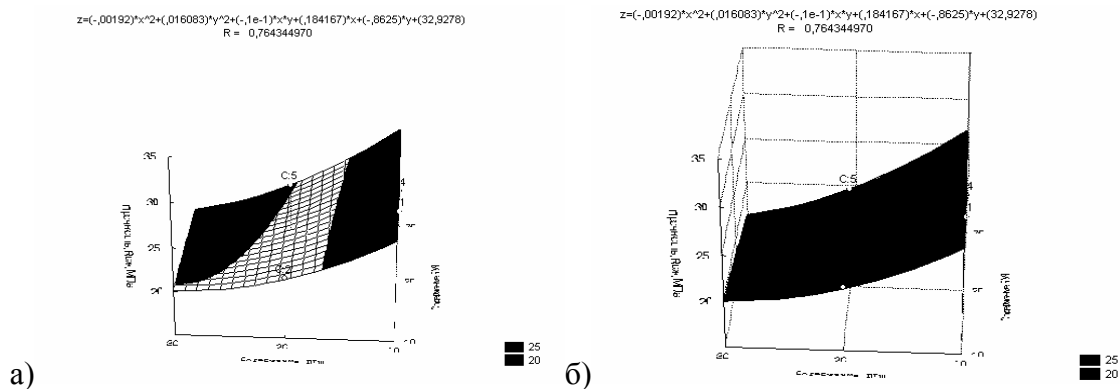
портландцемент + буроугольная зола + доменный граншлак и изучить их прочностные характеристики

В ходе исследования в качестве сырьевых материалов применялись: цементы М400 Д20, ОАО «Цемент», испытанный согласно стандартной методике по ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия». Песок речной (р. Обь) испытывался по ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний». Доменный гранулированный шлак испытывался по ГОСТ 3476-74 «Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов» Буроугольная зола: Нормальная густота зольного теста - 20,5 %, сроки схватывания: начало– 13 мин., конец схватывания - 21 мин определяли по ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения норм густоты, сроков схватывания и равномерность изменения объема». Тонкость помола - 4,7 %, удельная поверхность – 2660 см²/г определяли по ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола». Определение активности зол по тепловыделению определялось нестандартным методом. Разность между максимальным и минимальным значением температуры – 4 °С, ППП=3,2 %, НС1=15,5 мл, СаО_{св}: открытый – 1,23 %, закрытый – 0,88 %, суммарный свободный – 2,11 %.Щебень: Верх-Катунского месторождения испытывают по ГОСТ 10260 «Щебень из гравия для строительных работ». Добавка "Универсал П-2": является ускорителем твердения бетона и эффективным пластификатором 2 группы с воздухововлекающим действием. Выпускается в порошкообразном виде. Рекомендуемые пределы оптимального содержания добавки к массе цемента 0,5–0,8 % или примерно 2,5 кг/м³ бетона.

В ходе эксперимента производился помол системы буроугольная зола - доменный граншлак - портландцемент. Энергия помола составляла - 100 % и 200 %. Содержание золошлаковой композиции в составе варьировалось от 20 % до 60 %. После проведения помола формовались образцы бетона размером 10×10×10 по стандартной технологии. Образцы подвергались испытанию на прочность после тепловлажностной обработки, тепловлажностной обработки и выдерживанию в нормальных условиях, а также после выдерживания в нормальных условиях в камере нормального твердения.

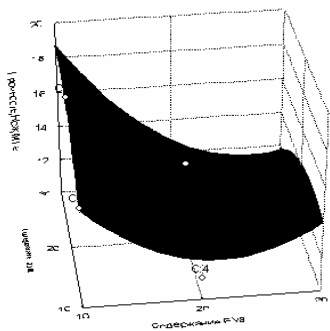
Результаты эксперимента отражены на рисунке 1.

Установлено, что при энергии помола – 100 % наилучшие результаты по прочности после ТВО показывают составы с 10-ти % содержанием БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %); все образцы после ТВО и дальнейшего выдерживания в течение 28 суток показывают прочность на уровне контроля, а наилучшие данные – при 20-ти % содержании БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %);, все образцы, твердевшие в камере нормального твердения в течение 28 суток, показывают прочность на уровне контроля, а наилучшие данные – при 30-ти % содержании БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %).



$$z = (0,245)x^2 + (-0,1175)y^2 + (-0,135)xy + (-0,925)x + (7,625)y + (17,2833)$$

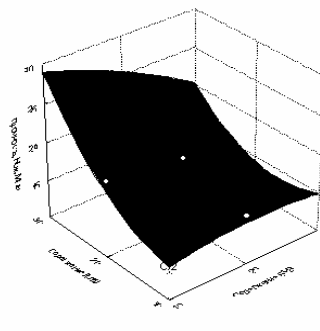
$$R = 0,958076788$$



в)

$$z = (-0,00802)x^2 + (0,0318)y^2 + (-0,02355)xy + (-0,588917)x + (-0,30233)y + (11,425)$$

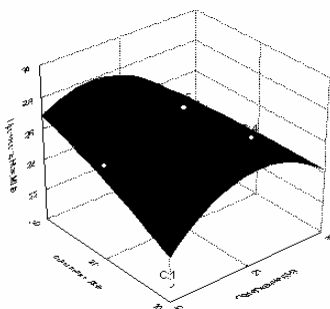
$$R = 0,840023879$$



г)

$$z = (-0,025)x^2 + (-0,00325)y^2 + (-0,01213)xy + (1,1825)x + (4,48333)y + (10,65)$$

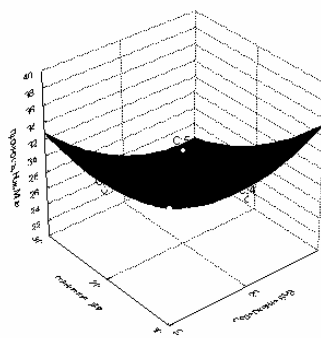
$$R = 0,700017234$$



д)

$$z = (0,025417)x^2 + (0,017417)y^2 + (-0,02525)xy + (-0,68917)x + (-0,4975)y + (43,9556)$$

$$R = 0,852199772$$



е)

Рисунок 1 - а) твердение в НУ (28 сут) 100 % энергии помола; б) твердение в НУ (28 сут) 200 % энергии помола, контроль – 27,25 МПа; в) ТВО 100 % энергии помола; г) ТВО 200 % энергии помола, контроль – 16,15 МПа.; д) ТВО+ НУ (28 сут) 100 % энергии помола; е) ТВО+ нормальные условия хранения (28 сут) 200 % энергии помола, контроль – 23,1 МПа.

При энергии помола 200 % наилучшие результаты по прочности после ТВО показывают составы с 20-ти % содержанием БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %); после ТВО + 28 сут НУ, все образцы показывают прочность на уровне контроля, а наилучшие данные – при 10-ти % содержании БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %); а при твердении в нормальных условиях в течение 28 суток все образцы показывают прочность на уровне контроля, а наилучшие данные – при 10-ти% и 20-ти % содержании БУЗ (ДГШ – от 10 до 30 %).

Выводы:

1. Буроугольная зола и доменный граншлак в качестве основного компонента шлакозопортландцементов хорошо работает при дозировке золы 10 % и ДГШ от 10 до 20 % с энергией помола 100 % и 200 %.

2. Заменяя часть цемента ДГШ и БУЗ, мы не только получаем более дешёвое вяжущее, но и бетон с высокими прочностными свойствами. Бетон, полученный на ЗШПЦ, не уступает бетону, полученному на обычном бездобавочном цементе. Таким образом, можно предложить составы более дешевого ЗШПЦ, обеспечив получение требуемых марок бетонов.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ БЕЗГИПСОВЫХ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ

Кузнецов Н.А., Фомичёв Ю.Ю.– студенты гр.ПСК-41

Научный руководитель – аспирант Яковлева В.С.

д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.

Одним из приоритетных направлений в области химии и технологии цемента являются исследования безгипсовых портландцементов (БГПЦ), представляющих собой следующую систему: портландцементный клинкер – замедлитель схватывания – пластификатор – ускоритель твердения. Взамен традиционного регулятора схватывания – двуводного гипса – при этом используются комплексные химические добавки, включающие в себя ПАВ и соли щелочных металлов.

Классическая комплексная добавка содержит для БГПЦ щелочесодержащий ускоритель твердения и пластифицирующие замедляющие компоненты в виде лигносульфонатов технических (ЛСТ). Трудности получения БГПЦ на ЛСТ заключаются в нестабильности состава и свойств как лигносульфонатов, так и цемента на их основе. Поэтому было целесообразно исследовать другие пластифицирующее - замедляющие добавки, в частности аналоги ФМ-картана.

При проведении испытаний было установлено, что сроки схватывания безгипсового портландцемента с добавкой Синар очень быстрые. В связи с этим испытания безгипсового портландцемента с добавкой Синар было решено прекратить.

Тонкость помола рядового портландцемента и безгипсового портландцемента контролировалась двумя способами: по остатку на сите № 008 (ГОСТ 310.2-76) и по удельной поверхности. Определение удельной поверхности осуществлялось методом воздухопроницаемости на приборе ПСХ-2.

Определение нормальной густоты и сроков схватывания цементных вяжущих производилось по методике испытания вяжущих веществ в малых образцах.

Для изучения прочностных свойств цементов и материалов на их основе из теста нормальной густоты изготавливались образцы – кубики 2х2х2 см по ГОСТ 10180-90. Твердение образцов осуществлялось в камере нормального твердения. Предел прочности при сжатии в соответствии с ГОСТ 310.4 на гидравлических прессах П-10, П-50, П-125.

В исследованиях использовался клинкер, обожженный 4.10.05 г. на Голухинском цементном заводе и имеющий следующие химический и минералогический составы:

$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 - 61,0\%$

$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2 - 17,02\%$

$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3 - 7,35\%$

$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3 - 13,04\%$.

Молотый клинкер при энергии помола 100 % имел следующие характеристики: остаток на сите № 008 – 8,2%, водопотребность - 30%, сроки схватывания - очень быстрые.

Молотый клинкер при энергии помола 200 % имел следующие характеристики: остаток на сите № 008 – 6,4 %, водопотребность - 33%, сроки схватывания - очень быстрые.

