

Рис. 3. Процесс сушки в I-d диаграмме

Подогрев воздуха в горячем теплообменнике изображен линией "5-1". Процесс сушки древесины проходит в режиме, близком к адиабатическому, по линии "1-2". Охлаждение влажного воздуха до температуры точки росы на холодном теплообменнике изображено линией "2-3", конденсация влаги на этом теплообменнике проходит по линии насыщения – кривая "3-4". Смешивание воздуха, прошедшего через холодный теплообменник, с основной массой воздуха в камере изображено линией "2-4", причем точка "5" делит отрезок "2-4" на части обратно пропорционально расходам смешиваемого воздуха (отрезок "2-5" – расход воздуха, прошедшего через холодный теплообменник, отрезок "4-5" – расход байпасного воздуха).

Для определения возможности использования природного холода в процессе сушки древесины проведены климатологические исследования. Для областей Центра Украины устойчивое значение среднесуточной температуры

$t_i \leq 5^{\circ} \tilde{N}$ наблюдается в течение 140 суток [3], что составляет около 40 % продолжительности календарного года. В этот период удельные затраты теплоты на сушку 1 м^3 древесины составят 1650 МДж, что в 1,45 раза меньше, чем при высокотемпературной сушке древесины без использования природного холода.

Термодинамические расчеты, выполненные с использованием I-d диаграммы, а также формулы (1), показали следующее. Продолжительность сушки конденсационным способом увеличивает продолжительность сушки. Так, если при высокотемпературной сушке продолжительность сушки составила в среднем 19 суток, то при конденсационном способе сушки продолжительность составила 28 суток. Но при этом в конденсационном способе сушки отсутствует операция пропаривания древесины, что повышает качество сушки.

ВЫВОДЫ

1. Конденсационный способ сушки является перспективным энергосберегающим методом сушки древесины.
2. Продолжительность сушки древесины увеличивается по сравнению с высокотемпературной сушкой в 1,47 раза, но удельный среднегодовой расход теплоты на сушку снижается на 21 %.
3. Конденсационный способ сушки древесины эффективен в тех случаях, когда требуется высокое качество сушки при ограниченных возможностях предприятия в расходовании энергии.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов П.В. Сушка древесины: Учеб. для техн. – М.: Гослесбумиздат, 1955, - 423 с.
2. Архаров А.М., Исаев С.И., Кожинов И.А. и др. Теплотехника: Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.
3. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1983. – 136 с.

УДК 662. 613. 13

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИБРОВАКУУМИРОВАННЫХ ЗОЛОБЕТОНОВ

Н.А. Сторожук, д.т.н., проф., Т.М. Павленко, асс.

Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

Постановка проблемы. В основу наших разработок по вибровакuumной технологии золобетонных изделий с целью расширения области их использования в строительстве, а также при ремонте и восстановлении зданий и отдельных строительных конструкций положены достижения коллоидной химии в области электрокинетических явлений в дисперсных и коллоидных системах [1-3].

По нашему мнению существенное влияние на процесс вакуумной обработки оказывают электролиты, введенные в состав бетонной смеси. Следует предположить, что они будут влиять на продолжительность вакуумирования, качество уплотнения бетонной смеси и свойства самого вакуумзолобетона за счет влияния на толщину двойного электрического слоя.

С учетом этого нами разработаны теоретические предположения, которые сводятся к следующим основным положениям:

– золобетонные смеси обладают очень большой водопотребностью из-за высокой удельной поверхности золы и поэтому при производстве изделий из золобетона, целесообразно уплотнять такие смеси вибровакuumированием, позволяющим эффективно управлять водопотребностью за счет удаления необходимой части воды затворения; это предоставит возможность получить надлежащее уплотнение золобетона, при этом осуществлять немедленную распалубку конструкций;

– из-за очень большой удельной поверхности золы и, соответственно, поверхностной энергии на процесс уплотнения таких золобетонных смесей вибровакуумированием существенное негативное влияние будут оказывать электрокинетические явления. Поэтому предполагается за счет добавки электролита в оптимальном количестве свести к минимуму влияние этих явлений путем сжатия диффузионного слоя и таким образом увеличить количество извлеченной воды затворения, сократить продолжительность вибровакуумирования, значительно повысить качество уплотнения золобетонных смесей и, соответственно, качество золобетона.

