

29

МАТЕРИАЛИ
ЗА X МЕЖДУНАРОДНА
НАУЧНА ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦИЯ

НАСТОЯЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ
И РАЗВИТИЕ - 2014

17-25 януари, 2014

Том 29

Технологии
Здание и
архитектура

София
«Бял ГРАД-БГ» ООД
2014



АВТОМАТИЗИРАНИ КОНТРОЛНИ СИСТЕМИ НА ПРОДУКТ

Никитюк Е.А., Келесова У.С., Синявская А. От истории джинсовой моды до современности	40
Боранкулова Г.С. Автоматизированная информационная система управления предприятием	42
Ремінний О.А. Побудова корпоративних звітів про якість системи на основі автоматизованого запуску тестів	44
Семенцов Г.Н., Кизима Л.В. Експериментальні оцінки статистичних характеристик флуктуацій осьового навантаження на долото в системі керування процесом буріння нафтових і газових свердловин	47
Заляев З.Ф. Требования корректности функционального преобразования шкал измерения частных показателей при приведении их к единой шкале измерений	57
Ковалюк Д.О., Скобеліна М.І. Автоматизація процесу виробництва азотної кислоти під атмосферним тиском	60
Khakimyanov M.I., Svetlakova S.V. Control of sucker rod pump units work by method of analysis wattmeter cards	62

ИЗРАБОТЕНА ЗАЩИТАТА

Буряк В.П., Кремзер О.А., Мельник І.В., Постол Н.А., Куліш С.М., Саліонов В.О., Федоренко О.С. Забезпечення безпеки праці співробітників токсикологічного відділення бюро судово-медичних експертиз	66
Хайруллина Л.И. Методы принятия решений в области безопасности на промышленных предприятиях	68

ЗДАНИЕ И АРХИТЕКТУРА

СЪВРЕМЕНИ ТЕХНОЛОГИИ НА СТРОИТЕЛСТВО, РЕКОНСТРУКЦИИ И ВЪЗСТАНОВЯВАНИЯ

Гусев Н.И., Кочеткова М.В. Гидрофобизация кровельных поверхностей с целью сброса наледей	72
Паршина К.С., Гусев Н.И., Кочеткова М.В. Качество совмещенных невентилируемых кровель	74
Рудаков Л.Н., Приходько А.П. К вопросу о состоянии бетонных и железобетонных покрытий мелиоративных каналов юга Украины	76

Емельянова И.А., Задорожный А.А., Меленцов Н.А., Човпюк Ю.И. Двухпоршневые растворобетононасосы – эффективное оборудование для условий строительной площадки.....	79
Арискин М.В., Кислякова Е.С. Использование сапр: методы сопряжения пластинчатых элементов.....	88
Фадеева Г.Д., Железняков Л.А. Повышения энергоэффективности зданий....	90

СЪВРЕМЕННО ТЕЛОСЛОЖЕНИЕ ОТ МАТЕРИАЛ

Турдубаева Ж.А., Базиева А.М., Ысманов Э.М., Ташполотов Ы., Садьков Э. Влияние водных ионов CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ и Cl- на гидратацию цемента в бетоне.....	92
Вышарь О.В., Вышарь М.В., Станевич В.Т., Данилов В.И. Исследование вскрышных пород Экибастузского угольного бассейна.....	96
Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Жарылгалов С., Монтаева Н.С. Использование кремнистой породы – опоки Западно-Казахстанского месторождения для получения искусственного щебня.....	99

ЗАВЕРЯЮ
Ученый секретарь
ОмГУ *Усаева* Усаева С.О.

СЪВРЕМЕННО ТЕЛОСЛОЖЕНИЕ ОТ МАТЕРИАЛ

Турдубаева Ж.А.¹, Базиева А.М.², Ысманов Э.М.³,
Ташполотов Ы.^{3,4}, Садыков Э.^{3,4}.