Портландцемент при энергии помола 100% имел следующие характеристики: остаток на сите № 008 – 8,4 %, водопотребность - 26 %, начало схватывания - 1 час 45 минут, конец схватывания - 2 часа 50 минут.

Портландцемент при энергии помола 200% имел следующие характеристики: остаток на сите № 008 – 6,7 %, водопотребность - 24 %, начало схватывания - 1 час 20 минут, конец схватывания - 2 часа 10 минут.

Додубливающий материал Фортан имел следующие характеристики: массовая доля активного вещества не менее 71,1%; массовая доля сухих веществ не менее 95,0%; массовая доля нерастворимых в воде веществ не более 0,1%; значение рН раствора не менее 5,0%.

Додубливающий материал Синар имел следующие характеристики: рН 5-%ного раствора 8,68; содержание основного вещества не менее 95%.

Из графика видно, что при увеличении содержания добавки Фортан безгипсовый портландцемент при прочих равных условиях даёт большую прочность на 1, 3, 7 и 28 сутки твердения образцов на морозе. Прочность образцов с добавкой 0,5% Фортан и 1%Na₂CO₃ от массы клинкера на 28 сутки твердения на морозе составляет 87 МПа, в то время как у контроля всего 18 МПа.

Рассматривая кинетику набора прочности составов БГПЦ при отрицательных температурах с использованием отечественного додубливающего материала Фортан можно отметить аналогичный набор прочности цемента с энергией помола 200% в нормальных условиях. Так для БГПЦ с добавкой 0,5% Фортан от массы вяжущего на 28 сутки твердения на морозе прочность составляет 87 МПа, а для обычного цемента 81 МПа в нормальных условиях.

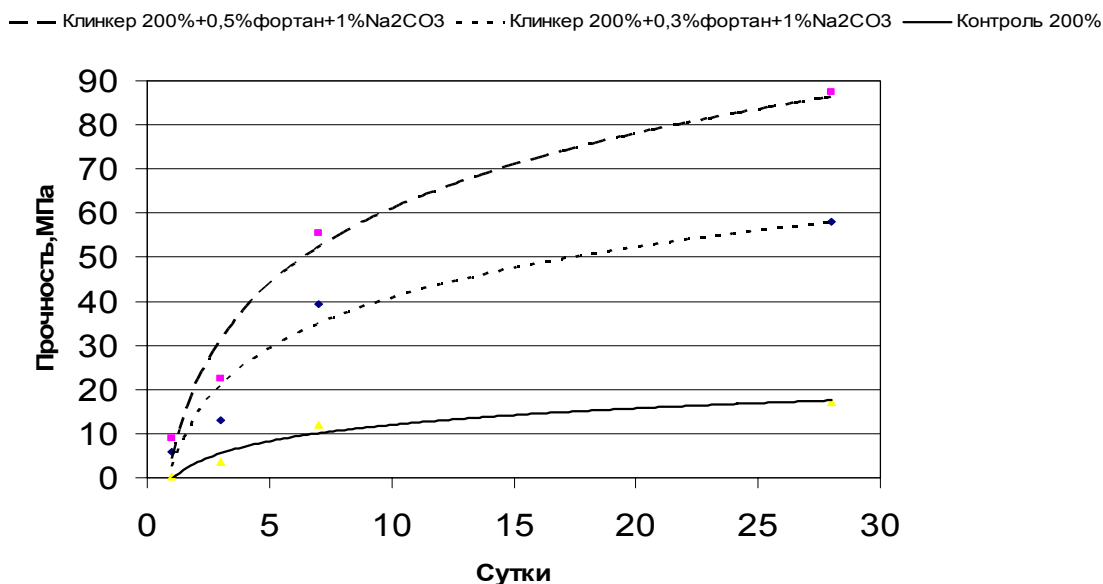


Рисунок 1 – Кинетика набора прочности БГПЦ с добавкой Фортан при отрицательных температурах

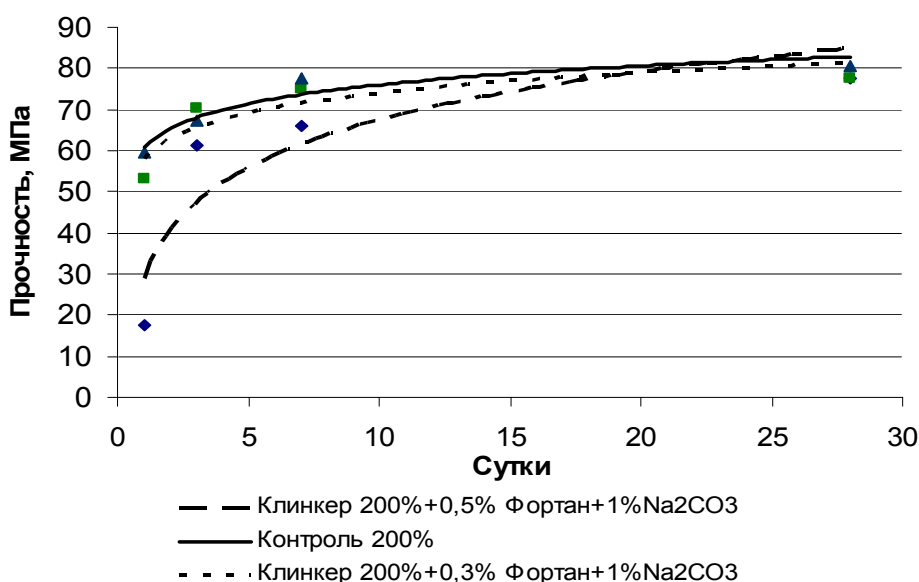


Рисунок 2 – Кинетика набора прочности БГПЦ с добавкой Фортан и обычного ПЦ при нормальных условиях

Таким образом, полученные результаты работы указывают на возможность альтернативного применения БГПЦ с добавкой Фортан при зимнем монолитном строительстве.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ

Татаринцев М. М., Кузовлев М. М. – студенты гр. ПСК-41

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

Специфические условия разработки нефтяных и газовых месторождений Крайнего Севера и Сибири, обусловленные пониженными температурами почвы, и особенностями бурения скважин в многолетнемерзлых породах, требуют разработки специальных цементов, интенсивно твердеющих при пониженных положительных и отрицательных температурах. С этой целью разработаны и используются тампонажные цементы.

Цементирование (тампонирование) — весьма ответственная стадия сложного процесса бурения; качество цементирования часто определяет эффективность эксплуатации скважины, а при разведочном бурении — возможность правильной оценки запасов продуктивных нефтеносных слоев в исследуемом месторождении.

В России очень остро чувствуется дефицит сульфатостойкого портландцемента. В настоящее время сульфатостойкий портландцемент выпускают несколько заводов на территории нашей страны, но зачастую качество этого цемента не отвечает требованиям, предъявляемым к данному виду портландцемента. По этой причине значительное количество сульфатостойкого портландцемента завозится из-за границы.

Целью нашей научной работы является разработка составов и совершенствования технологии получения тампонажных растворов, твердеющих при низких положительных и отрицательных температурах, обеспечивающих качество крепления и долговечности газовых и нефтяных скважин.

В данной работе были использованы следующие сырьевые материалы:

- клинкер производства завода ОАО «Цемент»;
- доломит Таензинского месторождения;
- двухводный гипс. Так же использовались суперпластификатор С-3 и растворимая химическая добавка карбамид (в соотношении 3/5). Количество комплексной добавки составляло 0,8%-1%.

Растекаемость цементного теста при В/Ц=0.5 без добавок составила более 300 мм., что соответствует требованиям ГОСТа. Начало схватывания цементного теста при введении добавки значительно замедлилось. Начало схватывания состава №1 – 6 часов 45 минут, против 1 часа 45 минут для бездобавочного теста. Конец схватывания цементного теста с добавкой составил более девяти часов.

Механизм действия карбамида заключается в нейтрализации и связывании свободного или выделяющегося в результате гидролиза гидроксида кальция, исключая возможность протекания реакции с образованием экспансивной фазы, т.е. этtringита и таумасита. Таким образом, представляется возможным использовать карбамид, в качестве добавки модификатора бетона, обеспечивающей его коррозионную стойкость при образовании и росте кристаллов этtringита и таумасита. Учитывая важность управления условиями формирования структуры, изучено воздействие карбамида, способного нейтрализовать свободный или выделяющийся в результате гидролиза гидроксид кальция, на твердение цементных композиций.[1].

Определение прочности проводилось на образцах – балочках. Результаты отражены на рисунке 1.

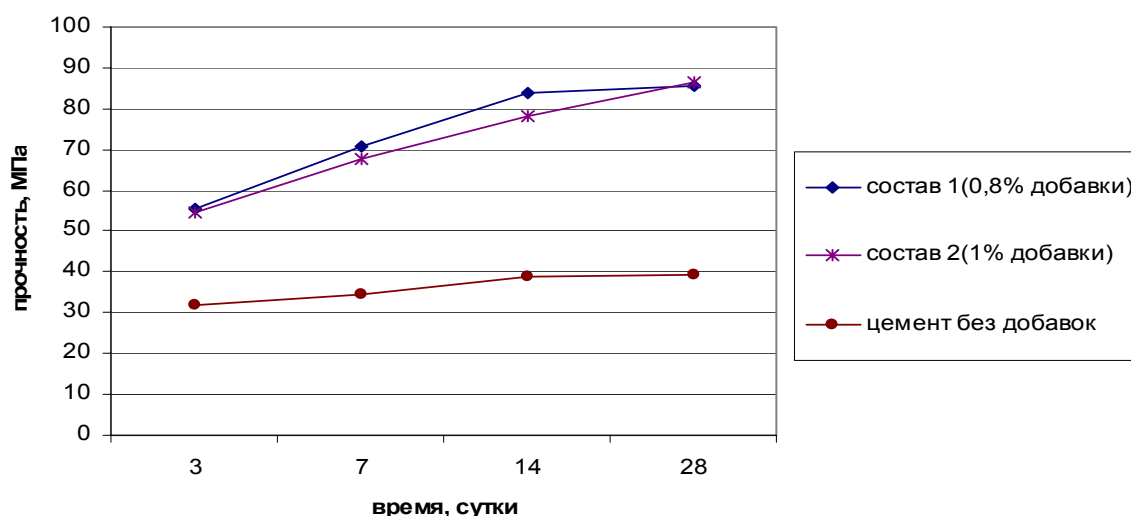


Рисунок 1 – Влияние добавок на прочность при сжатии тампонажных цементов при твердении в нормальных условиях

Результаты эксперимента показали, что введение комплексной добавки позволяет получить сроки схватывания, отвечающие требованиям к тампонажным растворам. Введение добавки способствует значительному увеличению предела прочности при сжатии, во все сроки твердения. В двадцати восьми суточном возрасте прочность при сжатии возрастает примерно в два раза, по сравнению с бездобавочным цементом.

