

МАГНИТОАКТИВИРОВАННАЯ ВОДА В СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Рассматривается состояние вопроса о применении магнитоактивированной воды для затворения бетонных смесей. Вскрываются причины низкой производственной востребованности этих высокоэффективных технологий и указываются пути, позволяющие успешно применять магнитную активацию воды для затворения бетонов, что позволяет значительно улучшать технические и служебные параметры изделий и экономить до 10-15% цемента. Приводятся результаты эксперимента, поставленного авторами более, чем на 150 экспериментальных кубах.

Магнитоактивированную воду в технологиях, связанных со строительством и строительными материалами, применяют достаточно давно [1-7]. Однако, несмотря на перспективность её использования, широкого применения в строительных технологиях она до настоящего времени не находит. Это объясняется плохой воспроизводимостью результатов, получаемых с помощью выпускаемых для «омагничивания» воды стандартных аппаратов, не всегда обеспечивающих необходимую степень магнитной активации воды. Физическая природа происходящих в воде физико-химических изменений при воздействии на неё магнитного поля (МП) до настоящего времени не совсем ясна, хотя сам феномен не только достоверно установлен, но и широко используется в технике с 1947 года [8].

Процесс твердения бетона, затворенного магнитоактивированной водой, к настоящему времени изучен достаточно хорошо (в этом направлении активно и плодотворно работал академик П.А. Ребиндер), однако единого мнения о механизме влияния МП на этот процесс не существует. Во время твердения происходит целый ряд физико-химических процессов растворения и гидратации в цементном тесте с образованием перенасыщенного раствора кристаллических структур, начальный каркас которых со временем упрочняется и набирает основную прочность в течение 28 суток. Поскольку в процессе твердения цемента определяющими физико-химическими процессами являются растворение и кристаллизация в водной среде, а именно эти процессы, как мы уже указывали, могут значительно интенсифицироваться магнитной обработкой, то естественно было с квазитермодинамических позиций [9] ожидать интенсификацию твердения и созревания бетонного камня.

В настоящее время объем производства цемента в нашей стране составляет около 30 млн. тонн [18]. Разработка технологий, позволяющих экономить это стратегически важное сырье, чрезвычайно актуальна. Лабораторные исследования, проведенные в этом направлении [7], позволяют утверждать, что статистически достоверно возрастает прочность бетонных изделий (экспериментальных кубов), выполненных из бетона, затворенного магнитоактивированной водой. Причем, твердение происходит значительно быстрее - за семь суток «магнитоактивированные» кубы набирали такую же прочность, которую обычные набирают за 28 суток в естественных условиях. Магнитная обработка воды затворения заметно влияет на характеристики процесса твердения бетона: на скорость схватывания и пластическую прочность цементного теста; на уменьшение размеров цементных гранул, то есть образуется более тонкозернистая структура; на увеличение скорости гидратации; увеличивается удельная поверхность твердой фазы и др. Можно считать установленным, что затворение бетона магнитоактивированной водой интенсифицирует процессы растворения и гидратации цемента в ранние сроки твердения и ускоряет выделение более мелких кристалликов, что, естественно, приводит к уменьшению пористости, а следовательно, повышает его морозостойкость и устойчивость к действию воды и разных химических агентов. Значительно снижается газопроницаемость бетона [6]. Магнитная обработка воды затворения очень заметно изменяет пластичность, а следовательно, и удобоукладываемость бетонной смеси [8]. Магнитная активация улучшает качество изделий, изготовленных не только из цемента, но и из других вяжущих: из гип-

са, золы, шлаков, шихты, огнеупорной и бентонитовой глин [11-13] Магнитная обработка воды затворения применялась при цементовании газовых скважин для их герметизации. Обнаружено четкое увеличение на 30% прочности на изгиб цементного камня, выдержанного в течение 48 часов. При этом в 2,5 раза снижалась газопроницаемость цементного камня и значительно уменьшалась интенсивность самопроизвольного образования в цементе каналов [6].