1-Ошский государственный университет, 2-Баткенский государственный университет, 3-Институт природных ресурсов ЮО НАН КР)

ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ ИОНОВ CO_3^{2-} , SO_4^{2-} И Cl^- НА ГИДРАТАЦИЮ ЦЕМЕНТА В БЕТОНЕ

Определено, что причиной интенсивного выщелачивания CaO , фиксируемого по увеличению содержания ионов OH^- в растворе, является действие ионов SO_4^{2-} , а ионы Cl^- и HCl_2^- пассивируют поверхностные слои бетона, за счет образования карбоната и гидрокарбоалюмината кальция, а также хлоридосодержащими гидратами. Ионы Cl^- нарушают пассивное состояние стальной арматуры в бетоне, причем, чем выше концентрация хлоридов, тем заметней их агрессивное действие.

In this article we can read the determined that the cause of intense leaching of CaO , leached on increasing the content of OH^- ions solution, is the effect of the ions SO_4^{2-} , and Cl^- ions and NCl_2^- passivated surface beds of concrete, due to the formation of calcium carbonate and hydrocarboaluminates and chloride-containing hydrates. Cl^- ions break the passive state of steel reinforcement in concrete, and the higher the concentration of chlorides, the greater their aggressive action.

Известно, что структура бетона образуется в результате затвердевания бетонной смеси и последующего твердения бетона. При этом определяющее влияние на ее формирование оказывают гидратация цемента, его схватывание и твердение.

В присутствии воды силикаты и алюминаты, образуют продукты гидратации, которые постепенно затвердевают и превращаются в цементный камень.

При взаимодействии составляющих цемента с водой происходит непосредственное присоединение молекул воды, а также взаимодействие минералов цемента с водой с их разложением – гидролиз.

Продукты гидратации цемента характеризуются низкой растворимостью в воде, о чем свидетельствует высокая водостойкость цементного камня: Гидратированные новообразования цемента прочно связываются с непрореагировавшим цементом, однако механизм этой связи пока не ясен. Возможно, что гидратные новообразования создают оболочку, которая растет изнутри под воздействием воды, проникающей через эту оболочку, или растворенные силикаты проникают че-

рез оболочку и осаждаются на ней в виде внешнего слоя, а также образование и осаждение коллоидного раствора во всей массе после того, как достигнута насыщенность, тогда дальнейшая гидратация продолжается внутри этой структуры.

Во всех лабораторных исследованиях гидратации цементов или составляющих из фаз, C-S-H или других гидратированных фаз, полученных другими способами, очень важно исключить присутствие атмосферного CO_2 . Загрязнение атмосферным CO_2 оказывается гораздо более существенным для небольших лабораторных образцов, чем для используемых на практике бетонных смесей с меньшим отношением поверхности к объему [1].

Физико-химические особенности гидратообразования в цементном камне существенно связаны с его взаимодействием с внешней средой. Это зависит от устойчивости первичных образований, которые в основном представлены гидросиликатами и гидроалюминатами, а также гидроксидом кальция. Растворимость в воде, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ устойчивого при $\text{pH} > 12,45$, как минимум, на порядок выше растворимости остальных минералов цементного камня, что положительно сказывается на их стабильности. В работе [2] оценка устойчивости минералов цементного камня произведена с учетом сведений об их растворимости в зависимости от концентрации CaO (Ca^{2+} , CaOH^+), SiO_2 (SiO_3^{2-} , HSiO_3^- , $\text{SiO}_2\text{O}_5^{2-}$), $(\text{Al}_2\text{O}_3(\text{OH})_4^-)$ и значение pH раствора в капиллярно-поровом пространстве цементного камня.

Результаты наших расчетов по уравнениям действующих масс показали следующее: низкоосновные гидросиликаты кальция ($\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 0,8..1,5$) устойчивы при $\text{pH} > 10,8$ и концентрациях $\text{CaO} = 1,5..19$ ммоль/л, а высокоосновные при более высоких концентрациях CaO концентрациях $\text{SiO}_2 > 3$ ммоль/л и $\text{pH} > 12$. При концентрациях $\text{CaO} > 12$ ммоль/л $\text{Al}_2\text{O}_3 > 0,15$ ммоль/л и $\text{pH} > 12,4$ устойчивы все гидроалюминаты кальция, а при $\text{pH} < 11,6$ и концентрациях $\text{CaO} < 7$ ммоль/л и $\text{Al}_2\text{O}_3 < 3$ ммоль/л диссоциируют даже наименее основные ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 = 2$). Стабильность высокосульфатной формы гидросульфата алюмината кальция при $\text{pH} = 10,8..12,45$ незначительно зависит от концентрации ионов SO_4^{2-} и Al_2O_3 .