Предел прочности при изгибе в двадцати восьми суточном возрасте составляет - 6,0 МПа при наличии добавки, а у контрольного состава – 5,3 МПа. Таким образом, введение добавки приводит к увеличению прочности при сжатии, при незначительном изменении предела прочности при изгибе.

Литература:

1. Федосов С.В., Базанов С. М. Сульфатная коррозия бетона. /М.Издательство АСВ, 2003. -192с.

ОСОБЕННОСТИ АКТИВАЦИИ ВЯЖУЩИХ В РОТОРНО-ПУЛЬСАЦИОННОМ АППАРАТЕ

**Лынова М.С., Свиржевская О.В. - студенты гр. ПСК-22
Научный руководитель - Овчаренко Г.И. , д.т.н., профессор**

Наиболее дорогостоящий и энергоемкий материал в производстве бетонов по праву считается цемент. В условиях постоянного роста цен на портландцемент (ПЦ), актуальной является задача снижения его расхода в производстве тяжелого бетона. При этом нужно заботиться о сохранении или, при возможности, улучшении всех свойств готовых изделий.

Для понижения расхода ПЦ целесообразно использовать минеральные отходы промышленности, которые, однако, зачастую не обладают необходимой химической активностью. Основным технологическим переделом подготовки отхода, позволяющим перевести его в химически активное состояние являются процессы дробления и измельчения. Тонкое измельчение материалов может быть одним из способов механоактивации. Однако, для решения данной проблемы использование традиционных помольных агрегатов, таких как шаровая мельница, как правило, экономически не рационально из-за непропорционально большого роста энергозатрат относительно роста дисперсности измельчаемого материала, а помольные агрегаты в виде струйных, роликовых, вибрационных и других мельниц ориентированы в основном на измельчение сухих материалов. Очевидна необходимость применения установок для активации вяжущих смесей в состоянии водных дисперсий.

К числу таких установок относится роторно-пульсационный аппарат (РПА). РПА представляет собой агрегат для приготовления жидких эмульсий и суспензий, в том числе цементных, путем гидродинамических воздействий. РПА сочетает в себе принцип работы дисмембратора и центробежного насоса.

Целью нашей научно-исследовательской работы являлось изучение влияния активации вяжущих в цементных, зольных и цементно-зольных суспензиях при различном В/Ц и количестве циклов обработки в РПА.

В ходе проведения эксперимента использовались следующие сырьевые материалы: искитимский портландцемент ПЦ400Д20, обской песок с модулем крупности 0,96, высококальциевая зола от сжигания Канско-Ачинских бурых углей на Барнаульской ТЭЦ-3 (БУЗ), с содержанием СаОсвоб.4,9%.

Испытания проводились на балочках с размерами граней 4x4x16 см, которые формовались из цементно-песчанного раствора различной подвижности. Предварительно цементная, зольная, а также цементно-зольная суспензия с различным водоцементным отношением подвергалась механической обработке в роторно-пульсационном аппарате при разном количестве циклов обработки. Балочки твердели при тепловлажностной обработке по режиму 3+3+3 часа при температуре 60 °С и при нормальных условиях в течении 28 суток.

На первом этапе нашего исследования рассматривалась зависимость прочности от различного В/Ц и числа циклов активации в РПА. Обработке подвергались цементные

суспензии с В/Ц=0,65, В/Ц=0,55 и В/Ц=0,45. В ходе эксперимента, было установлено, что прочность с увеличением циклов активации и с уменьшением В/Ц повышается (рисунок 1).

На втором этапе нашего исследования в целях экономии цемента 40% его было заменено БУЗ. Смесь ПЦ+БУЗ с В/Ц=0,65, В/Ц=0,55 и В/Ц=0,45 в соотношении 60% и 40% соответственно, также проходила активацию в РПА, испытания проводились после 10,20,25 циклов обработки (рисунок 2). На этом рисунке изменение прочности образцов, прошедших обработку, от контрольных образцов показано в процентном соотношении. ПЦ-контроль взят за 100 %. Из рисунка видно, что с повышением циклов обработки прочность увеличивается и при 25 циклах она меньше ПЦ-контроля всего на 14%, что показывает возможность экономии цемента.

$$z = ((0,2)*x)^2 + ((29,4)*y)^2 + (-7,5)*y*x + (5,2)*x + (-956,3)*y + (360,4)$$

$$R = 0,97$$

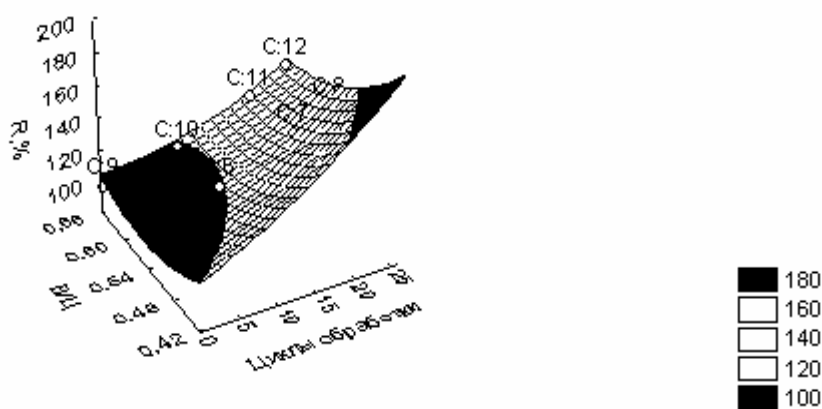


Рисунок 1 - Зависимость прочности от количества циклов обработки и от разного В/Ц цементных суспензий

$$z = ((0,07)*x)^2 + ((-0,22)*y)^2 + (-1,4)*y*x + (1,3)*x + (-19,4)*y + (74,5)$$

$$R = 0,97$$

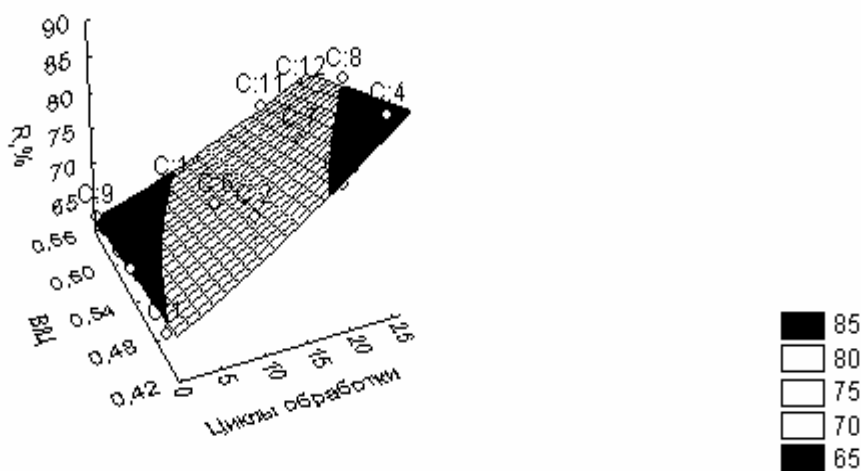


Рисунок 2 - Зависимость прочности от количества циклов обработки и от разного В/Ц цементно-зольных суспензий

На третьем этапе нашего исследования, было принято решение провести активацию отдельно цементной или зольной суспензии с последующим добавлением неактивированной золы или цемента соответственно. Дозировка золы и цемента в обоих случаях одинакова и составляет ПЦ 60% БУЗ 40%. В результате проведенного эксперимента было выявлено, что в обоих случаях, прочность образцов с В/Ц=0,45 и В/Ц=0,55 уже после 10 циклов обработки достигает и даже превышает контрольный, а с увеличением циклов обработки продолжает расти (рисунки 3,4).

$$z = ((-0,5)*x)^2 + ((-0,28)*y)^2 + (-0,98)*y*x + (3,32)*x + (-18,98)*y + (77,8)$$

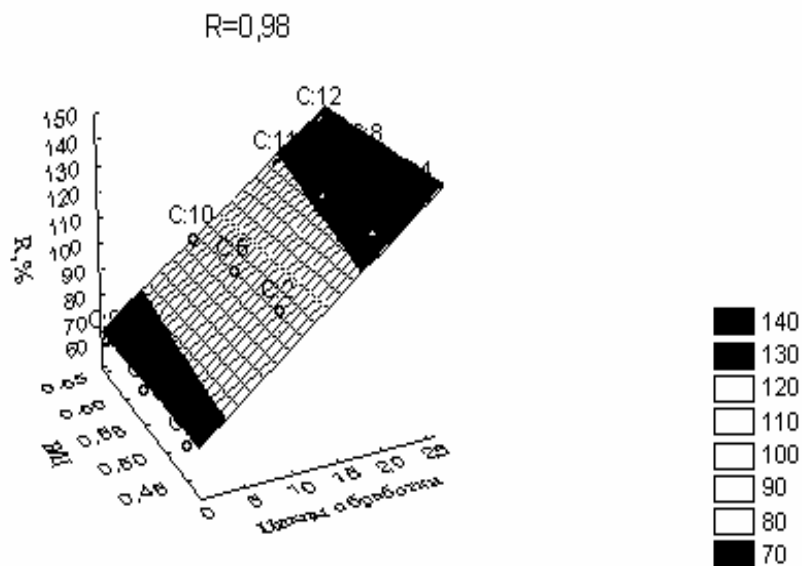


Рисунок 3 - Зависимость прочности от количества циклов обработки и от разного В/Ц цементных суспензий с последующим добавлением неактивированной сухой БУЗ.

$$z = ((0,2)*x)^2 + ((7,9)*y)^2 + (-1,6)*y*x + (3,8)*x + (-85,4)*y + (99,5)$$

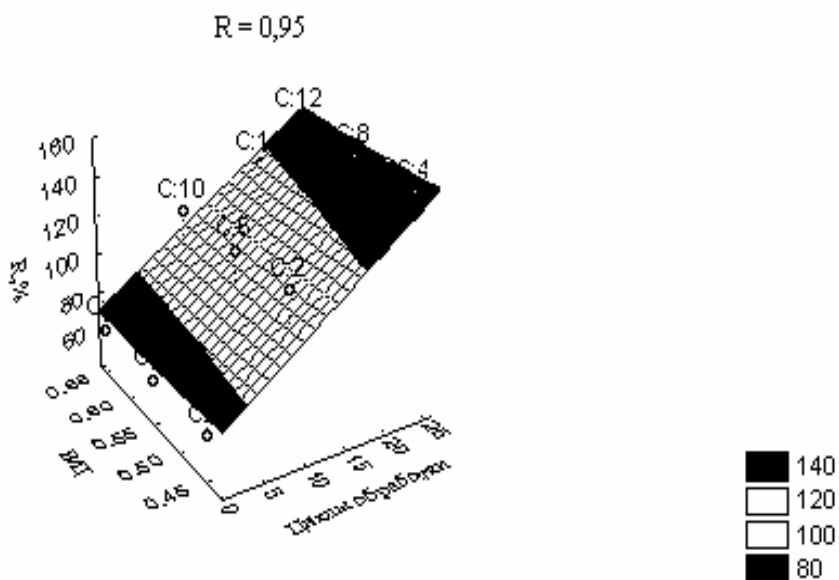


Рисунок 4 - Зависимость прочности от количества циклов обработки и от разного В/Ц зольных суспензий с последующим добавлением неактивированного сухого цемента.

