

$$\delta^{(m)} = \frac{\mu}{\tau_0} \left[v_* - \frac{2}{BN} \left(\sqrt{A - B\delta^{(m-1)}} - \sqrt{A - Bh} \right) + \frac{2M}{BN^2} \ln \frac{M + N\sqrt{A - B\delta^{(m-1)}}}{M + N\sqrt{A - Bh}} \right], \frac{\delta^{(0)}}{h} = 0. \quad (17)$$

Теперь можно вычислить расход Q по формуле (7). Формулы (7), (8), (13), (15) и (17) дают решение задачи о турбулентном движении вязкой жидкости по наклонной плоскости с учётом вязкого подслоя.

Если касательное напряжение τ_0 на дне неизвестно, но известен расход Q , то равенство (7), с учётом формул (13), (15) и (17) представляет собой уравнение для τ_0 , которое должно быть решено численно.

Список литературы

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика, ч. I, М., физматгиз 1963 г., 584 с.

2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика, ч. II, М., физматгиз 1963 г., 728 с.

3. Рябинин А.Н. Моделирование пограничного слоя вблизи морского дна с переносимыми твёрдыми частицами. // Труды X Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». - СПб.: Наука, 2010, С. 264-266.

4. Компаниец Л.А., Якубайлик Т.В., Питальская О.С. Опыт использования современных измерительных приборов для определения гидродинамических режимов водоёма. // Труды X Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». - СПб.: Наука, 2010, С. 310-312.

Химические науки

ПОВЫШЕНИЕ АКТИВНОСТИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА, ХРАНИВШЕГОСЯ ДЛИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВО ВЛАЖНЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ СОВМЕТНОМ ВВЕДЕНИИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК

**Бердов Г.И., Машкин Н.А.,
Ильина Л.В., Сухаренко В.А.**

*Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет*

В ряде случаев цемент транспортируется водным транспортом в период краткосрочной летней навигации и вынужденно подвергается длительному хранению. Воздействие окружающей среды приводит к частичной гидратации и карбонизации цемента. Это обуславливает снижение его активности при гидратационном твердении, уменьшение прочности цементного камня [1-3].

В данной работе исследовано повышение активности свежеприготовленного портландцемента или восстановлению активности цемента, утратившего ее вследствие длительного хранения, в том числе во влажных условиях.

В работе исследован портландцемент производства ООО «Искитимцемент» (Новосибирская область) марки ПЦ 400 Д-20. Минераль-

ный состав его, % мас.: C_3S - 50-55, C_2S - 18-22, C_3A - 7-11, C_4AF - 12-15. Удельная поверхность его составила $320 \text{ м}^2/\text{кг}$. Химический состав цемента, % мас: SiO_2 - 20,7; Al_2O_3 - 6,9; Fe_2O_3 - 4,6; CaO - 65,4; MgO - 1,3; SO_3 - 0,4; п.п.п. - 0,5.

Исследовано влияние электролитов с многозарядными катионами (Fe^{+3} , Al^{+3}) на прочность цементного камня, изготовленные из портландцемента, хранившегося в течение 7 суток при нормальных условиях (температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность - не более 60 %), в течение 4 и 12 месяцев во влажной среде. Электролиты $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, $Fe_2(SO_4)_3$ в количестве 1 % от массы цемента вводили в воду затворения. Одновременно исследовано влияние на прочность цементного камня минеральных добавок (измельченный воластонит и диопсид), введенных дополнительно к электролитам. Эти добавки составляли 7 % от массы цемента. Такая концентрация электролитов и количество минеральных добавок, как показали ранее выполненные эксперименты, обеспечивает наибольшее увеличение прочности цементного камня.

В случае свежеприготовленного цемента введение электролитов приводит к повышению прочности образцов при сжатии. Наиболее эффективно действие $Al_2(SO_4)_3$. Введение 1 % мас. такой добавки обеспечивает повышение прочности образцов после тепловлажностной обработки на 16 %, после 28 суток твердения при нормальных условиях, соответственно на 30 и 54 % (Табл. 1).

