

# ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОТВЕРДЕВАНИИ СВЕЖЕОТФОРМОВАННОГО БЕТОНА: ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВЕРСИЯ

А.А. КУЧЕРЕНКО, доктор техн. наук, профессор, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Ключевые слова: атом, заряд, энергия, смесь, процессы, свежеотформованный бетон

Keywords: atom, charge, energy, mixture, processes, only molded concrete

**В настоящее время изучены все процессы, сопровождающие отвердевание свежеотформованного бетона с точки зрения его минералогического состава. Современный уровень знаний требует учесть еще и то, что минералы сложены из атомов, природная сущность которых – электрические структура и строение. В данной работе это учтено; применены некоторые основы электрохимии и на электромагнитных моделях изучены электрические процессы, сопровождающие отвердевание уложенной в форму и уплотненной бетонной смеси. Показана непрерывная работа электричества (плюса и минуса) и, порожденного им, электромагнитного поля (химической связи).**

Цемент – накопитель энергии электрических зарядов, которые находятся на поверхности зерен цемента и внутри них. Поверхностные заряды относятся к группе активных, вступающих в реакцию при смешивании с водой. Те, что – внутри зерна цемента – к группе пассивных, вступающих в реакцию при запоздалом проникновении воды к ним, или вовсе не синтезируют, если вода к ним за 28 суток не проникает. Часть такого цемента внутри зерен остается балластом. Аналог подобного есть в природе: чтобы мозг человека хорошо работал, ему нужна в достаточных количествах обычная вода. При недостатке воды возникает кризисное обезвоживание мозга. Человек начинает хуже соображать и с трудом воспринимает новую информацию. Информация между клетками мозга обеспечиваются электрическими зарядами, движение которых при отсутствии воды прерывается [1]. Аналогична прерывистость потока воды в твердеющей бетонной смеси: тормозит синтез ионов или прекращает производить новообразования. Тогда остается определенный объем рыхлой сухой массы в среде прочного бетона. Кроме того, вода – упругое вещество, и если на поверхности зерен цемента имеется толстая водная прослойка, то по обе стороны могут возникнуть новообразования, а вместо воды останутся пустоты с поверхностями раздела, заполненные водой, а по мере ее испарения – воздухом. Берега таких поверхностей раздела электронейтральны.

Генерировать, т. е. повышать энергетическую мощность цемента можно увеличением степени дробимости его зерен, электризацией электронейтральных веществ и подбором исходного сырья с атомами повышенных зарядов. Количество поверхностных зарядов пропорционально удельной

поверхности цемента: чем она выше, тем больше активных зарядов. В свою очередь, удельная поверхность зерен цемента тесно связана со степенью дробимости его зерен. Чем тоньше помол, тем больше активных и меньше пассивных зарядов. Именно активные заряды обеспечивают высокие скорости схватывания теста и достижения заданной марки бетона в ранние сроки. Подтверждают это работы НА «Львівська политехніка» [2]: «высокие показатели ранней прочности бетона отвечают цементам с размером частиц 0,1-5 мкм, которые характеризуются высокими значениями открытой поверхностной энергией и реакционно-химической активностью». Электризация тел, т. е. возникновение в них электрических зарядов через трение, удар, давление, химическое воздействие и др. Эффективность выбора исходного сырья с атомами повышенных зарядов подтверждают наши расчеты по определению электромагнитной силы притяжения ионов разных знаков и валентности при сближении их с  $-0^{-2}$  до  $r=0,4$  нм:

Система «металл – кислород»	$H^{+1} \cdot 0^{-2}$	$Ca^{+2} \cdot 0^{-2}$	$Fe^{+3} \cdot 0^{-2}$	$Si^{+4} \cdot 0^{-2}$
Сила связи. $F \cdot 10^{-6}$ , ньютон	28,8	57,5	86,3	115,0