Таким образом, основываясь на наши исследования, обработка вяжущих в РПА является эффективной и экономически целесообразной.

Анализ полученных данных также показывает, что при воздействии воды на защитный слой водонепроницаемость образцов увеличивается (на примере составов №2, №3 аналогичных композиции Кальматрон). Это объясняется тем, что при высыхании защитного слоя образование малорастворимых кристаллов приостанавливается, а при увлажнении процесс коагуляции возобновляется.

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ НА СВОЙСТВА НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА, ТВЕРДЕЮЩЕГО НА МОРОЗЕ

Букеева В.С., Ляпун Ю.А. – студенты группы ПСК-21

Научные руководители - аспирант Селютин А.В.,

д.т.н., профессор Овчаренко Г.И.

В связи с повышением требования СНиП по теплозащите зданий и сооружений однозначно предполагает разработку новых эффективных теплоизоляционных строительных материалов и совершенствование технологии получения известных, среди которых особого внимания заслуживает технология неавтоклавного газобетона. Цементно-золенный газобетон является перспективным строительным материалом, так как сочетает в себе комплекс строительно-технических свойств, являясь одновременно теплоизоляционным и конструкционным материалом. Технология производства этого материала проста и малоэнергоёмка, но при наступлении холодов объёмы производства резко сокращаются или полностью прекращаются. Введение противоморозных химических добавок в газобетонную смесь позволяет получать материал, твердеющий при отрицательной температуре без дополнительной тепловой обработки и удовлетворяющий требованиям ГОСТ 25485-89.

Характерной особенностью зол от сжигания бурого углей является относительно высокое содержание свободных оксидов кальция и магния, что может существенно влиять на свойства строительных материалов. Поэтому целью работы являлось исследование свойств исходных проб зол и полученных на их основе образцов газобетона и выявление зависимости между ними.

В работе использовался портландцемент ПЦ 400 Д20 Искитимского цементного завода, высококальциевая электрофильная зола Барнаульской ТЭЦ-3 от сжигания бурого угля Канско-Ачинского месторождения (БУЗ) с содержанием свободной извести от 5,01 до 9,9% со средним значением 7,5%, противоморозные химические добавки Na_2SO_4 , NaCl , COONa , K_2CO_3 , а также алюминиевая пудра ПАП-1 и ПАВ в виде стирального порошка.

Ячеистобетонная для газобетона плотностью 700-750 кг/м³ смесь изготавливалась в лабораторных условиях. Основные исследуемые свойства газобетона – это испытание прочности при сжатии в различные сроки твердения при различных условиях (нормальные условия твердения, твердение при -18°C). Также проводились исследования физико-механических свойств газобетона и физико-химических свойств проб зол.

В ходе проведенной работы была установлена зависимость прочностных свойств газобетона от свойств исходных зол.

Повышенное содержание открытой извести в золе положительно влияет на набор прочности неавтоклавного газобетона в условиях отрицательных температур (рисунок 1), однако при твердении в нормальных условиях колебание содержания $\text{CaO}_{\text{откр}}$ практически не влияет на прочностные характеристики.

$$z=(,598e-3)*x^2+(-,4645)*y^2+(,005832)*x*y+(-,01784)*x+(6,09295)*y+(-17,856)$$

$$R = 0,90$$

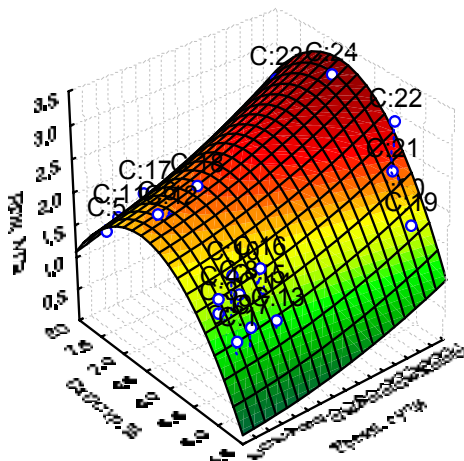


Рисунок 1 – Зависимость прочности неавтоклавного газобетона D700, твердеющего на морозе, с 2% COONa от содержания CaOоткр в БУЗ

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ В ТЯЖЕЛОМ БЕТОНЕ

Носкова О. С., Максимова О. А - студенты гр. ПСК-21

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

Коррозия выщелачивания имеет место в тяжёлом бетоне, применяемого в дорожном, гидротехническом и гражданском строительстве. Широкое применение в дорожном строительстве получили водопропускные системы, бордюрные камни, блоки разделительных полос, тротуарные плитки и другие ограждающие и разделительные элементы из тяжелого бетона. Их долговечность и сроки службы зависят от многих факторов, одним из которых является коррозия выщелачивания – вынос компонентов цементного камня из толщи бетона под действием дождевых вод и вод таяния снега.

В настоящей публикации приводятся данные исследования стойкости мелкозернистых бетонов против коррозии выщелачивания.

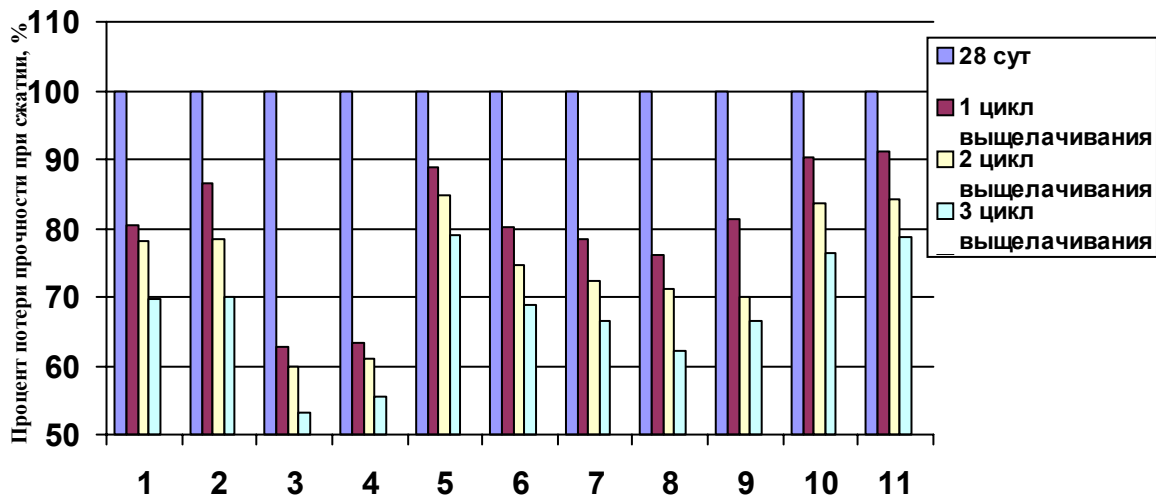
Испытания проводились на образцах - балочках размером 16×4×4 см, изготовленных из цементно-песчанного раствора и различных добавок, а также на образцах кубиках размером 2×2×2 см. В качестве сырьевых материалов применялись: цементы М400 Д20, М500Д0 ОАО «Искитимцемент» и речной (р. Обь) песок. В качестве добавок выступали микрокремнезем (МК), суперпластификатор (СЗ), доменный гранулированный шлак (ДГШ), цеолитовый туф Шивыртуйского месторождения, известняк, высококальциевая буроугольная зола (БУЗ) и гипсовый камень.

Образцы после 28 сут. естественного твердения подвергались последовательно трём циклам выщелачивания, что соответствует 1, 2 и 3 неделям омывания проточной водой с расходом 2 л/мин на площадь выщелачиваемой поверхности от 0,73 до 2,2 м². После каждого цикла образцы балочки испытывались на изгиб и сжатие в соответствии с ГОСТ 310.4-81.

Молотый цементный камень, прошедший через сито №008, из образцов кубиков после 28 сут. их твердения, подвергался выщелачиванию в дистиллированной воде путем встряхивания в колбе в течение 1-6 часов. После выщелачивания титрованием НСl определялось количество перешедшего в раствор СаО, мг/г навески. Данное исследование проводилось для определения кинетики связывания СаО различными добавками.

После полной гидратации цемента бездобавочный цементный камень должен содержать не менее 20 % извести, т. е. компонента, наиболее подверженного растворению и выщелачиванию. Такие пуццолановые материалы как микрокремнезем и

цеолитовые туфы активно связывают известь в малорастворимые гидраты. Однако без совместного применения с суперпластификаторами пуццолановые добавки повышают водопотребность цементного камня, т. е. его пористость, а значит, увеличат выщелачивание. Доменный гранулированный шлак также связывает известь, но в меньших количествах, чем пуццоланы. В то же время, он не повышает водопотребность цементов из-за остеклованной поверхности частиц (рис 1).