Отметим, что эти соединения обладают функциональную двойственность, как носителя созидательных и разрушительных свойств цементного камня при образовании и в период службы бетона соответственно.

В условиях, когда гидратация цемента происходит в присутствии ионов SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Cl^- способных нарушить физико-химическую норму цементного бетона, в его живущей составляющей появляются, так называемые «модифицированные гидраты», в структуру которых выходят указанные, а также ионы, присутствующие в жидкой фазе.

На основании вышеизложенных приведем обобщенные результаты, касающиеся гидратов цементного камня модифицированных сульфато-карбонат и хлорид-ионами на стадии образования службы бетона в эксплуатационной среде:

Система «CaO – Al₂O₃ – [CO₃²⁻, SO₄²⁻, Cl] – H₂O»

- 3 CaO*Al₂O₃*CaCO₃*(11...12)H₂O
 4 CaO*Al₂O₃*CO₂*11H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*3CaSO₄*(30...32)H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*CaSO₄*(11...12)H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*CaCO₃*Ca(OH)₂*12H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*CaCl₂*10H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*CaCl₂*nH₂O
 6 CaO*2Al₂O₃*CaSO₄*CaCl₂*24H₂O

Система «CaO – Al₂O₃ – Fe₂O₃ – [SO₄²⁻, Cl] – H₂O»

- 3 CaO*Fe₂O₃*3CaSO₄*nH₂O
 3 CaO*(Fe,Al)₂O₃*CaCl₂*10H₂O
 3 CaO*(Fe,Al)₂O₃*3CaSO₄*32H₂O*4NaOH

Система «CaO – SiO₂ – Al₂O₃ – Fe₂O₃ – [CO₃²⁻, SO₄²⁻] – H₂O»

- 3 CaO*Al₂O₃*xCaSiO₃*(3-x)CaSO₄*31H₂O
 3 CaO*Al₂O₃*nCaSiO₃*3CaSO₄*nH₂O
 6 CaO*1,8Al₂O₃*0,2Fe₂O₃*(SiO₃)_{1,7...2,1}*(SO₄)_{0,8...1}(CO₃)_{0,2...0,5}(OH)₂

Продуктами взаимодействия цементного камня с техногенными растворами могут быть: CaO*SiO₂*2H₂O, kFe(SO₄)₂(OH)₆, Fe₂(SO₄)₃*9H₂O.

Таким образом, наиболее часто действующими на цементный бетон являются водные растворы, содержащие сульфаты, карбонаты и хлориды.

Для получения статически обоснованных результатов и возможности анализа их влияния на свойства цементного камня нами реализован эксперимент, в котором цементно-песчаные образцы (ЦП=1:1, В:Ц=0,35), изготовленные на пяти цементах (3CaO*SiO₂=45...58%; β-2CaO*SiO₂=20...36%; 3CaO*Al₂O₃=4...10%; 4CaO*Al₂O₃*Fe₂O₃=10...13%), находились до разрушения в условиях постоянного и периодического действия водных растворов, содержащих ионы. Соотношения объема образцов к объему жидкости 1:10 при условии обновления последней по достижении значения pH=11...11,5. Периодичность действия растворов обеспечили попеременным увлажнением образцов при нормальной температуре (24ч.) и нагрева при 60 °С (24ч.) постоянное воздействие вели при температуре 18...23 °С. Продолжительность воздействия среды ограничивали временем до полного разрушения каждого образца (T_{раз}), чему соответствовала прочность при изгибе около 0,05 МПа.