Сыпучие вяжущие и заполнители смешиваются в смесителях с водой до получения бетонной смеси требуемой удобоукладываемости. Затем 28 суток технолог не может вмешаться в процессы, происходящие в отвердевающей смеси. Практически в течение длительного времени идет самоорганизация процессов и структуры изделий. Этот негатив говорит о том, что мало одного требования от смесителя – выдать смесь требуемой удобоукладываемости. Такой подход чисто практический – быстрее приготовить смесь; не научный – приумножить энергетическую мощность смеси. В смесителе вода должна достичь центра зерен цемента и извлечь максимум пассивной энергии из глубины зерен. Не помешает и электризация исходного сырья для бетона. Можно увеличить количество поверхностной энергии, изменив, например, порядок загрузки материалов в бетономешалку. Сначала загружают щебень, зерна которого приумножат количество обнаженных зарядов за счет ударов (раскол зерен) и трения друг о друга (активация поверхности). Затем добавить цемент, у которого повысится степень электризации за счет дробления зернами щебня и трения. Далее – песок с повышенной поверхностью трения

и вода с энергетически заряженными добавками, например электролитами. При этом бетономешалка должна иметь несколько скоростей вращения, изменения углов расположения лопастей и разную длительность смешивания при добавлении каждого компонента.

Приготовленная бетонная смесь укладывается в форму (опалубку) и уплотняется. Получаем свежетоформованное изделие требуемых геометрических размеров, представляющее систему разобщенных твердых компонентов в сплошной среде воды. В условиях нормального твердения, по нормативным документам, за 28 суток изделие должно превратиться в камнеподобное состояние требуемой марки по прочности и представляющее из себя систему дисперсно распределенной воды в среде монолитного твердого тела заданной прочности. Такое превращение мы называем твердением бетона, сопровождающееся процессом постепенного преобразования 100%-ной бетонной смеси в 100%-ый камень заданной прочности.

В условиях тепловой обработки твердение свежетоформованного бетона сопровождается дополнительными процессами по сравнению с условиями нормального твердения. С повышением температуры увеличивается длина межатомных и межэлектронных химических связей и их легче оторвать от электронейтрального вещества: атома, молекулы, минерала. В результате они становятся возбужденными электроразряженными ионами, готовыми к синтезу. Также при повышении температуры интенсивнее становится броуновское движение, повышается количество ионизированных упругих столкновений: атом с атомом, ион с ионом, атом с ионом; столкновений, переводящих атомы в возбужденное состояние. Повышается концентрация атомов, ионизированных до различной степени, т.е. до различной кратности ионов. Столкновения, когда электроны переходят от атома с малой кратностью ионизации к атому, ионизированному многократно. В результате возникают два атома с промежуточной кратностью ионизации. Добавляются и ионизирующие неупругие столкновения: ион с атомом, ион с ионом. Сумма этих генерирующих процессов повышает энергетическую мощность цемента, что приводит к ускоренным срокам схватывания его и достижения нужной прочности бетона за несколько часов. Все это убеждает нас в том, что основой отвердевания бетонной смеси служит электричество: плюс и минус.

В течение 28 суток объем бетонной смеси постоянно уменьшается, а бетона — увеличивается. Это происходит за счет физико-химических процессов, протекающих, в основном, в бетонной смеси. Но скорость химических процессов мгновенна,  $10^{-8}$ - $10^{-10}$  сек, а физические процессы длятся 28 суток. Их назначение — обеспечить достаточное количество новообразований, а, следовательно, плотности и заданной прочности бетона [1]. К физическим процессам относят: передачу зарядов от накопителя к приемнику; движение зарядов разного знака друг к другу до их синтеза; перемещение воды по поверхности твердого тела и проникновение ее вглубь зерен цемента с генерацией зарядов; гидролиз воды и генерация ее зарядов:  $H^+$  и  $HO^-$ .