1 - ПЦ М400 Д20 (контроль); 2 – ПЦ М500 Д0; 3 - ПЦ М400 Д20 + 0,5% С-3; 4 - ПЦ М400 Д20 + 1 %С-3; 5 - ПЦ М400 Д20 + 10 % МК; 6 - пц клинкер + 10 % цеолит + 5 % гипсовый камень; 7 - пц клинкер + 35 % ДГШ + 5 % гипсовый камень; 8 - ПЦ М400 Д20 + 30 % БУЗ; 9 - пц клинкер + 20 % известняк + 5 % гипсовый камень; 10 - ПЦ М400 Д20 + 10 % МК+1 %С-3; 11 - ПЦ М400 Д20 + 10 % МК+1 %С-3.

Рисунок 1 - Падение прочности при сжатии после каждого цикла выщелачивания образцов в возрасте 28 сут

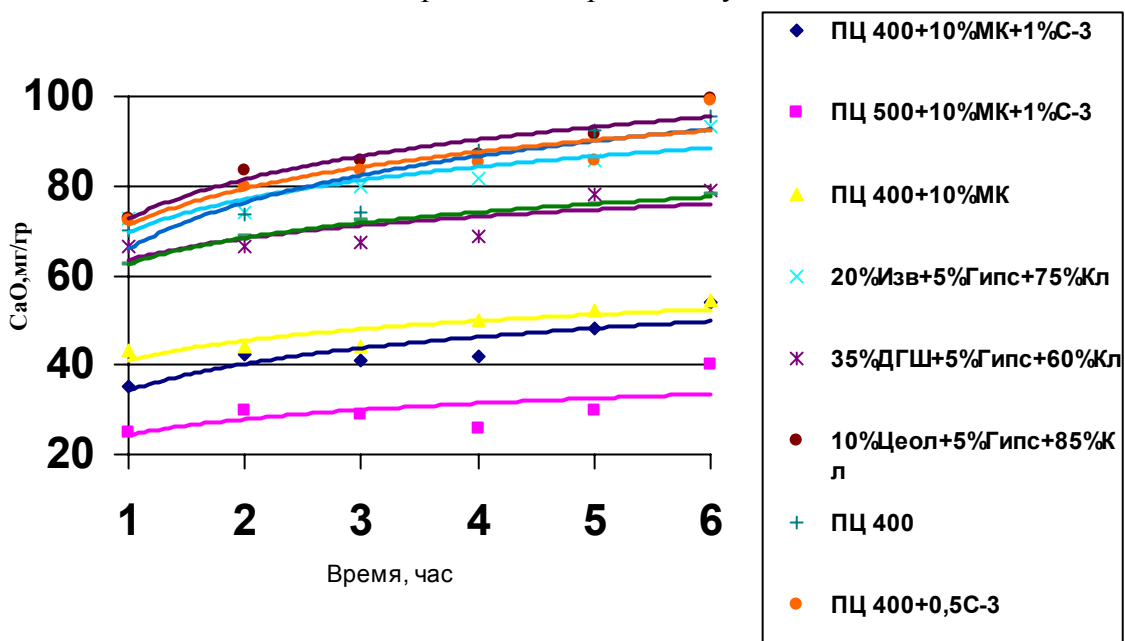


Рисунок 2 – Скорость выщелачивания гидроксида кальция дистиллированной водой из цементного камня с добавкой

Наконец, уплотнение камня (бездобавочный чисто клинкерный цемент, добавка суперпластификатора) также должно способствовать понижению коррозии выщелачивания.

Однако данные эксперимента по повышению плотности камня с добавками суперпластификатора С-3 не привели к ожидаемому повышению стойкости составов к коррозии 1-го вида (рис. 1 и 2). Также получили противоречия и при сравнительном анализе выщелачивания цементного камня и мелкозернистого бетона из ПЦ М500 и ПЦ М400. Несмотря на то, что цементный камень из ПЦ М500 после полной гидратации цемента содержит извести больше, чем цементный камень из ПЦ М400, процент потери прочности при сжатии мелкозернистого бетона на третий цикл выщелачивания у этих двух составов почти одинаковый.

Высокую стойкость к коррозии продемонстрировали цементы с пуццолановыми добавками, такими как МК, но из-за повышенного водоцементного отношения прочность мелкозернистого бетона небольшая. Это объясняется добавлением их к цементам без суперпластификаторов, а также повышенным уплотнением гранул МК, которые медленно вступают в реакцию с известью. В то же время цеолитовый туф не показывает ожидаемых результатов.

При анализе данных было обнаружено, что добавление золы и ДГШ не привело к уменьшению коррозии выщелачивания.

Как видно из экспериментальных данных по стойкости к коррозии выщелачивания можно отметить следующее. Для нормально твердевших 28 сут цементов лучшие результаты показывают образцы повышенной плотности: ПЦ М500 Д0+10%МК+1%С-3 и ПЦ М400 Д20+10%МК+1%С-3.

Таким образом, большинство минеральных добавок к обычному ПЦ М400 Д20 и еще более эффективно к ПЦ М500 Д0, приводит к значительному снижению выщелачивания свободной извести из цементного камня. Все это должно обеспечивать более высокую стойкость камня против коррозии выщелачивания.

ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ ВЯЖУЩИЕ НА КИСЛЫХ ДОМЕННЫХ ШЛАКАХ

Мерина Е.В., Меремьянина Л.В. – студенты ПСК-21

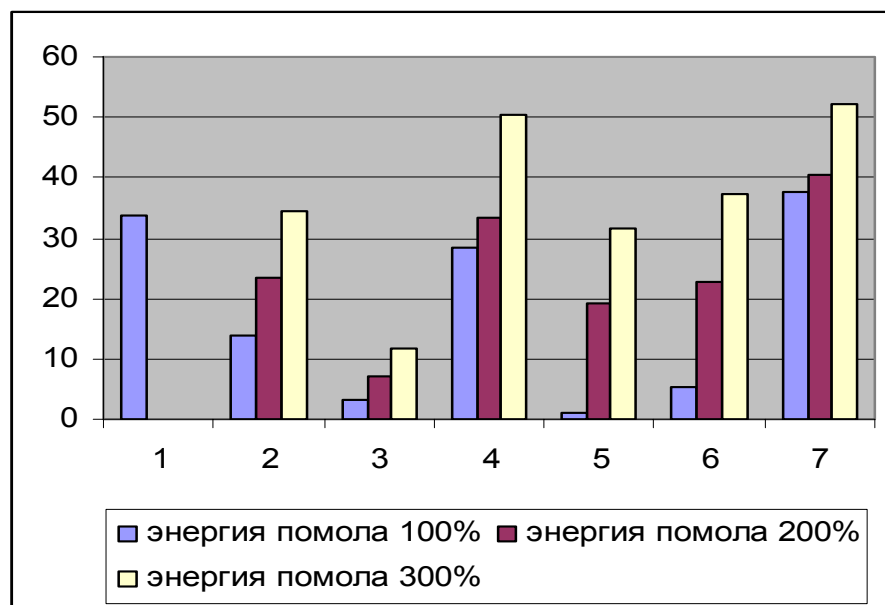
Научный руководитель – д.т.н., проф. Овчаренко Г.И.

В последнее время на рынке строительных материалов наблюдается значительный рост цен на цемент – за три года его стоимость возросла практически в 3 раза. Кроме того, эксперты строительного рынка прогнозируют дефицит этого материала в ближайшее время. Решением этой проблемы может стать замена дефицитного цемента шлакощелочным вяжущим (ШЩВ), разработанным еще в 1958 году профессором Глуховским В.Д..

Эксперимент заключался в исследовании шлакощелочных вяжущих с различной энергией помола. В качестве сырья использовался кислый доменный шлак и щелочи: натр едкий (NaOH), сода (Na_2CO_3), сульфат натрия (Na_2SO_4) и жидкое стекло. ДГШ молотся в шаровой мельнице до энергии помола 100, 200 и 300 %. Из полученного шлака изготавливалось тесто НГ путем затворения щелочами, затем формовались образцы – кубики 2×2×2 см. Кубики подвергались тепловой обработке при режиме 3-6-3 (60 °С), после испытывались на прочность при сжатии. Результаты приведены на рисунке 1.

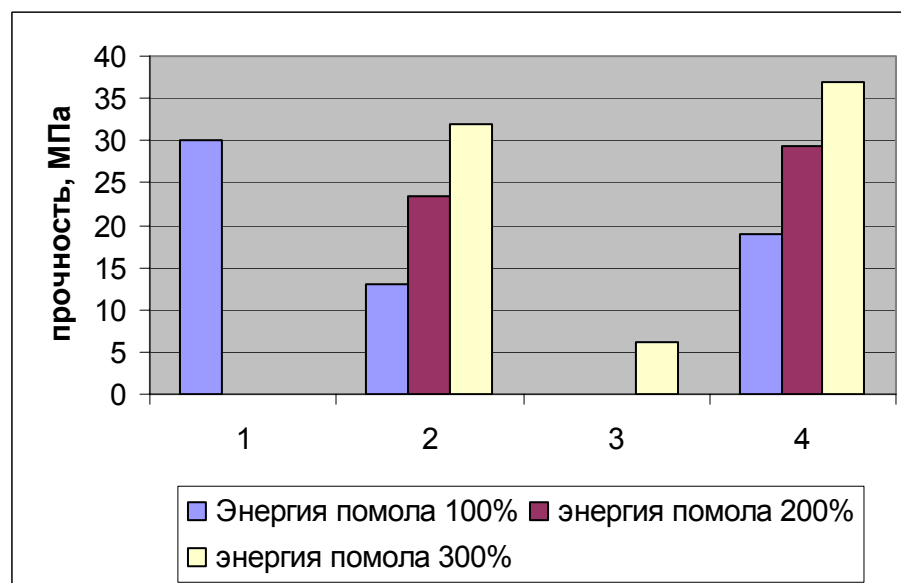
Из диаграммы видно, что большое влияние на прочность оказывает энергия помола шлака. Все составы, кроме ДГШ+ Na_2SO_4 и ДГШ+жидкое стекло (n=3), с энергией помола 300% дают прочность выше, чем контрольный образец. Наибольшие значения прочности показали составы ДГШ+ Na_2CO_3 и ДГШ + жидкое стекло с n=1. Прочность образцов из шлака, затворенного жидким стеклом, обратно пропорциональна силикатному модулю стекла, что также видно из рисунка 1.