Анализ результатов этих опытов показал следующее:

Наибольшей активностью по отношению к указанным образцам характеризуются растворы, содержащие только ионы SO_4^{2-} , причем образцы на высокоалюминатных цементах разрушаются заметно быстрее, чем остальные. В сульфатсодержащих растворах, включающих более 2,5 г/л ионов Cl^- , величина $T_{\text{раз}}$ несколько раз больше, чем сульфатсодержащих растворах и не зависит от количества $3 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ в цементе. В растворах, содержащих ионы Cl^- до 1 г/л $T_{\text{раз}}$ продолжительнее, чем в растворах не содержащих ионы HCO_3^- , причем чем выше концентрация ионов HCO_3^- , тем больше $T_{\text{раз}}$.

При действии растворов, содержащих ионы SO_4^{2-} и Cl^- скорость снижения прочности образцов зависит от их соотношения. Низкие концентрации хлоридов (до 1 г/л) в сульфатсодержащих растворах сокращают время $T_{\text{раз}}$, причем образцы на высокоалюминатных цементах разрушаются быстрее остальных, а более высокие концентрации хлоридов способствует увеличению периода $T_{\text{раз}}$. Введение в сульфат- и хлорсодержащие растворы бикарбонат-ионов снижает степень их активности, а $T_{\text{раз}}$ увеличивается с повышением концентрации ионов HCO_3^- . При совместном действии всех трех анионов, с увеличением концентрации ионов SO_4^{2-} до 30 г/л наблюдали снижение величины $T_{\text{раз}}$, а повышение концентрации ионов HCO_3^- до 3 г/л способствует увеличению $T_{\text{раз}}$. Низкие концентрации ионов Cl^- до 1 г/л практически не изменяют значения $T_{\text{раз}}$, а высокие от 1 до 5 г/л способствуют увеличению $T_{\text{раз}}$, при условии, что концентрация ионов HCO_3^- будет выше 1 г/л.

Интенсивность взаимодействия агрессивной среды с цементным камнем определяли по изменению содержание в растворе ионов SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- и OH^- методом титрования 0,1N растворами HCl и $\text{BaCl}_2[3]$. Показана общая тенденция к уменьшению в растворе концентрации ионов SO_4^{2-} и увеличению количества ионов OH^- . С повышением начальной концентрации ионов HCO_3^- и Cl^- соответственно до 3 и 5 г/л цементном камне происходит менее интенсивно. Это, по-видимому, связано с образованием CaCO_3 а также карбоалюминатов кальция, коагулирующих капиллярно-паровое пространство цементного камня. Так, в сульфатсодержащем растворе при начальной концентрации ионов SO_4^{2-} 30 г/л за год связалось в цементном камне 3,5 г/л, а концентрации ионов OH^- в растворе оказалось равной 6,7 г/л при введении в сульфатсодержащих раствор ионов Cl^- и HCO_3^- при их концентрациях 1 г/л и выше связалось 0,5...2,0 г/л ионов SO_4^{2-} , а количество ионов OH^- в растворе увеличилось только до 1...4 г/л.

Таким образом, анализ полученных экспериментальных результатов свидетельствует о сложном механизме взаимодействия многокомпонентных водных растворов с цементным камнем. Основной причиной интенсивного выщелачивания CaO , фиксируемого по увеличению содержания ионов OH^- в растворе, является действие ионов SO_4^{2-} , а ионы Cl^- и HCl пассивируют поверхностные слои бетона, за счет образования карбоната и гидрокарбоалюмината кальция, а также хлоридосодержащими гидратами, наличие которых подтверждено

описанными ранее результатами физико-химических определений. Присутствие и в сульфатосодержащем растворе ионов Cl^- в количестве до $0,8 \text{ г/л}$ не оказывает существенного влияния на связывания ионов SO_4^{2-} цементным камнем. При более высоких концентрациях ионов Cl^- способствующих образованию хлоридсодержащих гидратов, процессы образования гипса и гидросульфаталюмината кальция замедляются.