Анализ исследований и публикаций. На рис. 1 приведена схема строения частицы (мицеллы) твердой фазы бетонной смеси.

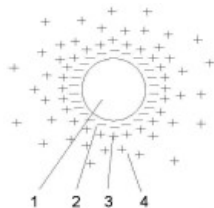


Рис. 1. Структура частицы (мицеллы) твердой фазы бетонной смеси:

1 – твердая фаза; 2 – потенциалопределяющие ионы;
3 – противоионы; 4 – диффузионный слой.

Как известно, двойной электрический слой состоит из ионов одного знака, относительно прочно связанных с частицами твердой фазы (потенциалопределяющие ионы), и эквивалентного количества противоположно заряженных ионов, находящихся в жидкой фазе (дисперсионной среде) вблизи межфазной поверхности (противоионы). Заряд на поверхности твердой фазы в первом приближении рассматривается как поверхностный заряд, равномерно распределенный по всей поверхности. Между противоионами и свободными (не входящими в двойной электрический слой) ионами того же знака, находящимися в жидкости, существует динамическое равновесие. Дисперсионная среда представляется всегда как непрерывная фаза, влияние которой на двойной электрический слой определяется лишь ее диалектической проницаемостью.

Способность коллоидных растворов коагулировать под влиянием электролитов была отмечена еще первыми исследователями коллоидных систем – Сельми, Гремом, И.Г. Борщовым [3, 4]. Они обратили внимание на то важное обстоятельство, что коагуляцию способны вызывать все электролиты. Как показали последующие исследования, в этом отношении не представляют исключения и электролиты, являющиеся стабилизаторами. Существенным является лишь то, чтобы концентрация таких электролитов в системе была достаточно велика для того, чтобы сжать двойной электрический слой и этим понизить электрический барьер, препятствующий слипанию частиц при их сближении [3].

Толщина двойного слоя мала по сравнению с радиусом кривизны поверхности частиц твердой фазы бетонной смеси. Это предоставляет возможность рассматривать для упрощения изложения такой двойной электрический слой как плоский (рис. 2).

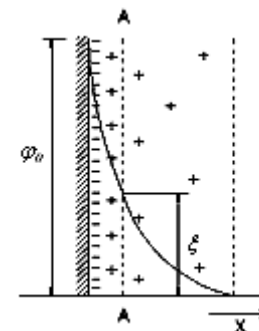


Рис. 2. Структура двойного электрического слоя: AA – линия скольжения; φ_0 – скачок потенциала; ξ – дзета-потенциал.

Кроме того, при рассмотрении двойного электрического слоя принято ряд следующих общих положений, из которых исходили все авторы теории его строения [1, 2].

При введении в бетонную смесь индифферентных электролитов, т.е. электролитов, не имеющих ионов, способных достраивать кристаллическую решетку частицы твердой фазы, следует различать два случая:

– в бетонную смесь вводят электролит, один из ионов которого одинаков с противоионами;

– в бетонную смесь вводят электролит, не имеющий общих ионов с электролитом-стабилизатором.

Первый случай детально рассмотрен при разработке теории Гуи-Чеплина и Штерна [1]. По мере увеличения содержания в системе такого электролита, толщина двойного электрического слоя стремится стать равной толщине адсорбционного слоя за счет сжатия диффузионного слоя. В результате этого ξ -потенциал понижается до нуля, что будет отвечать так называемому изоэлектрическому состоянию системы.

Во втором случае в бетонную смесь вводят электролит, не содержащий общих ионов с так называемым электролитом-стабилизатором, и отличается от первого тем, что здесь имеет место явление обмена противоионов частицы твердой фазы на эквивалентное число одинаковых по знаку ионов введенного электролита. Очевидно, при этом обмен будет определяться только валентностью ионов.

Влияние неиндифферентных электролитов, один из ионов которого способен достраивать кристаллическую решетку частиц твердой фазы, заключается в том, что потенциалопределяющий ион этого электролита может

повышать потенциал φ_0 , а находящийся с ним в паре ион, одноименный с зарядом противоположен, способен сжимать двойной электрический слой. При малых концентрациях неиндифферентного электролита проявляется, в основном, первая тенденция, связанная с поверхностным действием иона, способного достраивать кристаллическую решетку. При больших концентрациях, когда достройка кристаллической решетки завершена, превалирует вторая тенденция. Поэтому при введении в бетонную смесь возрастающего количества неиндифферентного электролита, ξ -потенциал сначала возрастает, а потом падает, проходя через максимум (рис. 3).