При твердении образцов тех же составов в нормальных условиях были получены следующие результаты: на 1 сутки испытания не производились, т.к. большинство составов не давали прочности, результаты испытаний на 3 суток представлены на рисунке 2.



1 – ПЦ, 2 – ДГШ+NaOH, 3 – ДГШ+Na₂SO₄, 4 – ДГШ+Na₂CO₃, 5 – ДГШ + жидкое стекло (n=3), 6 - ДГШ + жидкое стекло (n=2), 7 - ДГШ + жидкое стекло (n=1).

Рисунок 1 Диаграмма прочности шлакощелочного вяжущего после ТВО



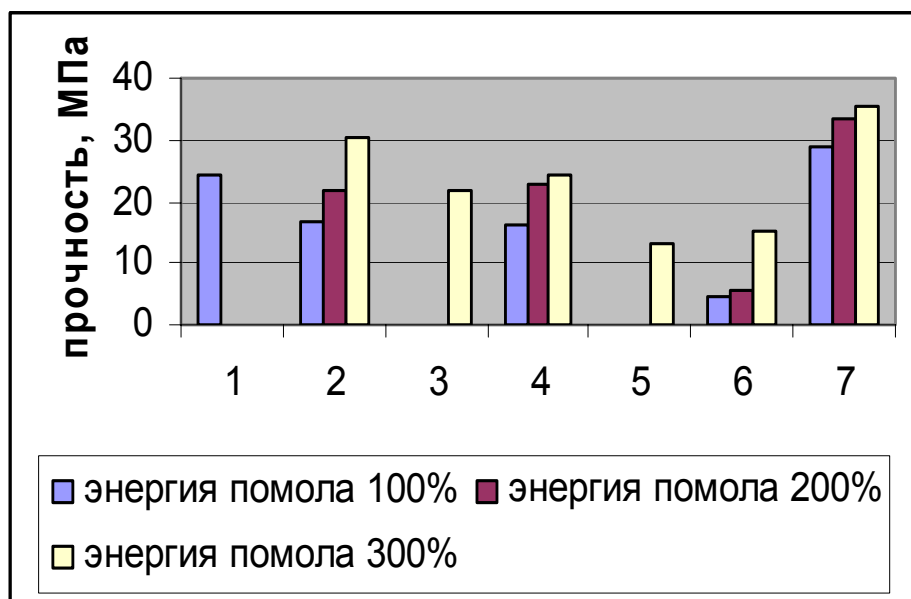
1 – ПЦ, 2 – ДГШ+NaOH, 3 – ДГШ+Na₂SO₄, 4 – ДГШ+жидкое стекло (n=1)

Рисунок 2 – Диаграмма прочности ШЩВ при твердении в нормальных условиях на 3 сутки

Результаты испытаний образцов на 7 сутки твердения в нормальных условиях представлены на рисунке 3.

Из диаграммы видно, что составы ДГШ+Na₂SO₄, ДГШ + жидкое стекло (n=3) со 100 и 200 % энергией помола и на 7 сутки не дают прочности. А состав ДГШ+NaOH со 100 и 200 % энергией помола и контрольный с ПЦ показали прочность ниже, чем на 3 сутки.

К 28-ым суткам наибольшие значения прочности показали составы ДГШ+NaOH, ДГШ+Na₂CO₃ и ДГШ + жидкое стекло с n=1.



1 – ПЦ, 2 – ДГШ+NaOH, 3 – ДГШ+Na₂SO₄, 4 – ДГШ+Na₂CO₃, 5 – ДГШ + жидкое стекло (n=3), 6 - ДГШ + жидкое стекло (n=2), 7 - ДГШ + жидкое стекло (n=1).

Рисунок 3 Диаграмма прочности ШЩВ при твердении в нормальных условиях на 7 суток

Из проделанной работы можно сделать выводы, что большинство составов можно использовать только при тепловой обработке, а также, что большое влияние на прочность образцов оказывает тонкость помола шлага. Но даже если подсчитать суммарные затраты на помол и ТВО, они окажутся незначительными по сравнению со стоимостью портландцемента.

УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛИ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК В ЦЕМЕНТ БЕЗ ПОТЕРИ ЕГО АКТИВНОСТИ

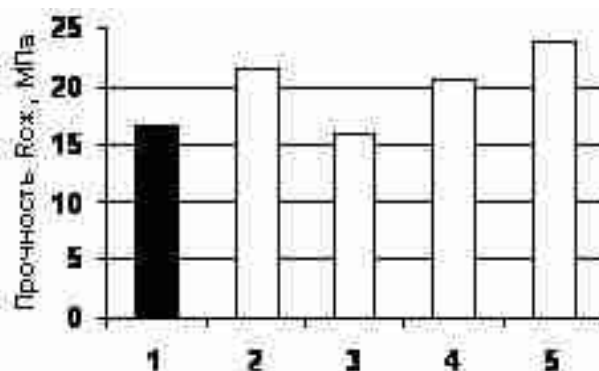
Огнев В. В., Ширедченко Е. П. –студенты гр. ПСК-21

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

На фоне постоянно растущих цен на цемент становится актуальна задача производить цемент с пониженной себестоимостью. Это становится возможным при введении различных минеральных добавок, не снижающих активность готового цемента. Выпуск многокомпонентных цементов позволяет сэкономить до 40 % топлива и увеличить производство вяжущего в 1,5—2 раза.

Часто перед цементными заводами встает вопрос о замене привозного ДГШ альтернативными дешевыми добавками. В данной работе была исследована возможность замены шлага известняком, доломитом, а также системами «известняк плюс АМД» и «доломит плюс АМД». Минеральная добавка вводилась в состав в количестве 20% от массы вяжущего и производился совместный помол с портландцементным клинкером ОАО «Цемент» и гипсом. В качестве контроля использовался цемент, полученный путем помола портландцементного клинкера ОАО «Цемент» в количестве 75% от массы, ДГШ в количестве 20% от массы вяжущего и двуводного гипса в количестве 5% от массы вяжущего.

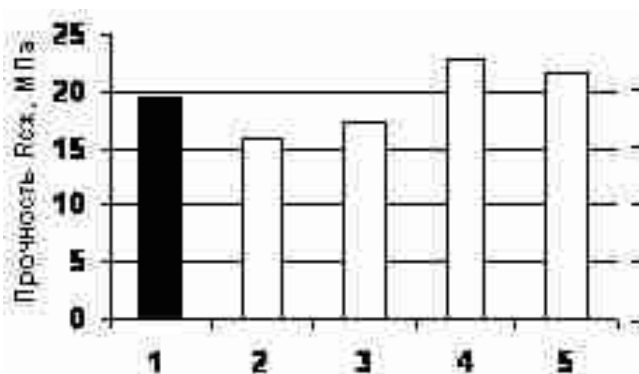
Из всех составов были изготовлены образцы-кубы 100x100x100 мм из тяжелого бетона М200. Испытания на прочность на сжатие проводились после ТВО и ТВО + 28 сут. нормального твердения. (рис.1)



1- Клинкер 75%+ДГШ 20%, 2- Клинкер 75%+Известняк 20%, 3- Клинкер 75%+Доломит 20%, 4- Клинкер 75%+Известняк 12%+АМД 8%, 5- Клинкер 75%+Доломит 12%+АМД 8%

Рисунок 1 – Прочность на сжатие образцов, испытанных на 28 сутки после ТВО

Результаты испытаний на 28 сутки твердения в нормальных условиях приведены на рисунке 2.



1- Клинкер 75%+ДГШ 20%, 2- Клинкер 75%+Известняк 20%, 3- Клинкер 75%+Доломит 20%, 4- Клинкер 75%+Известняк 12%+АМД 8%, 5- Клинкер 75%+Доломит 12%+АМД 8%

Рисунок 2 – Прочность на сжатие образцов, испытанных на 28 сутки твердения в нормальных условиях

Из представленных графиков видно, что известняк можно использовать в качестве эффективного заменителя ДГШ в производстве цемента. В образцах, подвергнутых ТВО, вяжущее с известняком показало активность больше контрольной как сразу после ТВО, так и после твердения ТВО + 28 суток. АМД в системе «известняк-АМД- клинкер-гипс» не дает ощутимого эффекта в образцах, подвергавшихся тепловой обработке. Однако в образцах, твердевших в нормальных условиях, его эффективность очевидна.

Доломит оказался малоэффективным по сравнению с ДГШ. Однако, при введении АМД, показатели становятся близкими к показателям системы «известняк-АМД-клинкер-гипс».

Заводы сборного железобетона вследствие повышения цен на цемент теряют часть прибыли. Для решения этой проблемы возможна организация собственного помольного комплекса, что позволит получать смешенное вяжущее на основе цемента, более дешевое, но не уступающее в качестве исходному цементу.

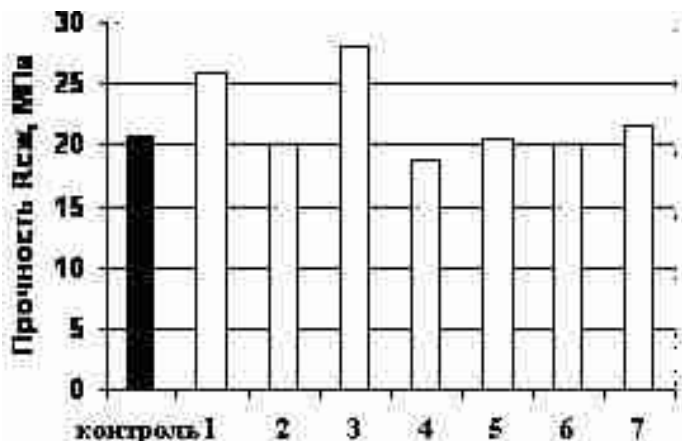
В данной работе была исследована возможность получения шлакопортландцемента путем совместного помола портландцемента и доменного граншлака на таких комплексах .

В следствие низкой размалываемости ДГШ по сравнению с клинкером была предложена схема помола в два этапа. В начале молотся ДГШ, потом добавлялся цемент, а в некоторых составах цемент и двухводный гипс, и данная система подвергалась совместному помолу.

Помол производился со 100%, 200% и 300% энергиями помола. Результаты испытаний образцов показали, что при увеличении продолжительности помола, активность вяжущего заметно увеличивается. Уже при 200% энергии помола появляется возможность заменить до 60% цемента ДГШ с добавлением гипса.

