

УДК 620.1: 691.5

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОНОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ РАСТВОРАХ

© 2010 Д.С. Рыжаков<sup>1</sup>, А.Н. Гульков<sup>1,2</sup>, В.Т. Гуляев<sup>1</sup>, А.В. Козин<sup>1</sup>, К.С. Голохваст<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический университет  
<sup>2</sup> ЗАО ДВНИПИ-нефтегаз

Поступила в редакцию 16.11.2010

В данной статье рассматривается исследование электрохимически активированных растворов и их влияние как затворной жидкости на прочностные характеристики бетонов. В качестве растворов для активации выступают водные растворы хлорида кальция и водопроводная вода. Делается попытка объяснить влияния электрохимически активированных растворов на процессы гидратации цемента.

Ключевые слова: *электрохимическая активация, католит, бетон, прочностные характеристики*

Водные растворы являются основным компонентом в приготовлении бетонов, поэтому водоподготовка влияет на эксплуатационные характеристики получаемых изделий. К таким характеристикам можно отнести сроки схватывания бетона, удобоукладываемость, прочность, морозостойкость и т.д. Существует множество различных способов водоподготовки, которые основаны как на физических, так и на химических методах воздействия. В научных работах [1, 2], посвящённых магнитной обработке воды, показано увеличение прочности, повышение удобоукладываемости строительных растворов, полученных с применением намагниченной воды. Экспериментально подтверждена возможность получения строительных растворов с улучшенными характеристиками путём воздействия на воду затворения низкочастотного ультразвукового поля вблизи порога кавитации [3]. Технология электрохимической активации воды затворения является эффективным способом воздействия на свойства цементных систем, отмечено ускорение схватывания и повышения прочности строительных смесей [4, 5]. Необходимо отметить, что процесс электрохимической активации водных сред протекает в электролизере диафрагменного типа, имеющего

особую конструкцию [6]. При этом получаемые растворы обладают физико-химическими свойствами имеющими ценность для практического применения во многих производствах [7].

Ранее проводились работы по исследованию физико-химических свойств электрохимически активированных растворов хлорида натрия (католит), а также их влияние на прочностные характеристики бетонов при использовании в качестве затворной жидкости [8]. Нами был проведен ряд экспериментов с целью изучения некоторых физико-химических характеристик электрохимически активированных водного раствора хлорида кальция и водопроводной воды. В качестве установки по электрохимической активации использовали ИЗУМРУД-КФТО (НПП Изумруд, Россия). Для приготовления растворов использовалась дистиллированная вода, а также хлорид кальция марки х.ч. Концентрация растворов хлорида кальция составляла 0,3 г/л. Данное значение было выбрано с тем расчётом, что для установки ИЗУМРУД-КФТО данная концентрация является оптимальной для получения католита с необходимыми нам характеристиками [8].

С помощью пневматического нагнетателя обеспечивали подачу растворов на установку ИЗУМРУД-КФТО, подключённую к электросети и работающую в режиме получения «католит-анолит», при этом подача растворов на установку велась таким образом, чтобы объёмная скорость получения католита находилась в пределах 500 мл/мин. Полученные растворы (католит) анализировались по ряду показателей: водородный показатель (рН), окислительно-восстановительный потенциал

*Рыжаков Денис Сергеевич, аспирант. E-mail: denis.r@mail.ru*

*Гульков Александр Нефедович, доктор технических наук, профессор, директор Института нефти и газа. E-mail: alexdvgtu@mail.ru*

*Гуляев Владимир Трофимович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительных конструкций и материалов*

*Козин Андрей Владимирович, аспирант*

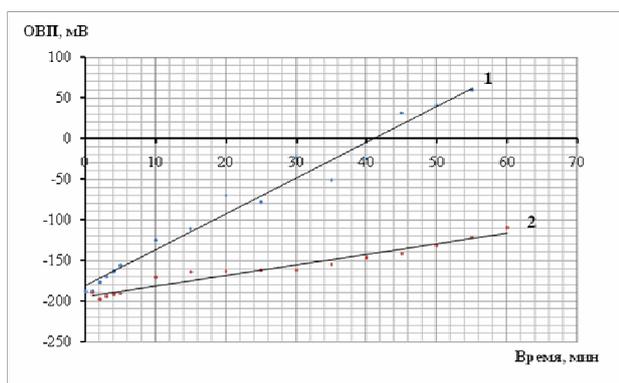
*Голохваст Кирилл Сергеевич, кандидат биологических наук, заместитель директора Института нефти и газа. E-mail: drooru@mail.ru*