Известно и об опыте применения магнитной активации воды затворения бетона в производственных условиях [1,6] Включение в технологический процесс магнитной активации воды затворения на Ташкентском домостроительном комбинате №1 позволило им, после введения соответствующих корректив в заводские нормы расхода цемента, сократить его расход на 12-18%. После установки омагничивающих аппаратов в бетономешалках Пермского завода ЖБИ №1 расход цемента сократился на 10-15%. Применение магнитной активации воды на Власовском заводе ЖБКИ (ещё в 1969 г.) позволило увеличить прочность выпускаемых изделий в среднем на 15-20 %. На протяжении последних лет Ростокинский ЖБК ДСК-1 (г.Москва) успешно применяют для затворения бетонных смесей своих промышленных изделий омагниченную воду, что позволяет им гарантированно (с 1991г.) получать стабильную экономию цемента не ниже 8-10% [14].

То есть, несмотря на очевидные преимущества применения магнитоактивированной воды, только единичные предприятия используют её в своих технологических процессах. А ведь не трудно подсчитать, что, исходя из опыта её использования передовыми заводами ЖБИ и ЖБИК, страна могла бы получать ежегодно от 10 до 15 (а то и выше) миллионов тонн экономии цемента в год. В чем причина такой низкой востребованности технологий с использованием магнитоактивированной воды?

Одной из главных причин, вызывающих естественное недоверие к полезным свойствам магнитоактивированной воды, является отсутствие внятного представления о механизме или о природе влияния активации воды затворения МП на процессы твердения и созревания цементного камня. Это дает основание скептикам полностью игнорировать «сомнительные» технологии с использованием активированной МП воды затворения.

Другая не менее важная причина заключается в достаточной сложности стабильности получения необходимой степени активации воды МП. Выпускаемые нашей промышленностью в настоящее время аппараты для магнитной обработки воды, требуют достаточно острой настройки магнитотропных параметров для того, чтобы получить необходимую степень магнитной активации. Кроме того, до последнего времени не существовало экспрессного способа определения эффективности магнитной активации воды, что делало практически невозможным эффективную отстройку промышленных аппаратов с целью получения активированной до необходимого уровня воды затворения растворов и бетонов. Именно этими причинами и можно объяснить столь многочисленные неудачи применения для активации воды затворения стандартных омагничивающих аппаратов.

Чисто психологические трудности, связанные с отсутствием представлений о механизме влияния магнитоактивированной воды на процесс твердения цементного камня, следует преодолеть, используя квазитермодинамический подход [9] к рассмотрению, изучению и использованию этих явлений. Обоснованность этого подхода определяется тем, что сам феномен влияния на зрелость и служебные характеристики бетона и бетонных изделий установлены достаточно достоверно .

Технические трудности достаточно надежно решаются, если для омагничивания воды использовать аппарат Помазкина [14], а точный контроль за эффективностью магнитной активации вести с использованием разработанного и запатентованного нами способа [15].

В лаборатории кафедры технологий строительных материалов и изделия (ТеСМИ) Оренбургского государственного Университета (ОГУ) и в лаборатории завода КПД Оренбургнефтегазстроя (ОНГС) были проведены исследования изменений прочностных характеристик бетонных образцов и подвижности бетонных смесей, затворенных магнитоактивированной водой. Магнитная обработка воды проводилась лабораторной моделью аппарата Помазкина. Эффективность магнитной обработки контролировалась прибором ТЛФП -576/67 М с помощью разработанной нами оригинальной методики. Подвижность бетонной смеси измеряли стандартным методом по осадке конуса Абрамса. Прочность определяли на образцах-кубах с ребром 10 см. по величине разрушающего уси-

лия на гидравлическом прессе П-125 .

В лаборатории ОГУ были проведены испытания 80 кубов. Прочность их определялась после 7 и 28 суток хранения в нормальных условиях.

Состав бетонной смеси :

Цемент (М-400)	- 365 кг
Песок	- 620 кг
Щебень	-1230 кг
Вода	- 160 л

Количество воды варьировалось с целью получения примерно одинаковой удобоукладываемости бетонной смеси на обычной и «омагниченной» воде. Были использованы пять различных режимов магнитной активации воды.

Первая серия (1-1) была затворена на не активированной магнитным полем воде. Водоцементное отношение (В/Ц) составило 0,41.