Дополнительного помола в течении 1 часа не хватает для составов, содержащих ДГШ в количестве более 40%. Возможно, вследствие более плохой размалываемости шлака. Поэтому продолжительность помола была увеличена до 2 часов.

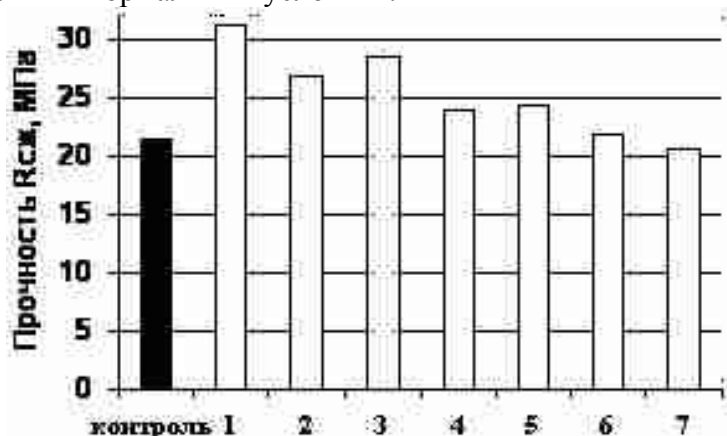
В результате практически все образцы после 28-суточного твердения после ТВО (рисунок 3) набрали заданную прочность. Также в образцах подвергнутых ТВО сохраняется положительное влияние гипса.



1 – Цемент 80%+ДГШ 20%, 2 – Цемент 60%+ДГШ 40%, 3 – Цемент 60%+ДГШ 35%+гипс 5%, 4 – Цемент 40%+ДГШ 60%, 5 - Цемент 40%+ДГШ 55%+гипс 5%, 6 - Цемент 20%+ДГШ 80%, 7 - Цемент 20%+ДГШ 75%+гипс 5%

Рисунок 3 – Прочность на сжатие образцов, испытанных на 28 сутки после ТВО (200% энергия помола вяжущих)

А в образцах твердевших только в нормальных условиях (рисунок 4) влияние гипса практически отсутствует, но все образцы набрали необходимую заданную прочность и в среднем показали результаты выше, чем после ТВО. Возможно это связано с отрицательным влиянием пропаривания, а повышенная удельная поверхность сказалась на прочности образцов после твердения в нормальных условиях.



1 – Цемент 80%+ДГШ 20%, 2 – Цемент 60%+ДГШ 40%, 3 – Цемент 60%+ДГШ 35%+гипс 5%, 4 – Цемент 40%+ДГШ 60%, 5 - Цемент 40%+ДГШ 55%+гипс 5%, 6 - Цемент 20%+ДГШ 80%, 7 - Цемент 20%+ДГШ 75%+гипс 5%

Рисунок 4 – Прочность на сжатие образцов, испытанных на 28 сутки твердения в нормальных условиях (200% энергия помола вяжущих)

Из чего можно сделать вывод, что вследствие дополнительного помола в течении 2 часов достигаются необходимые положительные результаты.

Увеличение энергии помола до 300% не дает заметного увеличения прочности по сравнению с 200%, но резко снижает производительность помольного комплекса. Поэтому энергия помола, равная 200%, является оптимальной.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОБАВОК В БЕТОН
Романюк А., Шадрин Е. -студенты гр. ПСК-21
Научный руководитель - к.т.н., доцент Буйко О.В.

Производство модифицированных бетонов в последнее время постоянно увеличивается. Одно из перспективных направлений в технологии бетона – обеспечение высоких показателей подвижности, темпов роста начальной прочности, долговечности при низких значениях В/Ц за счет применения химических добавок.

Цель исследования: Провести сравнительный анализ добавок фирмы «Полипласт», и других производителей, а основе полученных экспериментальных данных выбрать наиболее эффективные добавки, выявить оптимальную концентрацию этих добавок.

Характеристика сырьевых материалов.

1 Портландцемент М 400 Д20 «Искитимского цементного завода» г. Новосибирска.

Тесто нормальной густоты при водоцементном отношении равном 28%.

Сроки схватывания: начало схватывания – 1ч. 20 мин.; конец схватывания – 4ч. 45 мин.

Удельная поверхность цемента равна 2000 см²/гр. Остаток на сите равен 1,4%.

Активность цемента равна 41,2 МПа.

Цемент соответствует марке ПЦ М400. соответствует ГОСТ 10178-85.

Песок – речной с поймы реки Оби;

$$\rho_{нас} = 1340 \text{ кг/м}^3;$$

Пустотность песка $V_{пуст} = 53 \%$.

Таблица 1 - Зерновой состав песка

Наименование остатка	Остаток на ситах с отверстиями, мм					Дно
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частный, г	20	5	15	140	770	50
Частный, %	2	0,5	1,5	14	77	5
Полный, %	2	2,5	4	18	95	100

Модуль крупности $M_{кр} = 1,2$

Содержание пылевидных, илестых, глинистых - 3,5 %, песок соответствует ГОСТ 8736-93.

Щебень $\rho_{ист} = 2,63 \text{ г/см}^3$;

$\rho_{нас} = 1,4 \text{ г/см}^3$; $R_{сж} = 1008 \text{ кг/см}^2$; Зерновой состав: 5-20 мм; дробимость 7,1

Содержание пылевидных и глинистых частиц - 0,9 %, щебень соответствует ГОСТ 8267.

2 Портландцемент М 500 Д 0, г. Топки

Тесто нормальной густоты при водоцементном отношении равном 26%.

Сроки схватывания: начало схватывания – 1ч. 15 мин.; конец схватывания – 4ч. 30 мин.

Удельная поверхность цемента равна 2000 см²/гр. Остаток на сите равен 1,5%.

Активность цемента равна 50,4 МПа.

Цемент соответствует марке ПЦ М500. соответствует ГОСТ 10178-85.

Песок $\rho_{ист.ср.} = 2,6 \text{ г/см}^3$; $\rho_{ист.} = 1,33 \text{ г/см}^3$;

Таблица 1 - Зерновой состав песка

Размер сита	Частный остаток	Полный остаток
2,5	-	-
1,25	-	-
0,63	71,5 %	71,5 %
0,315	25,5 %	97 %
0,14	-	-
дно	-	-

$M_{кр}=1,6$, содержание пылевидных, глинистых, илистых П=2 %, песок соответствует ГОСТ 8736-93.

Щебень $\rho_{уст.сп.} = 2,5 \text{ г/см}^3$; $\rho_{уст.} = 1,38 \text{ г/см}^3$; дробимость 9,5, зерновой состав: 2,5-20 мм

содержание пылевидных, глинистых, илистых 1,5 %, щебень соответствует ГОСТ 8267.

Испытания контрольных образцов проводились на стандартных кубах 100x100x100 мм, изготовленных в лабораторных условиях, в соответствии с ГОСТ 10180-90. Расчет состава бетона по методу абсолютных объемов.

Состав бетона марки 200 ОК 3-4 см на 1 м³ (сырьевые материалы 1):

-портландцемент – 290,3 кг

-песок - 573,1

-щебень – 1264,6

Вода - 200

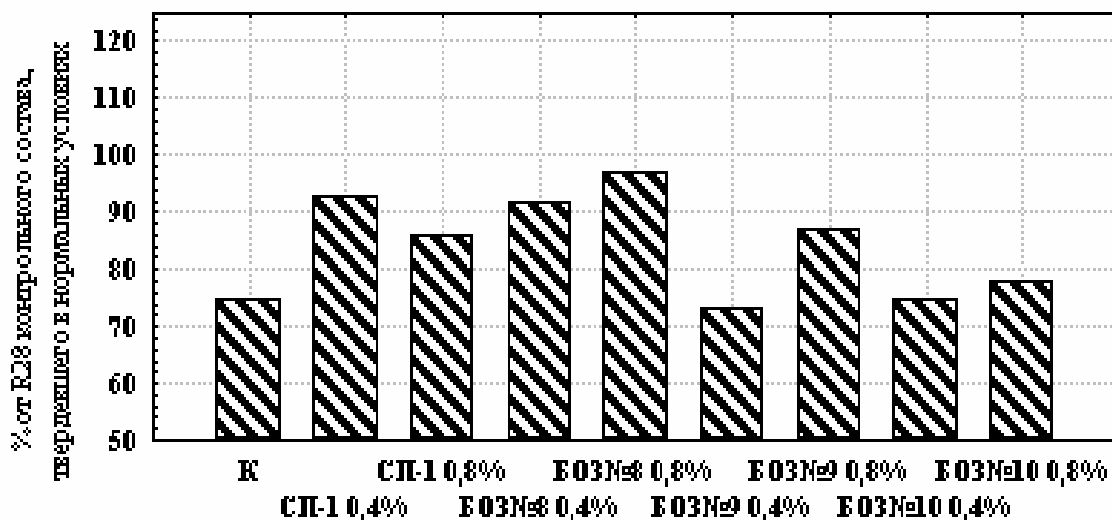
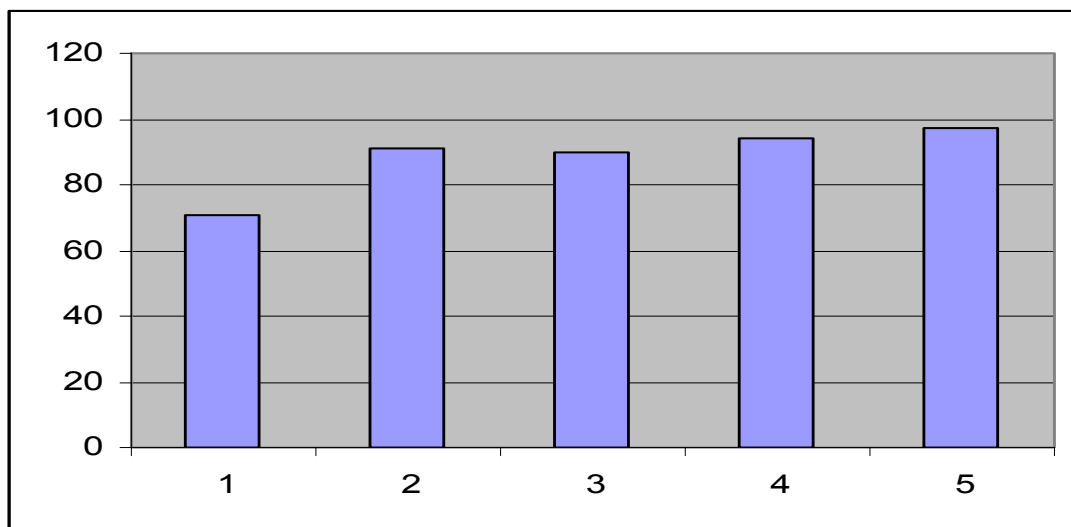


Рисунок 1 - Прочность водоредуцированных бетонных составов (% от R_{сж} 28 суток нормального твердения), ТВО: $t_{и} = 60^0 \text{ C}$, режим 3+6+3 ч (1 ч предварительная выдержка), через 12 часов после ТВО

Из рисунка 1 видно, что наиболее эффективной являются добавки СП-1(0,4%) и БОЗ №8(0,8%).