Накопленная энергия зарядов цемента в течение 28 суток передается приемнику. Передать — значит обеспечить среду, в которой смогут легко двигаться заряды разного знака. На пути следования зарядов не должно быть препятствий. В противном случае зарядам цемента необходим проводник, способствующий прохождению электронов к плюсу или протонов к минусу. При отвердевании свежетоформованного изделия заряды могут двигаться в твердой, жидкой и газообразной фазах. Поэтому принимаем классификацию веществ, по которым перемещаются заряды, по природному происхождению: проводники (Пр), полупроводники (ППр) и диэлектрики или изоляторы (ДИ). Основные проводники: в цементном вяжущем Fe-, Al- и S-содержащие минералы, металлы тонкомолотого техногенного шлака и других добавок; в заполнителях и наполнителях — металлы и сплавы (Ca, Al, Fe<sup>-</sup>, H, зола-унос др.); в жидкой фазе — вода, электролиты, водные растворы добавок, щелочей, кислот, солей и др. Изученные нами [3] Fe-содержащие Пр способствуют продвижению электрических зарядов в электромагнитном поле (ЭМП), а электроны Пр не встречают сопротивления в продвижении их внутри проводника к месту контакта с зарядом (магнитом), повышая прочность их связи на 44–59%. И в тоже время Al-содержащий Пр не имеет своего ЭМП и не реагирует на ЭМП соседнего заряда, а электроны внутри Пр встречают сопротивление, уменьшая энергию их связи на 18–81%. Поведение ППр кремния в керамзитобетоне на гидрофобизированном кремнийорганической жидкостью керамзитовом гравии показало, что в кубах бетона с ребром 10 см через 33 года стал гидрофобным и цементный камень, что говорит о миграции ГКЖ-94 внутри бетона во времени [4]. Диэлектрик типа полимерной фибры диаметром 1 мм применен нами в дорожных бетонных плитах 50×50×5 см в качестве арматуры. Через 15 лет плиты вышли из строя. Причина: диаметр полимерных нитей уменьшился до 0,2 мм, а отверстия от них в бетоне остались прежними — 1 мм. Оставшиеся нити свободно извлекались из отверстий в бетоне, что свидетельствует о всесторонней коррозии полимера и полной потере его связи с бетоном и прочности изделия. Важность выбора проводника подтверждается и природными явлениями. Известен случай: шаровая молния появилась в комнате, где были мальчик, бабушка и дедушка. «Шар молнии обошел всех, но гоняться стал за мальчиком и разрядившись, его обжог». Почему мальчик? Люди имеют свою ауру, «светящийся нимб», т.е. из тела каждого вылетают свободные электроны на 1/2 величины амплитуды колебаний, они и «светятся» при определенных условиях окружающей среды. У ребенка свежее тело с нимбом и свободными, вылетающими из тела и вновь влетающими электронами. Тело ребенка — отличный проводник, и по нему шаровая молния «ушла» в землю и разрядилась. Молния за мальчиком «гонялась» потому, что электромагнитные поля мальчика, и молнии обобщились, образовав между ними химическую связь. У бабушки и дедушки старая толстая кожа с погибшими электронейтральными клетками на поверхности. Активных свободных электронов и нимба нет. Такими свойствами обладают диэлектрики, не пропускающие сквозь себя элек-



Рис. 1. Динамика взаимодействия магнита на дне сосуда (б-з) и металлического шарика на поверхности воды (а)

тричество. Поэтому бабушка и бабушка не «заинтересовали» шаровую молнию. Почему только ожог?

Н. Тесла: «обнаружил, что при частоте тока свыше 700 Гц электрический ток протекает по поверхности тела, не нанося вреда тканям организма».

Метод изучения энергетики в технологии бетона под названием «Электромагнитная версия» показывает, что вода в бетонной смеси выполняет роль проводника зарядов. Это подтверждает наш опыт, имитирующий поглощение воды зернами цемента, глубину гидратации зерен за определенное время, а также указывающий на наличие у воды свойств проводника (рис. 1). В прозрачный стеклянный сосуд (рис. 1б), с уложенным на дне круглым магнитом, заливают воду на глубину 3 см от поверхности магнита. На поверхность воды опускают деревянный прямоугольник (плотик) 4×2 см, толщиной 5 мм (рис. 1а). По центру в лунке его глубиной 2 мм вложен металлический шарик диаметром 8 мм. Сухой плотик с шариком опускаются на поверхность воды вдали от магнита (рис. 1в). Плотик сразу же движется к магниту, поворачивается (кинетическая энергия) на одном месте по линии «Север-Юг» и зависает над магнитом, лежащим на дне сосуда (рис. 1г-ж). Очевидно, что в процессе приближения плотика к магниту со скоростью  $v$  на заряд  $q$  шарика действуют только силы  $F_{мп}$ , магнитного поля (МП),  $H_{мп}$ :

$$F_{мп} = qHv/c,$$

где  $c = 3 \cdot 10^{10}$  см/сек – скорость света в вакууме.