(ОВП), температура раствора. Показатели определяли с помощью рН-метра/вольтметра МАРК-901 (ООО «Взор», Россия). В результате было проведено не менее 8 экспериментов, измерены физико-химические характеристики и из полученных результатов рН и температуры были найдены средние значения (табл. 1), а

для ОВП построены графики изменения во времени (рис. 1). Отмечается незначительное изменение значений рН для католита водопроводной воды относительно исходного раствора, а значения ОВП католита раствора хлорида кальция снижаются с большей скоростью, чем католита водопроводной воды.

**Таблица 1.** Средние значения рН и температура католитов и растворов хлорида кальция и водопроводной воды

Раствор	рН исходного раствора	рН католита	Температура, °С
хлорид кальция	6,54±0,12	11,23±0,33	21
водопроводная вода	7,02±0,08	7,44±0,38	19



**Рис. 1.** Средние значения ОВП во времени с аппроксимирующими прямыми католитов раствора хлорида кальция (1) и водопроводной воды (2)

Далее была проведена работа по исследованию прочностных характеристик бетонов приготовленных на водном растворе хлорида

кальция (0,3 г/л) и его католите. В приготовлении бетона в качестве связующего был взят портландцемент марки М-500-Д0 (ОАО «Спасскцемент», Россия). В результате для каждого раствора (хлорид кальция и католит хлорида кальция) было приготовлено по три образца бетона. Полученные образцы выдерживались 28 суток для того чтобы набрать прочность. Через 28 суток образцы бетона были испытаны на прочность (табл. 2), с помощью универсальной гидравлической машины на изгиб и сжатие («Testing», Германия). Из полученных значений нагрузок на изгиб, каждой параллели, выбирали два наибольших результата и находили среднее арифметическое. Из полученных значений нагрузок на сжатие, каждой параллели, выбирали четыре наибольших результата и находили среднее арифметическое (табл. 3) [9].

**Таблица 2.** Испытания образцов бетонов приготовленных на водном растворе хлорида кальция и его католите

Растворы для приготовления бетона	Масса образца бетона, г	Плотность образца бетона, кг/м <sup>3</sup>	Прочность на изгиб образца, Н/мм <sup>2</sup>	Прочность на сжатие образца, Н/мм <sup>2</sup>
католит раствора хлорида кальция	578	2257	6,429	41,51
				38,32
	568	2218	5,728	37,32
				37,81
	579	2260	6,618	43,25
				44,32
раствор хлорида кальция	553	2159	7,040	45,33
				46,22
	561	2190	6,890	45,07
				43,88
	556	2171	7,692	44,99
				45,01

**Таблица 3.** Значения нагрузок на сжатие и изгиб

Вид нагрузки	Значения нагрузок, Н/мм <sup>2</sup>	
	Католит CaCl <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>
изгиб	6,52	7,37
сжатие	41,85	45,41

Анализируя полученные данные, отмечаем существенную разницу между значениями нагрузок для бетонов, приготовленных на растворе хлорида кальция и его католита. Можно предположить, что данные различия объясняются тем, что раствор католита обладает щелочными свойствами. В результате высокая концентрация ионов OH<sup>-</sup> в католите по сравнению с раствором хлорида кальция снижает скорость гидратации цемента и набора прочности.

**Таблица 4.** Испытания образцов бетонов приготовленных на водопроводной воде и её католите

Водопроводная вода				Католит водопроводной воды			
Масса, г	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Нагрузка на изгиб, Н/мм <sup>2</sup>	Нагрузка на сжатие, Н/мм <sup>2</sup>	Масса, г	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Нагрузка на изгиб, Н/мм <sup>2</sup>	Нагрузка на сжатие, Н/мм <sup>2</sup>
483	2155	2,043	11,47	489	2182	1,881	9,92
			11,83				9,98
486	2169	2,190	10,69	490	2187	2,125	10,62
			10,86				12,12
482	2151	2,176	10,87	490	2187	1,975	12,05
			10,34				11,96
479	2137	2,080	9,27	487	2172	2,129	11,27
			8,64				10,26
489	2182	2,232	11,20	490	2185	2,070	10,92
			10,44				10,14
481	2146	2,085	10,10	482	2151	2,141	10,12
			9,71				10,23

**Таблица 5.** Значения нагрузок на сжатие и изгиб

Вид нагрузки	Значения нагрузок, Н/мм <sup>2</sup>	
	Водопроводная вода	Католит водопроводной воды
изгиб	2,171	2,116
сжатие	10,963	11,179

**Вывод:** результаты прочностных характеристик бетонов приготовленных на рассматриваемых растворах не значительно отличаются друг от друга. Можно предположить, что католит водопроводной воды не отличается по влиянию на процессы гидратации цемента от простой водопроводной воды.