1 - контр; 2 - ПФН-НЛК 0,4 %; 3 - ПФН-НЛК 0,8 %; 4 - S-3М 0,4 %; 5 - S-3М 0,8 %;

Рисунок 2 - Прочность водоредуцированных бетонных составов (% от R_{сж} 28 суток нормального твердения); ТВО: $t_{и} = 60^0 \text{ C}$, режим 3+6+3 ч (1 ч предварительная выдержка); через 12 часов после ТВО

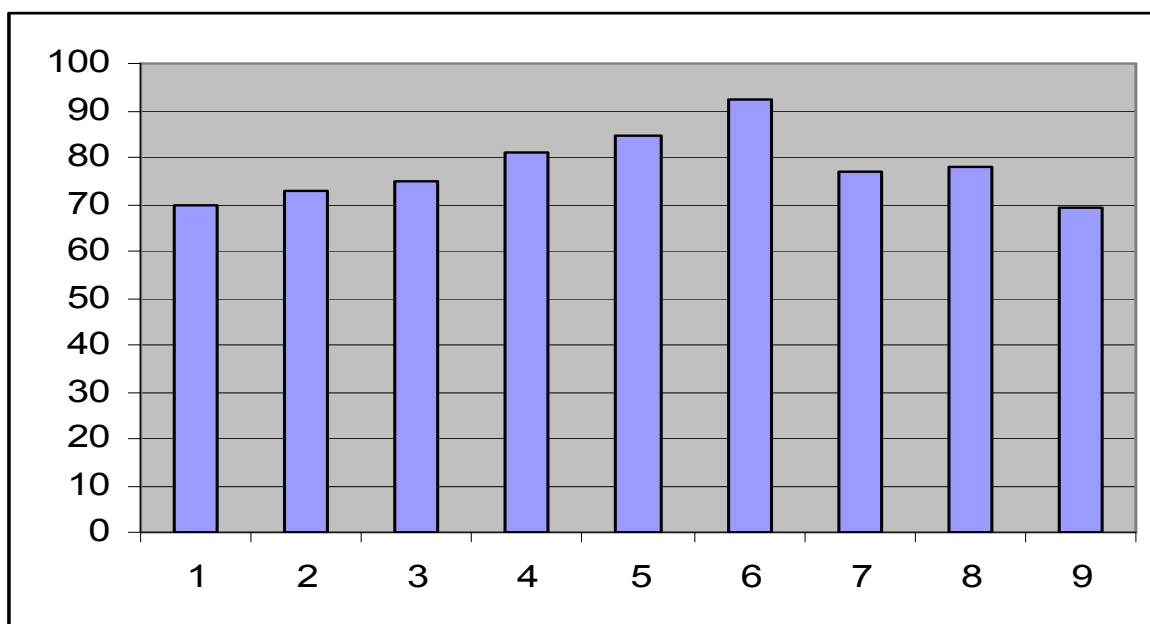
Состав бетона марки 600 Ж 30-60 с на 1 м³ (сырьевые материалы 2):

-портландцемент – 381,5 кг

-песок - 686,0

-щебень – 1170,3

Вода - 145



1- С-3 0,4 %; 2 - МБ 0,4 %; 3 – МБ 0,8 %; 4 – Реламикс 0,4 %; 5 – Реламикс 0,8 %; 6 – СП-1 0,4 %; 7 – СП-1 0,8 %; 8 – ПФМ-НЛК 0,4 %; 9 – ПФМ-НЛК 0,8 %;

Рисунок 3 - Прочность водоредуцированных бетонных составов (% от R_{сж} 28 суток нормального твердения); ТВО: t_н = 60⁰ С, режим 3+6+3 ч (1 ч предварительная выдержка); через 12 часов после ТВО

По результатам исследований видно что самой эффективной будет добавка СП-1 с дозировкой 0,4% от массы цемента.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА (НА ПРИМЕРЕ ДОБАВКИ «ПОЛИПЛАСТ»)

Сидоренко Д.Е. Юшков А.С. - студенты гр. ПСК-41.

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

Одним из важных моментов рациональности и экономичности использования строительных материалов является повышение срока их службы. Долговечность основных производственных фондов, определяемая сроком их службы без потери эксплуатационных свойств, обеспечивается наряду с другими мероприятиями применением соответствующих цементов.

При службе в условиях повышенной концентрации [SO₄]²⁻ необходимо применять сульфатостойкие бетоны. Сульфатостойкость бетонов может обеспечиваться применением сульфатостойких портландцементов, а также применением добавок, способствующих повышению сульфатостойкости бетонов.

Нами изучено влияние широко представленной на рынке добавки «ПОЛИПЛАСТ». Согласно данным производителя, добавка является пластифицирующей, противоморозной, а также способствующей повышению сульфатостойкости.

В качестве сырьевых материалов использовались: искитимский портландцемент М400 Д20, 5% раствор комплексной пластифицирующей и противоморозной добавки «ПОЛИПЛАСТ», песок речной.

Использовался портландцемент ПО «Искитимцемент» М400 Д20. Остаток на сите №008 - 4,4%, что соответствует требованиям ГОСТ 310.2-76. Нормальная плотность цементного теста составила 26,5%. Начало схватывания цементного теста - 1 ч. 10 мин., конец схватывания - 4 ч. 40 мин.. Цементный камень имеет равномерное изменение объёма. Прочность при сжатии образцов 2х2х2 см. из цементного теста, твердевшего в нормальных условиях составила 41,6 МПа, что соответствует марке 400.

Испытания проводились на образцах – кубиках с размером ребра 2х2х2 см. Твердение образцов происходило в нормальных условиях. Для испытания были приготовлены три состава.

Минимальное рекомендуемое производителем количество добавки составляет 5%. Добавка затворялась водой при температуре 30-60⁰С и вводилась в состав цементного теста, сразу после затворения и через сутки хранения суспензии, в течение которого происходило набухание добавки. Также был приготовлен контрольный состав. Цемент затворяли таким количеством воды, которое определяется нормальной плотностью теста по стандарту.

Введение добавки способствовало снижению ТНГ с 26,5% для чистого портландцемента до 23% для портландцемента с добавкой «ПОЛИПЛАСТ». Добавка также способствовала замедлению схватывания, особенно на начальном этапе. Начало – 2 ч. 15 мин. против 1 ч. 10 мин. для цемента без добавок, конец схватывания 5 ч. против 4 ч. 40 мин. Результаты пределов прочности при сжатии через 3,7 и 28 суток отражены на рисунке 1.

При отрицательных температурах (-10⁰С) жидкая фаза в образцах – балочках без добавки замерзает через 2 часа, при использовании добавки через 6 часов. Таким образом, можно утверждать, что введение добавки обеспечивает значительный противоморозный эффект.

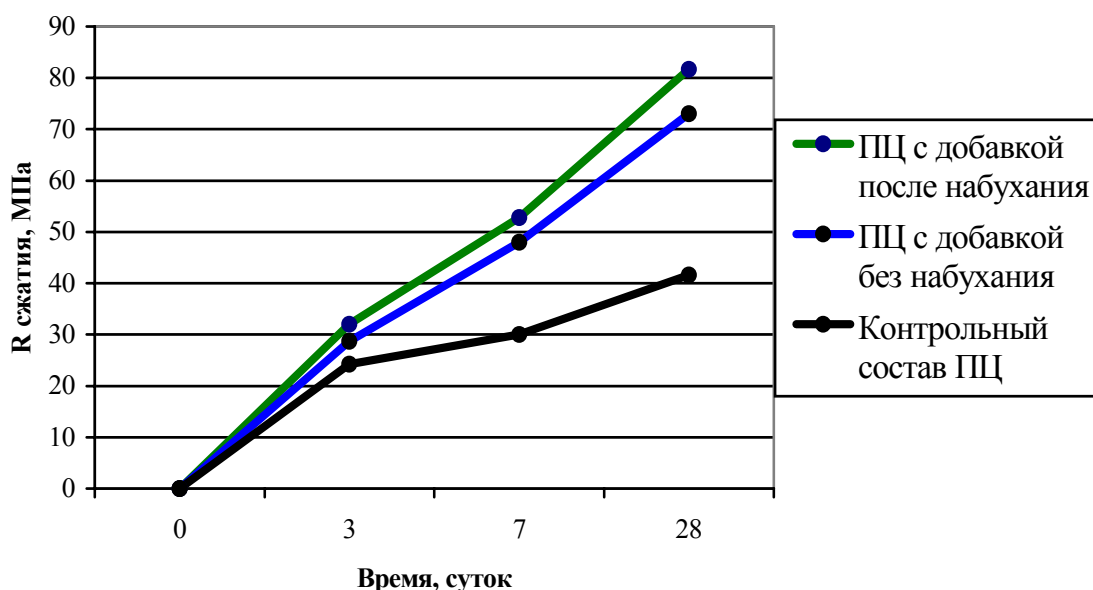


Рисунок 1 – Кинетика набора прочности цемента с добавкой «Полипласт» в сравнении с бездобавочным ПЦ

Результаты эксперимента показали, что добавка оказывает пластифицирующий эффект, замедляет начало схватывания, способствует более заметному повышению прочности, как в ранние сроки твердения, так и через 28 суток твердения в нормальных условиях. Как показали предварительные результаты больший эффект достигается при введении раствора добавки, предварительно выдержанного в течение суток. В данное время проводятся испытания цементного камня на сульфатостойкость.