То же происходит и во время его зависания над магнитом, пока сухое дерево не пропускает электричество. Сил МП недостаточно – синтез шарика с магнитом не происходит. Через 35 мин дерево плотика пропитывается водой, и она соприкасается с шариком. Вода стала проводником электрических зарядов шарика и магнита. Между ними возникла электрическая связь и добавилось электрическое поле (ЭП), равное  $E$  и на заряд шарика  $q$  действует сила:

$$F_{эл} = qE$$

В результате воздействия двух полей с силой

$$F = F_{мп} + F_{эл} = qHv/c + qE$$

(сила Лоренца) шарик устремляется к магниту (соскальзывая с плотика или прижимая его к магниту). Возник синтез шарика с магнитом, и между ними устанавливается химическая связь в виде электромагнитного поля (ЭМП). Вывод: вода – проводник электричества.

Время пропитки древесины плотика водой – это аналог оценки времени миграции воды вглубь зерна цемента. Результат: вода – хороший проводник, в ней ионы легче перемещаются и быстрее синтезируют. Время миграции ее вглубь зерен цемента – процесс долгий, трудный и не всегда выполнимый за 28 суток. Синтез идет успешно только в присутствии жидкой фазы. Кроме того, если сравнить массу электрона  $9,1 \cdot 10^{-28}$  г с массой зерна цемента условным диаметром 20 мкм  $10 \cdot 10^{-10}$  г, то электрон меньше зерна в  $11 \cdot 10^{17}$  раза, что предопределяет участие и гравитационных сил (притяжение электрона к зернам цемента), особенно когда заряд находится в воде.

Вода не только приемник, но и поставщик энергии зарядов разного знака ( $H^+$  и  $HO^-$ ) около 10,5% от суммы энергии межатомных связей всех минералов цемента (табл. 1). Подтверждением этого большая на 8,1% (120 против 111 г/см<sup>2</sup>) сила притяжения двух магнитов в пресной воде, сравнительно с воздушной средой. В морской воде сила притяжения магнитов на 11,4% (137 против 120 г/см<sup>2</sup>) больше, чем в пресной воде, что говорит о возможности облагораживания воды энергоэффективными добавками.

Это согласуется с мнениями Н. Теслы [6] «вода – отличный проводник электричества» и А.Ф. Иоффе [7] «вода – жидкое электричество». Механизм электронного отвердевания бетонной смеси приведен на рис. 1.

Полюса индивидуальных магнитов (рис. 1а) имеют разную силу магнетизма, что оценено по величине удерживаемого груза в граммах: от 600 г у полюса с положительным зарядом

Таблица 1. Энергия межатомных химических связей минералов в 1 кг портландцемента и воды затворения

Минералы цемента			Энергия межатомных связей [5]		
вид	кол-во $\cdot 10^{23}$ , шт	Число молей, шт	одного минерала, кДж/моль	1кг цемента, $\cdot 10^{24}$ ,	
				кДж/моль	кДж
$C_2S$	8,13	1,35	4139	3365	4543
$C_3S$	15,87	2,64	5239	8314	21949
$C_3A$	1,68	0,28	6247	1385	388
$C_4AF$	1,66	0,276	9696	1610	444
$CsH_2$	1,12	0,186	2843	944	176
$CaO_{х.св}$	0,86	0,143	1076	93	13
$H_2O_{х.с.}$	0,67	0,111	969	6492	721
$H_2O_{общ}$	1,34	0,223	969	12984	2895
Энергетическая мощность: – минералов, цемента					27513
– химически связанной $H_2O_{х.св.}$					721
– минералов цемента и воды					28234