Таблица 1

Влияние добавок 1 % мас. электролита и 7 % мас. минеральных наполнителей на прочность (МПа) образцов из свежеприготовленного цемента

Вид и количество добавок									
без добавок	добавка 1 % мас. электролитов			добавка 7 % мас. волластонита и 1 % мас. электролита			добавка 7 % мас. диопсида и 1 % мас. электролита		
	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃
твердение в условиях тепловлажностной обработки									
54,8	63,2	71,0	54,3	71,0	74,1	65,5	84,3	86,7	76,7
твердение 28 суток в нормальных условиях									
61,9	77,0	80,6	67,8	84,9	86,8	76,4	93,0	99,3	87,1

Дополнительное введение 7 % мас. волластонита и особенно диопсида приводит к увеличению прочности еще на 20 – 30 %. Это может быть обусловлено микроармирующим действием таких наполнителей.

Значения прочности образцов, полученных из портландцемента, хранившегося во влажных условиях в течение 4 и 12 месяцев, при введении электролитов и минеральных наполнителей приведены в Таблицах 2, 3.

В результате хранения портландцемента в течение 4 месяцев во влажных условиях проч-

ность полученных из него образцов по сравнению с прочностью образцов, изготовленных из свежеприготовленного цемента, снижается около 30 % как после тепловлажностной обработки, так и после твердения 28 суток в нормальных условиях. Введение 1 % электролитов обеспечивает повышение прочности до значений, превышающих прочность образцов, изготовленных на бездобавочном цементе. Так при введении 1 % Al₂(SO₄)₃ это превышение составляет после 28 суток твердения при нормальных условиях 30 %.

Таблица 2

Влияние добавок 1 % мас. электролитов и 7 % мас. минеральных наполнителей на прочность (МПа) образцов, изготовленных из портландцемента, хранившегося в течение 4 месяцев во влажных условиях

Вид и количество добавок									
без добавок	добавка 1 % мас. электролитов			добавка 7 % мас. волластонита и 1 % мас. электролита			добавка 7 % мас. диопсида и 1 % мас. электролита		
	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃
твердение в условиях тепловлажностной обработки									
37,9	48,1	52,4	41,8	67,6	73,0	63,5	80,3	83,7	73,1
твердение 28 суток в нормальных условиях									
43,0	58,0	61,6	48,8	77,2	79,6	70,2	87,8	90,0	78,4

Таблица 3

Влияние добавок 1 % мас. электролитов и 7 % мас. минеральных наполнителей на прочность (МПа) образцов, изготовленных из портландцемента, хранившегося в течение 12 месяцев во влажных условиях

Вид и количество добавок									
без добавок	добавка 1 % мас. электролитов			добавка 7 % мас. волластонита и 1 % мас. электролита			добавка 7 % мас. диопсида и 1 % мас. электролита		
	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃	Fe ₂ (SO ₄) ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃	AlCl ₃
твердение в условиях тепловлажностной обработки									
21,3	28,3	31,8	23,7	40,0	42,1	33,7	40,0	46,1	38,8
твердение 28 суток в нормальных условиях									
22,6	34,8	38,2	28,7	47,5	49,0	42,1	51,6	53,9	46,4

Дополнительное введение минеральных наполнителей приводит к дальнейшему увеличению прочности образцов (Табл. 1, 2). При введении 7 % волластонита оно составляет 35–41 %, при введении 7 % диопсида – 58–60 %. Как показывают результаты испытаний, при введении 7 % мас. диопсида и 1 % мас. $Al_2(SO_4)_3$ прочность образцов после ТВО и 28 суток твердения при нормальных условиях равна соответственно 86,7 и 99,3 МПа, в то время как у исходных (из свежеприготовленного цемента без добавок) образцов эти значения составляют 54,8 и 61,9 МПа. Таким образом совместное действие добавок рассмотренных электролитов и минеральных наполнителей позволяет не только восстановить, но и преувеличить активность исходного портландцемента.