Также была проведена работа по исследованию прочности бетонов приготовленных на водопроводной воде и электрохимически активированной водопроводной воде. Объёмная скорость получения католита водопроводной воды на установке ИЗУМРУД-КФТО составляла порядка 500 мл/мин, для приготовления бетонов использовали цемент марки М-500-Д0. Для каждого раствора (католит водопроводной воды, водопроводная вода) было приготовлено по 6 образцов бетона, которые выдерживались 28 суток и затем испытывались (табл. 4). Из полученных значений нагрузок на изгиб выбирали 4 наибольших значения и находили среднее арифметическое. Из полученных значений нагрузок на сжатие выбирали 8 наибольших значения и находили среднее арифметическое (табл. 5) [9].

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Гульков, А.Н. Повышение эффективности магнитной обработки воды с целью рационального использования природных ресурсов: Автореф... дисс. д-ра тех. наук. Владивосток, 1998. 40 с.
2. Гульков, А.Н. Применение магнитной обработки воды на предприятиях Дальнего Востока / А.Н. Гульков, Ю.А. Заславский, П.П. Ступаченко. – Владивосток, изд-во ДВГУ, 1990. 134 с.
3. Карасёва, Я.А. Повышение эффективности цементных дисперсных систем водой в метастабильном состоянии: Автореф... дисс. канд. тех. наук. Пенза, 2008. 20 с.
4. Патент на полезную модель №2008104443/03, 05.02.2008 «Способ приготовления бетонной смеси». Богачёв С.Н., Богачёв К.Н., Стецык В.Б., Стахов Б.Г.

5. Патент на полезную модель №93048855/33, 21.10.1993 «Способ приготовления активированной воды затворения бетонной смеси». *Мироевский П.Р., Поляков С.М.*
6. *Bakhr, V.M.* The electrochemical treatment of water and a device for electrochemically treating water / *V.M. Bakhr, Y.G. Zadorozhny.* UK Patent 2 253 860 B, 12.03.1991.
7. *Томилов, А.П.* Электрохимическая активация – новое направление прикладной электрохимии // Жизнь и безопасность. 2002. №3. С. 302.
8. *Рыжаков, Д.С.* Исследование физико-химических параметров воды затворения при электрохимической активации и влияние на прочностные характеристики бетона / *Д.С. Рыжаков, А.Н. Гульков, В.Т. Гуляев* и др. // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т.11, №5(2). С. 340-343.
9. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.

## PREPARATION OF CONCRETES ON ELECTROCHEMICAL ACTIVATED SOLUTIONS

© 2010 D.S. Ryzhakov<sup>1</sup>, A.N. Gulkov<sup>1,2</sup>, V.T. Gulyaev<sup>1</sup>, A.V. Kozin<sup>1</sup>, K.S. Golohvast<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Far East State Technical University

<sup>2</sup> JSC DVNIPI-neftegas

In the given paper research of electrochemical activated solutions and their influence as closing liquid on mechanical properties of concretes is considered. As solutions for activation water solutions of calcium chloride and town water are appear. Attempt to explain the influence of electrochemical activated solutions on processes of cement hydration is done.

Key words: *electrochemical activation, catholyte, concrete, mechanical properties*

---

*Denis Ryzhakov, Post-graduate Student. E-mail: denis.r@mail.ru*  
*AlexaNDER Gulkov, Doctor of Technical Sciences, Professor,*  
*Director of the Oil and Gas Institute. E-mail: alexdvgtu@mail.ru*  
*Vladimir Gulyaev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,*  
*Head of the Department of Building Constructions and Materials*  
*Andey Kozin, Post-graduate Student*  
*Kirill Golokhvast, Candidate of Biology, Deputy Director of the Oil*  
*and Gas Institute. E-mail: droopy@mail.ru*