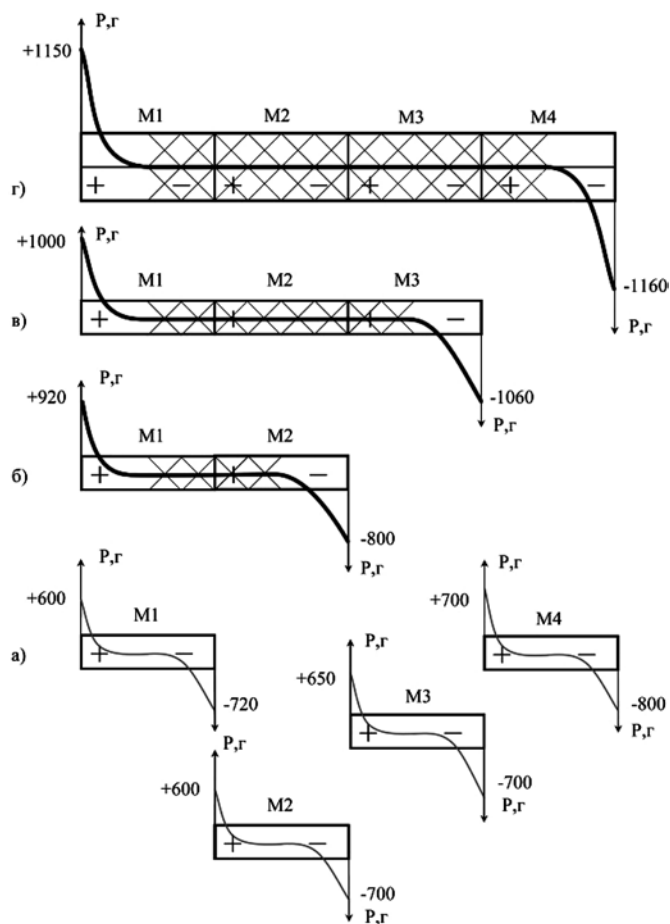


Рис. 1. Схема механизма: взаимодействия комплекса магнитов и распределения энергии зарядов

(+m1) до 800 г – у отрицательного (-m4). Разная степень магнетизма полюсов у одного магнита означает разную величину эффективного заряда каждого из них. Величину заряда мы не можем определить, но величину магнетизма можем оценить по характеру кривых комплексов межмагнитного взаимодействия: от двух (рис. 1б) до четырех (рис. 1г) магнитов. Два магнита (рис. 1а): m1 с цифрой –720 и m2 с +600) при притяжении (синтезе) образуют соединение (рис. 1б). Одна часть разноименных зарядов (условно –720 и +600) компенсируется в равном количестве (–600 m1 и +600 m2). Такая компенсация зарядов в центре спаренных магнитов приводит к исчезновению ЭМП. Создается электронейтральная зона (штриховка внутри магнитов горизонтальной части кривой (рис. 1б)). Оставшаяся часть (избыток –120) характеризуется наличием эффективного отрицательного заряда, т. е. электронов. Они перетекают к периферии комплекса магнитов (отсутствие штриховки на концах комплекса магнитов), выполняя роль избыточного эффективного заряда, или с участием окружающей среды создают новые эффективные заряды. Наличие избыточных зарядов на периферии комплекса магнитов создает избыточное более мощное ЭМП. Последнее, приумножая магнитное поле, удерживающее больший груз: m1 (рис. 1а) от +600 г до m1 +920 г (рис. 1б), а m2 от –700 до –800 г. И по аналогии, если синтез атомов (минералов) цемента создает твердое вещество, то одна часть разноименных зарядов компенсируется в равном количестве, создавая стабильную электронейтральную зону

бетона, стойкую в окружающей среде, а вторая – перетекает на периферию этой зоны и выполняет роль повышенных избыточных эффективных зарядов, готовых к синтезу с соседними зарядами, приумножая объем стабильного твердого тела внутри свежесформованного бетона.