После 12 месяцев хранения во влажных условиях цемент значительно утрачивает активность вследствие частичной гидратации и карбонизации. Прочность при сжатии образцов после тепловлажностной обработки уменьшается более чем в 2 раза – на 61 %, после 28 суток твердения при нормальных условиях снижение прочности составляет 63 %.

И в этом случае введение 1 % электролитов способствует повышению прочности образцов. Дальнейшее ее увеличение на 40–50 % достигается при введении совместно с 1 % электролитов 7 % минеральных наполнителей. Образцы, полученные из портландцемента, хранившегося в течение 12 месяцев во влажных условиях, содержащие 1 % $Al_2(SO_4)_3$ и 7 % волластонита и диопсида, по значениям прочности близки к образцам из исходного («свежего») бездобавочного цемента.

Действие электролитов с многозарядными катионами может быть обусловлено их ионообменным взаимодействием с клинкерными минералами, что способствует более глубокой гидратации цемента.

Действие минеральных наполнителей (волластонита, диопсида) может быть обусловлено тем, что при совместном помоле с цементом они способствуют разрушению гидратных оболочек, образовавшихся на поверхности частиц. Кроме того такие наполнители осуществляют микроармирование цементного камня. Наконец, четко выраженная зависимость прочности образцов от количества введенных минеральных наполнителей, наличие выраженных максимумов в этой зависимости указывает на межфазное взаимодействие частиц наполнителей и образующегося цементного камня. Это способствует повышению его прочности.

Список литературы

1. Горчаков Г.И. Строительные материалы / Г.И. Горчаков, Ю.М. Баженов. – М.: Стройиздат, 1986 – 688 с.

2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества / А.В. Волженский Ю.М. Бутт, В.С. Колокольников. – М.: Стройиздат, 1979 – 476 с.

3. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1989 - 384 с.

УСТАНОВКА ДЛЯ ОЧИСТКИ АРТЕЗИАНСКОЙ ВОДЫ И ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОГО ЛЬДА

Добрынина А.Ф., Маяков Г.А.,
Хомич Ю.Ю., Гафаров Ф.В.

*Казанский государственный
технологический университет*

В воде поверхностных и подземных источников присутствуют соединения азота в виде нитритов и нитратов. Одной из причин появления этих соединений является использование удобрений, содержащих азот. Избыточное содержание азота приводит к появлению азота в грунтовых водах и поступлению в артезианские скважины, реки и озера.

Согласно современным санитарно – эпидемиологическим нормам содержание нитритов в воде недопустимо, т. к. нитриты – канцерогенные вещества, содержание нитратов не должно превышать 45 мг/дм³ (МВИ 147-91).

Предлагаемая для получения пищевого льда установка предполагает использование мембранной технологии, которая состоит из нескольких стадий: 1) стадия очистки артезианской воды от механических примесей; 2) стадия предварительной очистки; 3) стадия предотвращения выпадения солей жесткости; 4) стадия прохождения воды через обратноосмотическую мембрану; 5) стадия прохождения через ледогенератор и образование пищевого льда.

Исходная вода поступает в блок предварительной очистки, проходя последовательно через 3 картриджа: с наполнителем вспененный полипропилен размером пор 5 мк (Sediment 5 micron), далее – картридж размерами пор 1 мк (Sediment 1 micron) и блоковый угольный картридж (Carbon Block). Перед подачей на мембрану обратного осмоса (ESPA BW4040) вода проходит через блок предотвращения образования солей жесткости, повысительный насос Procon 2504. Давление в трубопроводе составляет 13–15 бар и контролируется комплектом манометров. Контроль расхода концентрата и пермеата осуществляется системой расходомеров. Установка оборудована прибором контроля уровня солесодержания очищенной воды