Вторая серия (1-2) - затворена водой, активированной до 20% (здесь и далее эффективность активации указывается по отношению времени оседания специального порошка в активированной и не активированной воде). Воды взято на 10% меньше, чем для затворения серии 1-1. Однако, подвижность смеси оказалась выше. Экспериментально удалось установить, что только уменьшение воды ещё на 13-15% приводит к выравниванию подвижности бетонных смесей, затворенных на омагниченной и не омагниченной воде. Таким образом, в серии 1-2 воды оказалось больше, чем необходимо для обеспечения нужной удобоукладываемости. В/Ц в этой серии 0,37. Во всех остальных сериях количество воды подбиралось таким образом, чтобы подвижность смесей на не омагниченной и магнитоактивированной воде была одинакова.

Третья серия (1-3) затворена на воде, активированной до 32%. Воды взято на 5,7% меньше, чем не омагниченной. В/Ц = 0,39.

Четвертая серия (1-4) затворена водой, активированной до 22%. Взято воды на 8,6% меньше, чем не омагниченной. В/Ц = 0,38.

Пятая серия (1-5) затворена водой активированной до эффективности

38,5% . Воды взято тоже на 8,6 % меньше, чем неактивированной. В/Ц = 0,38.

Шестая серия (1-6) затворена водой, обработанной до эффективности 36,7%. Воды взято на 5,7 % меньше, чем в серии 1-1. В/Ц= 0,39.

Результаты прочностных характеристик сведены в таблицу 1.

Таким образом, после 7 суток хранения экспериментальных кубов в нормальных услови-

ях прочность кубов, затворенных на магнитоактивированной воде возросла в среднем на 47%. Если не учитывать результаты серии 1-2, где воды для затворения смеси, как на это уже указывалось, было взято больше необходимого её количества, то рост прочности, в среднем, оказался равным 61%. После 28 суток хранения прочность кубов, затворенных на активированной воде, в среднем выше на 24,9%. Без учета серии 1-2 - на 29,6%. Видно, что с увеличением эффективности активации воды прочностные характеристики экспериментальных кубов улучшаются. Так максимальный эффект, соответствующий наибольшей достигнутой нами в данном эксперименте степени магнитной активации воды 38,5% составил: после 7 суток хранения - 79,7%, после 28 суток - 48 %.

Вторая серия опытов была проведена на базе заводской лаборатории КПД Оренбургнефтегазстроя (ОНГС). Условия и методика эксперимента такие же как в первой серии. Смесь экспериментальных кубов готовилась следующего состава:

Цемент (М-500)	- 316 кг
Щебень	- 800 кг
ПГС	- 1100 кг
Вода	- 140 л

Для затворения смесей было взято одинаковое количество активированной и обычной воды. Эффективность магнитной активации воды составила 32%. Осадка конуса у смесей на активированной воде была на 50-60% больше, то есть смесь была значительно более подвижна, чем это требовалось по технологии. При вибрировании смесей эта разница была особенно заметна. После формирования кубов их тепловлажностная обработка проводилась в промышленных пропарочных камерах. Вес кубов, затворенных активированной водой, оказался достоверно на 2,3% выше. Прочностные испытания показали, что разрушающие усилия для кубов на обычной воде составило 25850 кг, а на магнитоактивированной - 32931 кг, что она 27,4 % выше.

Сравнение первой и второй серии испытаний показывают, что независимо от способа затворения изделий, прочность кубов, затворенных на омагниченной воде, выше. Более скромный по сравнению с первой серией результат очевидно связан с тем, что в заводских испытаниях омагниченной воды было использовано больше, чем это необходимо для обеспечения заданной степени удобоукладываемости.

Таблица 1 - Прочностные характеристики образцов.

Серия	Эффективность магнитной обработки, %	Семь суток хранения		Двадцать восемь суток хранения	
		Предел прочности при сжат. кгс/см ²	Стат.достоверное возрастание прочн, %	Предел прочности при сжат. кгс/см ²	Стат.достоверное возрастание прочности . %
1-1	0	67,0	—	132,5	—
1-2	20	58,87	-12,1	140,62	+6,1
1-3	32	98,12	+46,4	167,50	+26,4
1-4	22	117,50	+75,4	150,62	+13,7
1-5	38,5	120,40	+79,7	196,05	+40,0
1-6	36,7	95,0	+41,8	158,13	+19,3

Чтобы оценить причину неудачного применения для магнитной обработки воды затворения стандартных омагничивающих аппаратов, нами совместно с работниками заводской лаборатории КПД ОНГС проведены испытания 30 экспериментальных кубов, отформованных из бетонных смесей марок 150 и 200. Состав смесей следующий:

Бетон М 150

Цемент (М 300) - 360 кг
Щебень - 850 кг
ПГС - 1030 кг
Вода - 160 л

Бетон М 200

Цемент (М300) - 346 кг
Щебень - 820 кг
ПГС - 1070 кг
Вода - 150 л

Для затворения смесей использовали три режима : не активированную воду; воду, активированную до эффективности 13% и до 22,3% , то есть до того уровня, который могут обеспечить стандартные аппараты типа АМО. Термическую обработку, всех образцов одновременно проводили в течении суток в пропарочной камере. Результаты прочности характеристик испытанных кубов приведены в таблице 2.

Видно, что активация воды менее, чем на 20%, заметным возрастанием прочности не со-

провождается, хотя осадка конуса даже в этом случае была на 20- 30% больше. Активация воды до 22% тоже не приводит к получению стабильных результатов. Хотя в среднем прочность возрастала на 18%, коэффициент вариации от образца к образцу достигал значения более, чем 0,22. Очевидно, для получения стабильных результатов необходима степень магнитной активации воды (МАВ) не менее 30%, что, учитывая полиэкстремальный характер зависимости эффективности МАВ от магнитотропных параметров, трудно достижимо с помощью обычных промышленных аппаратов при отсутствии эффективного контроля степени МАВ. Отсюда становится понятным достаточно большой процент неудачного применения магнитной активации воды для затворения бетонных смесей.

На базе заводской лаборатории КПД ОНГС была проведена ещё одна серия экспериментов. Смесью готовили по той же рецептуре, что и во второй серии опытов. Для затворения бетонной смеси использовали воду не омагниченную и активированную до уровня 32%. На не активированной воде осадка конуса составляла 0,7см, у бетонной смеси на активированной воде - 1,6 см, то есть в обоих случаях смесь

Таблица 2—Результаты прочностных испытаний экспериментальных кубов.

Эффективность магнитной обработки, %	Бетон М150		Бетон М200	
	Предел прочности при сжатии кгс/см ²	Увеличение прочности, %	Предел прочности при сжатии кгс/см ²	Увеличение прочности, %
0	160	—	191,25	—
13	162,72	1,7	198,14	3,6
22,3	174,17	8,9	225,50	17,9

была малоподвижна. После формирования и выдержки образцы были помещены в пропарочную камеру. Прочностные испытания кубов дали удивительные результаты. Кубы, изготовленные из бетонной смеси на омагниченной воде, имели прочность в 8,9 раза большую, чем у контрольных образцов.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Применение магнитоактивированной воды позволяет получать изделия, максимальный рост прочности которых может составить 40% по сравнению с изделиями, затворенными на обычной воде.

2. Достаточно большой процент неудачного применения омагниченной воды при производстве железобетонных изделий можно объяснить тем, что с помощью обычных, выпускаемых нашей промышленностью, аппаратов при отсутствии надлежащего контроля степени магнитной активации воды не всегда удавалось достигать необходимого уровня эффективности магнитной активации. Для стабильного получения положительного результата необходимо активировать воду до эффективности не менее 30-35%.

3. Подвижность бетонных смесей, затворенных омагниченной водой, возрастает на 30-60 % по сравнению с бетонными смесями затворенными обычной водой. Следовательно, для затворения смесей необходимо брать омагниченной воды значительно меньше, чем обычной.

4. Применение магнитоактивированной воды ускоряет процесс твердения, позволит сократить время термообработки железобетонных изделий на 15 -20 %.

5. Корректировка заводских норм расхода исходных компонентов бетонной смеси позволит экономить до 20% цемента и воды.

6. Использование магнитной активации воды позволяет отказаться от достаточно дорогих и ядовитых суперпластификаторов, применение которых при изготовлении железобетонных изделий превращает их в предметы, которые даже после окончания технологического цикла по их изготовлению несут ощутимую отрицательную нагрузку на экологическую обстановку среды, окружающей изделия, изготовленные с применением суперпластификаторов.

7. Эффект упрочения изделий, бетонная смесь для которых готовилась на магнитоактивированной воде, возникают лишь тогда, когда для получения необходимой подвижности бетонной массы берут строго оптимальное количество «омагниченной» воды, то есть её количество должно быть гораздо меньше, чем необходимо обычной воды для достижения такой же степени удобоукладываемости.