Таким образом, результат синтеза вяжущего – это избыточные заряды на периферии твердого тела и электронейтральные новообразования внутри его. При этом надо отметить, что у синтеза двух магнитов электронейтральная зона удерживает груз 770 г (32,9 г/см<sup>2</sup>), а добавляя третий магнит, повышается до 863 г (36,9 г/см<sup>2</sup>). С четвертым магнитом она составляет 1047 г (44,7 г/см<sup>2</sup>). Это означает, что по мере увеличения количества и силы зарядов, общая величина их усредняется с повышением энергии химических связей, в данном случае на 36% и затем стабилизируются силы химических межатомных связей. То же должно происходить и с зарядами синтезируемых минералов бетона. И тогда отвердевание бетонной смеси – это преобразование порошкообразного вещества в единое монолитное тело за счет синтеза зарядов разного знака, повышение плотности монолита и за счет этого повышение его прочности. С учетом основ электрохимии отвердевание бетонной смеси – это переход электровозбужденного дисперсного вещества в монолитное электронейтральное.

Результаты наших опытов сопоставимы с результатами математических вычислений, выполненных американскими физиками-теоретиками Д. Гроссом, Ф. Вильчеком, Д. Политцером [8] о непрерывном уменьшении эффективного заряда по мере уменьшения расстояния между взаимодействующими частицами вплоть до полного превращения эффективного заряда в нуль. Такое «свойство эффективного заряда и явление «самовыключения взаимодействия» авторы назвали «асимптотической свободой». В своих опытах мы называем это пространство электронейтральной зоной, где магнитное поле снижается до нуля и указываем на ее наличие только внутри комплекса взаимодействий атомов.

Таким образом, теоретики подошли, с одной стороны (оценка по заряду), мы – с другой (оценка по отсутствию ЭМП), а результат одинаков. И неудивительно, потому что нет заряда – нет и ЭМП. При этом теоретические расчеты могли быть продолжены, поскольку авторы не дают ответа, куда исчезает заряд и тем более его энергия. Известен же закон сохранения энергии: она «не возникает из ничего и не исчезает бесследно...». Не объясняют, что исчезновение заряда сопровождается исчезновением ЭМП. В наших опытах при синтезе трех и четырех магнитов, т. е., когда между взаимодействующими магнитами расстояние минимально, исчезает ЭМП и увеличивается количество электронейтральной зоны: от рис. 1б до рис. 1г. Исчезновение ЭМП – признак исчезновения заряда. Это отражено и на рис. 1в, 1г, горизонтальной частью кривых, которую мы назвали электронейтральной зоной. И продолжается отток на периферию комплекса взаимодействий (вертикальная часть кривых рис. 1б-г) излишних эффективных зарядов и увеличение грузоподъемности (магнетизма) полюсов магнитов m1 и m4 до 1160 г, т. е. на 29–45%.

Таблица 2. Процессы и аппараты в технологии отвердевания свежеотформованного бетона

Н. Тесла и электричество		Автор статьи и отверждение смеси	
Процессы	Аппараты	Процессы	Аппараты
Накопление энергии	Трансформатор повышающий	Накопление энергии в цементе	Дробление. Помол и др.
Передача энергии приемнику	Провод, окружающая среда (вода, воздух, земля)	Передача накопленной энергии цементом	Проводники, полупроводники, диэлектрики, вода
Приемник переданной энергии	Понижающий трансформатор	Приемник переданной энергии	Вода и водные растворы добавок
Потребитель энергии	Промышленность, социальные нужды и др.	движение зарядов, синтез зарядов атомов минералов – новообразования. Разрыв химических связей – дефекты,	Свежеотформованный бетон: накопление количества новообразований, повышение плотности и прочности твердеющей смеси

У американцев «асимптотическая свобода» послужила отправной точкой смелой гипотезы – «Великого объединения взаимодействий», согласно которой природа отличается высокой степенью симметрии, когда частицы связаны единым взаимодействием и практически исчезает разница между различными типами элементарных частиц. Однако не указано, какие процессы могут подтвердить возможность существования «смелой гипотезы». В наших исследованиях эта гипотеза решена наличием в природе двух последовательных термодинамических процессов: взаимодействия частиц на периферии комплекса и возникновения стабильных новообразований внутри его. Внутренняя зона – электронейтральная, с минимальной энергией химических связей, а потому стабильная и устойчивая в окружающей среде и подтверждающая «объединение взаимодействий в природе». Внешняя зона – на периферии комплекса атомов с максимальными эффективными зарядами, всегда готовыми к дальнейшему взаимодействию и наращиванию твёрдого тела, подтверждающая непрерывность процесса в природе. Поэтому с нашей точки зрения гипотеза «Великого объединения взаимодействий» имеет право на существование.