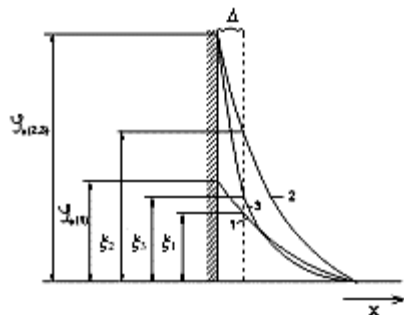


Рис. 3. Влияние неиндифферентного электролита на φ_0 и ξ -потенциалы:
 1 – кривая падения потенциала в двойном электрическом слое до введения электролита; 2 – то же, после введения неиндифферентного электролита
 3 – то же, после введения значительного количества.

Коагуляция обычно наступает не в изоэлектрической точке, а при достижении некоторого критического значения ξ -потенциала [1, 5]. Доказано, что критическое значение этого потенциала мало зависит от вида электролита, с помощью которого он был достигнут. Для многих систем этот потенциал довольно близок к 30 мВ. Ясно, что электрокинетический потенциал, как его часто называют ξ -потенциал, является частью общего скачка потенциала φ_0 .

Опыты показали, что электрокинетический потенциал не только, как правило, меньше общего скачка потенциала, но и изменяется под влиянием различных факторов совсем иначе. Например, общий скачок потенциала не зависит сколько-нибудь существенным образом от индифферентных электролитов (не содержащих ионов, способных достраивать кристаллическую решетку), в то же время такие электролиты сильно влияют на электрокинетический потенциал [1].

Следует отметить, что значение рН дисперсионной среды может существенно влиять на ξ -потенциал частиц твердой фазы бетонной смеси, так как водородные и гидроксильные ионы обладают высокой способностью адсорбироваться: первые – благодаря малому радиусу, что позволяет ему близко подходить к поверхности твердой фазы; вторые – из-за большого дипольного момента [1, 2].

Основной материал. Приведенные теоретические разработки нашли экспериментальное подтверждение.

Для приготовления бетонных смесей применяли следующие материалы:

- шлакопортландцемент М400 (г. Кривой Рог) (ГОСТ 310.1-76);
- зола-унос Приднепровской ГРЭС (ГОСТ 25818-83);
- вода водопроводная (ГОСТ 23732-79).

В качестве электролита использовали широко распространенную в строительстве добавку – хлористый кальций (CaCl_2) (ГОСТ 450-70, ГОСТ 24211-80).

Состав бетонной смеси приведен в табл. 1. С целью оптимизации расхода электролита, его добавляли в бетонную смесь в количестве 0,2...0,8% от расхода цемента (по массе в пересчете на сухое вещество). Во всех исследованиях бетонные смеси готовили одинаковой подвижности, характеризующейся осадкой стандартного конуса – ОК=5...6 см.

Таблица 1
 Состав бетонной смеси (кг/м³)

Материалы и плотность бетонной смеси	Единицы измерения	Расход материалов и плотность бетонной смеси
Цемент	кг	350
Зола-унос	кг	927
Вода	л	296
Плотность	кг/м ³	1573

Формовали вибровакуумированием образцы размером 15x15x7 см (с целью уменьшения влияния масштабного фактора). Предварительное уплотнение бетонной смеси в формах выполняли вибрационным способом в течение 7...10 с. Затем эти образцы подвергали вакуумированию до прекращения удаления избыточной воды затворения. Величина вакуума составляла 0,7 (полный вакуум принят за единицу). Во время вакуумирования выполняли периодическое вибрирование продолжительностью 8...10 с через каждые 1,5...2 мин (осуществляли два приема вибрирования) [5, 7]. Все образцы твердели в нормальных условиях 28 суток.

При вибровакуумировании бетонных смесей без добавки электролита предоставляется возможность удалить около 85 л излишней воды затворения и получить хорошо уплотненные золобетоны из бетонных смесей высокой жесткости (по расходу воды после вакуумирования) (табл. 2). Рациональная продолжительность вакуумирования составила в этом случае 6 мин (по скорости удаления излишней воды затворения).