Аналогичного эффекта увеличения подвижности бетонной смеси и эффекта упрочения изделий из бетона нам удавалось добиваться при затворении бетона электроактивированной по нашей методике водой [17]. Работы в этом направлении МНТП «Градиент» совместно с лабораторией кафедры ТеСМИ ОГУ в настоящее время ведутся. Получены очень обнадеживающие результаты, хотя каких-либо статистических достоверных цифр мы указать пока не можем, работы находятся на стадии накопления статистических данных.

Список использованных источников

1. Классен В.И., Вода и магнит, Наука, М., 1973.
2. Механовский Д.С., Леус Э.Л., сб. "Вопросы теории и практики обработки воды и водных систем", ЦНИИТЭИ, М., 1971, стр. 214 - 217.
3. Логвиненко Н.Б., Сабинкина М.А., сб. "Вопросы теории и практики обработки воды и водных систем", ЦНИИТЭИ, М., 1971, стр. 218 - 224.
4. Ярошинский Т.К. и др., сб. "Вопросы теории и практики обработки воды и водных систем", ЦНИИТЭИ, М., 1971, стр. 224-227.
5. Мартыненко В.А., Рудовский Г.И., Металлург, № 5, М., 1967.
6. Бережной и др., О промышленном применении магнитной обработки при цементировании газовых скважин, Научно-технический сборник Мин Газпрома, № 4, М., 1968.
7. Помазкин В.А., Макаева А.А., Бетонная смесь на омагниченной воде затворения, "Теория и практика применения суперпластификаторов в композиционных строительных материалах", Пенза, 1993, стр.36.
8. Vermeiren T., Belg. Patent № 460560, 1945.
9. Помазкин В.А., The quasimolecular-kinetic and quasithermodynamic conception of unspecific physical influence, Abstr. Sci. Rep. 3-d International. Conf., St-Petersburg - Onega - Ladoga, 1998, page 68.
10. Помазкин В.А., Макаева А.А., Купреев В.А. Исследование прочности бетонных кубов, затворенных магнитоактивированной водой, ИЛ № 37-96, ОрЦНТИ, Оренбург, 1996; 0709/16965002945 96-0037, МНТРФ, ВТИНЦ, вып. 2, Москва, 1996, стр.26.
11. Помазкин В.А., Макаева А.А., Купреев В.А., Пеньков О.Г., Пластификация бетонных смесей из бетона марки 200 при затворении их магнитоактивированной водой, ИЛ № 39-96, ОрЦНТИ, Оренбург, 1996;

Технические науки

- 605020039, 0039-96, МНТРФ, Росинформресурс, ЦСОТРИ, вып.1, Смоленск, 1997,стр.56;0752/16963002947, 96-0039, Госком РФНТ ВНИИЦ, вып.2, Москва,1996,стр.27.
12. Помазкин В.А. Макаева А.А. Пеньков О.Г., Пластификация бетонных смесей марки 150 при затворении их омагниченной водой, ИЛ № 40-96,ОрЦНТИ, Оренбург,1996; 605020040, 0040-96, Росинформресурс, ЦСОТРИ, вып.1, Смоленск, 1997, стр.56; 0751/16962002948 96-0040,Госком РФНТ ВНИИЦ , вып 2, Москва, 1996, стр.27.
 13. “Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем”,ЦИТЭИ СССР, М.,1971.
 14. СвинуховВ.Я., Парамонов Н.Д., Афанасьева В.Ф., ПатрасенкоВ.С., Магнитная обработка воды в производстве сборного железобетона, Международная научно-практическая конф. “Критические технологии в строительстве”, Москва, 1998, стр.104-106.
 15. Помазкин В.А., Аппарат Помазкина для магнитной обработки воды, Патент Российской Федерации № 2096339, Бюллетень ВНИИГПЭ № 32 от 20.11.97.
 16. Помазкин В.А., Экспресс-анализ физической активации жидкостей Патент Российской Федерации № 2096759, Бюллетень ВНИИГПЭ № 32 от 20.11.97.
 17. Помазкин В.А., Способ подготовки воды для теплоэнергетики Патент Российской Федерации № 2096336, Бюллетень ВНИИГПЭ № 32 от 20.11.97.
 18. Цементная промышленность // Цемент и его применение.-2000.-№4.-С.3.