Отмечая тот факт, что атомы и их производные (молекулы, кристаллы и др.) имеют электронное строение и структуру, невозможно не упомянуть гения электричества Н. Теслу и не сопоставить технологии в области использования электричества и в отвердевании бетонной смеси (табл. 2).

С другой стороны, для нас тоже очень важно знать, что разрабатываемая нами в строительном материаловедении новая теория под названием «Электромагнитная версия», основанная на оценке термодинамических свойств атомов, их взаимодействий и свойств конечного продукта, также имеет право на существование, т. к. решает ряд важных задач.

#### Выводы

1. Основные процессы, сопровождающие отвердевание свежеотформованного бетона, состоят из двух групп: физические и химические, конструктивные и деструктивные. Физические: передача энергии от накопителя (цемента) к приемнику (воде); транспортировка энергии через проводники – как ускоритель, или диэлектрик – как замедлитель движения зарядов разного знака; проникновение воды вглубь зерен цемента и вскрытие зарядов глубинных минералов цемента; приближение заряженных атомов друг

к другу. Химические: синтез атомов с зарядами разного знака, возникновение новообразований, их накопления и упаковка; усреднения величин зарядов и химических связей; стабилизация величины зарядов и длины химических связей. Движущей силой всех процессов служит электричество и его производные: электрические, магнитные или электромагнитные поля.

2. Ускорить отвердевание свежеотформованного бетона с целью получить заданную марку в ранние сроки можно за счет увеличения количества поверхностных активных зарядов (тонкости помола цемента), а также ускоренного извлечения (проникновения воды вглубь зерна цемента) внутренних пассивных зарядов.

3. Деструктивные процессы в отвердевающей смеси связаны с возникновением дефектов: в виде пустот, раковин, трещин, капилляров и т. п. с их поверхностями раздела в виде электронейтральных берегов в местах отсутствия воды и синтеза зарядов и поверхностей разрыва химических связей с возникновением пустот с электроразряженными берегами.

4. Все процессы отвердевания бетонных смесей связаны с электричеством: ионами атомов, молекул, минералов и их комплексами, обладающими эффективными зарядами, и потому создается электронная структура и электронное строение для все более твердого тела.

#### Библиографический список

1. Кучеренко А.А. Отвердевание и рост прочности бетона: электромагнитная версия / А.А. Кучеренко // Технологии бетонов, №3-4, 2017, с. 10-13.
2. Гевюк І.Н. Мультимодальні композиційні портландцементи з високою ранньою міцністю та модифіковані бетони на їх основі. Дисс...к. т. н. – л.: 2018. – 162 с.
3. Кучеренко А.А. Роль проводников в бетоноведении: электромагнитная версия / А. А. Кучеренко «Технологии бетонов», №11-12, 2017, с. 49-53.
4. Кучеренко А.А. Технология легких бетонов на модифицированных заполнителях. Дисс... д. т. н. ОГАСА. – Одесса: 2010, – 300 с.
5. Кучеренко А.А. Термодинамические характеристики цемента – основа создания бетона с заданными свойствами / А. А. Кучеренко // Технологии бетонов, №5-6, 2018, с. 21-23.
6. Никола Тесла.-К.: Лотос, 2017, – 214 с.
7. Иоффе А.Ф. О физике и физиках / А.Ф.Иоффе. Л.: – Наука, 1985, – 344 с.
8. Ширков Д.И. Новый метод теоретической физики / Д.И. Ширков Наука и человечество, 1987. – М., Знание, с. 127-139.