Таблица 2

Количество извлеченной воды затворения в зависимости от расхода электролита и продолжительности вакуумирования

Расход электролита, %	Количество извлеченной воды (л/м ³) при продолжительности вакуумирования (мин)					
	1	2	3	4	5	6
0	30	55	70	80	83	85
0,2	37	62	76	85	90	91
0,3	45	69	83	92	96	96
0,4	55	73	94	97	100	101
0,5	60	85	102	106	107	107
0,6	56	72	82	99	102	102
0,7	43	64	78	87	90	90
0,8	41	63	78	85	88	90

Добавка электролита в количестве 0,2...0,8% от расхода цемента позволяет значительно увеличить количество удаленной излишней воды затворения, при этом сократить продолжительность вакуумирования (табл. 2). При принятом расходе цемента рациональный расход электролита составил 0,4...0,5%. При такой добавке получено наибольшее количество удаленной излишней воды затворения (107 л/м³ или 37%), а продолжительность вакуумной обработки сокращена с 6 мин до 4...4,5 мин, что очень важно в производственных условиях. Эти закономерности подтверждаются и результатами анализа плотности и прочностных характеристик вакуумированных золобетонов (рис. 4).

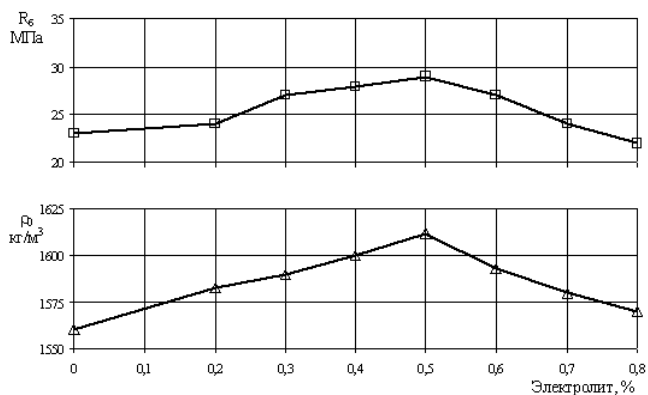


Рис. 4. Плотность и предел прочности при сжатии вакуумзолобетона в зависимости от расхода электролита.

При рациональном расходе электролита плотность вакуумзолобетона увеличилась с 1560 до 1612 кг/м³ или на 3%. Предел прочности при сжатии в этом случае увеличился с 24 до 29 МПа или на 21%. При получении равнопрочных бетонов предоставляется возможность значительно снизить расход цемента.

При добавке электролита в количестве более 0,5% эффективность такого мероприятия несколько снижается. Объясняется это тем, что электролит в таком количестве способствует некоторому воздухововлечению, что подтверждается уменьшением плотности вакуумбетона (рис. 4). Воздухововлечение снижает эффективность вакуумной обработки – пузырьки воздуха препятствуют удалению извлекаемой воды, хотя с увеличением концентрации электролита происходит дальнейшее сжатие двойного электрического слоя на частицах твердой фазы (рис. 5) [8, 9].

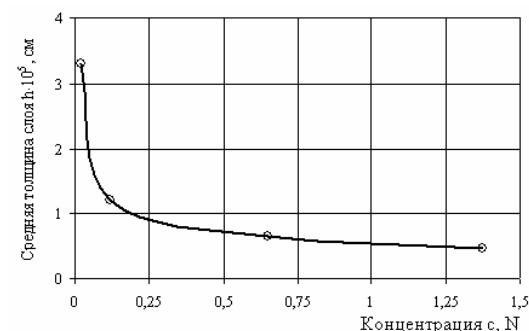


Рис. 5. Зависимость толщины тонких слоев водных растворов электролита КСl, образованных в кварцевых капиллярах на границе с воздухом, от концентрации соли (радиус капилляра – r=0,037 см).

Механизм действия добавки электролитов на качество уплотнения бетонных смесей вибровacuумированием объясняется при помощи теории коагуляции коллоидных систем электролитами.

Выводы. Теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность улучшения качества вакуумбетона за счет сжатия двойного электрического слоя на составляющих твердой фазы при уплотнении ее вибровacuумированием. Для этой цели в состав бетонной смеси предложено вводить электролит в небольшом количестве, например хлористый кальций (0,4...0,5% от расхода цемента). Добавка электролита в оптимальном количестве позволяет сократить продолжительность вакуумирования на 15...20%, значительно повысить прочность вакуумзолобетона в сравнении с вакуумированием бетонных смесей без такой добавки.