Ионы Cl^- нарушают пассивное состояние стальной арматуры в бетоне, причем, чем выше концентрация хлоридов и более проницаем цементный бетон, тем заметней их депассивирующее действие. Ионы SO_4^{2-} и HCO_3^- частично подавляют агрессивное действие ионов Cl^- на стальную арматуру при соотношениях $\text{SO}_4^{2-}:\text{Cl}^-$ $\text{HCO}_3^-:\text{Cl}^-$ больших единиц. Агрессивное влияние тем выше, чем больше эти отношения. Когда в растворах присутствуют все три аниона, соотношения $[\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^-] : \text{Cl}^-$ должно быть как можно более высоким.

Выводы:

1. Действие водных растворов, содержащих ионы SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} (HCO_3^-), на процессы гидратообразования в цементном камне бетона иницирует его адаптационные возможности, эффективность которых связана в основном с концентрацией и соотношением указанных анионов во внешней среде.

Литература

1. Тейлор Х. Химия цемента. М: Мир, 1996, -560 с.
2. Маркина Г.К., Савенков В.В., Черняевский В.А. Устойчивости минералов цементного камня. Известия вузов. Химия и химическая технология, 1984, №2, С. 1471-1473.
3. Крешков. А.П. Основы аналитической химии. М: Химия, 1976, -480 с.



Вышарь О.В., Вышарь М.В., Стадский В.Т., Данилов В.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ЭКИБАСТУЗСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Экибастузский каменноугольный бассейн представляет собой ассиметрично вытянутую складку, вытянутую с юго-востока на северо-запад, площадь бассейна составляет порядка 150 квадратных километров. Максимальная глубина погружения кровли первого угольного пласта - 530 м, а почвы четвертого пласта - 750 м.

Геологическими изысканиями установлено, что вскрышная порода угольной толши сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами и их переслаиванием, доля угля, углистых пород и углистых сланцев незначительна (таблица 1).

Таблица 1

Литологический состав вскрышных пород надугольной толщи

Литологический тип пород	Содержание пород по разрезам ЕУБ, %		
	Богатырь	Северный	Восточный
Песчаники	30	30	24
Алевролиты	24	24	31
Аргиллиты	23	17	20
Переслаивание	10	19	10
Углистые сланцы	7	6	9

В работе исследованы в качестве основного сырья для производства керамических строительных материалов представительные пробы алевролитов, аргиллитов и переслаивания надугольной толщи разреза «Северный», а для достоверности полученных результатов опробованы вскрышные породы разреза «Богатырь». В качестве добавок изучены углистые сланцы, которые при обработке вскрышных пород по существующей технологии – уступами неизбежно попадают в количестве 4...8 % в продуктивный слой.

Анализируя результаты определения химического состава, можно сделать вывод о том, что минеральная часть вскрышных пород близка по содержанию основных оксидов к глинистому сырью, кроме того, вскрышные породы содержат органический углерод, который колеблется от 3,5 до 5 %.

Таблица 2

Химический состав вскрышных пород

Литологический тип сырья	1. Содержание оксидов, % по массе										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	п.п.п.	C
Алевролит	59,60	18,87	5,10	1,02	0,69	1,08	2,67	0,47	0,22	10,12	3,5
Аргиллит	54,45	18,41	5,68	0,99	1,75	1,13	2,51	0,82	0,19	13,95	5,0
Переслаивание	56,84	18,61	5,24	1,03	1,00	1,11	2,60	0,54	0,17	12,68	4,0

С целью определения концентрации токсичных и потенциально-токсичных элементов и установления опасности их для окружающей среды, а также для изучения возможности извлечения микроэлементов проведены приближенно-количественные спектральные анализы различных литологических типов вскрышных пород (таблицы 3,4).

К токсичным элементам относятся сера, фосфор, ртуть, мышьяк, бериллий.

Наличие общей серы во вскрышных породах незначительно и меняется в пределах от 0,02 до 0,97 % при среднем содержании 0,56 %.

Концентрация соединений фосфора в породах изменяется от 0,17 до 0,54 % при среднем содержании 0,33 %, свободного фосфора в пределах от 0,05 до 0,13 %.

На ртуть исследованы 32 пробы, характеризующие все литологические типы, но ртуть не обнаружена.

Среднее содержание мышьяка и бериллия для всех исследуемых проб составляет 10 г/т и 1,8 г/т соответственно.