При введении в бетонную смесь электролита в количестве большем, чем 0,5% эффективность такого мероприятия снижается за счет некоторого воздухововлечения при повышенных его расходах.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Фрункин А.Н. Двойной слой и механизм электрохимических процессов. – Советская наука, 1941, № 3. – С. 36-56.
2. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. – М.: Химия, 1976. – 512 с.
3. Зонтач Г., Штринге К. Коагуляция и устойчивость дисперсных систем. – Л.: Химия, 1973. – 152 с.
4. Жужиков В.А. Фильтрация. Теория и практика разделения суспензий. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1980 – 400 с.
5. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1995. – 400 с.
6. Сторожук Н.А. Оптимальное управление процессом вибровacuумной обработки бетонной смеси // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. - 1982. - №11. – С. 93 - 97.
7. Сторожук Н.А. Свойства вакуумбетона // Строительные материалы и конструкции. - 1990. - №3. – С. 28 - 29.
8. Кусаков М.М., Макеницкая Л.И. Исследование состояния связанной воды нефтяных коллекторов // В кн.: Исследования в области поверхностных сил. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 17 - 27.
9. Толстой Д.М. Скольжение жидкостей и дисперсных систем по твердым поверхностям // В кн.: Сб. трудов, посвященных памяти акад. Лазарева П.П. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. 159 - 221.

УДК 625. 073

**ДИНАМИКА ПОВЕДЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОЙ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭКЗОГЕННОГО ЦИКЛА ВОДЫ**

В.В. Строчкова, д-р техн. наук, проф., Ю.В. Фоменко, асп., Комарова Н.Д., асп.

*Белгородский государственный технологический университет им.
В.Г. Шухова. Белгород.*

Современный мир – это мир высоких технологий и прогресса. Внедряемые новинки в сфере производства строительных материалов в течение нескольких лет устаревают, но не физически, а морально. Это является показателем уровня науки и техники, стремления к получению продукции с высоким качеством при минимальных затратах, что является определяющим условием существования производства в пространстве рыночной экономики с жёсткой конкуренцией.

В данных условиях со стороны потребителей предъявляются высочайшие требования к качеству продукции. Жёсткие требования к прочностным и декоративным показателям качества предъявляются ко всем изделиям и конструкциям. Архитектурная выразительность является одним из решающих критериев при выборе материалов применяемых для возведения объектов, их отделки и облагораживания прилегающих к ним территорий. К

таким материалам можно отнести цементно-песчаную тротуарную плитку, которая в последние годы за счёт высоких эксплуатационных и экономических показателей значительно увеличила свою долю в общем числе твёрдых дорожных покрытий; облицовочный кирпич, стеновые камни и многие другие. Существует много факторов оказывающих в процессе эксплуатации негативное воздействие на данные материалы и изделия. Рассмотрим на примере цементно-песчаной тротуарной плитки один из них и методы нейтрализации его последствий.

Одной из причин снижения декоративных свойств цементно-песчаной тротуарной плитки - высолообразование, которое представляет собой результат коррозии выщелачивания, образующийся при выносе из цементного камня на поверхность продуктов взаимодействия свободной извести и влаги, поступающей из атмосферы через незамкнутые поры и капилляры. В таких условиях образование высолов на поверхности изделий ведёт к снижению их конкурентоспособности по сравнению с альтернативными твёрдыми дорожными покрытиями.

Анализируя причины образования высолов на тротуарной плитке [1] (рис. 1), можно предположить, что основными причинами образования высолов является высокое содержание растворимых веществ в готовых изделиях и капиллярная пористость, которая способствует миграции водных растворов на поверхность.

В этой связи нашей целью являлось получение наиболее полной информации не только о конечном результате процесса выщелачивания цементно-песчаной тротуарной плитки, но и о ходе и механизме его развития. Таким образом, поставлена задача по изучению экзогенных природных явлений и их воспроизведению в лабораторных условиях, максимально приближенных к условиям эксплуатации.



Рис. 1. Причины образования высолов на цементно-песчаных изделиях

Нам удалось создать наиболее достоверную «модель» процессов поверхностного выветривания цементно-песчанной тротуарной плитки, с целью рассмотрения динамики поведения главных химических элементов в условиях, наиболее близких к естественным природным обстановкам.