

ВЛИЯНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ ЯВЛЕНИЙ НА СВОЙСТВА БЕТОНА

В.В. БРАТОШЕВСКАЯ, В.Н. МИРСОЯНОВ, Р.В. МИРСОЯНОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: violetta-architector@yandex.ru*

Проведены исследования сравнительной степени адсорбции многоатомных спиртов на различных силикатах, входящих в состав вяжущих материалов, выявлено влияние природы и пористости адсорбента. Рассмотрены закономерности движения жидкой фазы под действием капиллярных сил в пористой среде, изучена сравнительная степень насыщения бетона и высоты поднятия агрессивных сред, вступающих в адсорбционное взаимодействие с поверхностью капилляров цементного камня. Установлен характер влияния гидравлических минеральных добавок на адсорбционную способность многоатомных спиртов.

Ключевые слова: многоатомные спирты, структура бетона, адсорбция, коррозионная активность, гидравлические добавки.

Натурные обследования производств синтетических спиртов и результаты поисковых экспериментов показали, что при положительных температурах водные растворы многоатомных спиртов проявляют агрессивность по отношению к цементным бетонам. В то же время при отрицательных температурах был обнаружен эффект сверхбыстрого разрушения бетона.

Анализ важнейших характеристик исследуемых веществ позволил предположить, что основными предпосылками к объяснению механизма коррозии бетона в водных растворах многоатомных спиртов могут служить особенности их пространственного строения и химические свойства, которые способствуют повышению растворимости гидроксида кальция в их присутствии и являются причинами необычного характера адсорбции на цементном камне, ведущей к гидрофилизации его внутренней поверхности. В результате адсорбции создаются условия для более полного насыщения агрессивным раствором порового пространства бетона и, следовательно, более интенсивного его разрушения.

На адсорбцию растворов сильно влияет природа и пористость адсорбента. Неполярные адсорбенты, как правило, лучше адсорбируют неполярные

адсорбтивы, а полярные адсорбенты – полярные адсорбтивы. Цементный камень может быть отнесен к адсорбентам со специфической поверхностью, несущей сосредоточенные положительные заряды, расположенные около рассредоточенных отрицательных зарядов решетки, т.е. принадлежит к типу ионных. Поэтому при адсорбции полярных молекул, в частности, спиртов, обладающих постоянным дипольным моментом, проявляются специфические взаимодействия, связанные с особенностями структуры молекулярных орбит – с локальным сосредоточением отрицательного и положительного зарядов на периферии отдельных связей или звеньев партнеров.

Исследования, проведенные на цементных образцах с различными добавками, показали, что с введением в состав вяжущего гидравлических добавок (опока, шлак), несущих на своей поверхности отрицательный заряд, происходит изменение заряда поверхности. В этом случае при выборе наиболее вероятной ориентации адсорбированных молекул спирта необходимо учитывать, что атомы углеродных радикалов будут размещаться возможно ближе к уже отрицательно заряженной поверхности цементного камня, тогда как ионогенные функциональные группы будут втягиваться вглубь водных слоев и образовывать с молекулами воды Н-связи, но вследствие того, что углеводородный радикал имеет слабую энергетическую активность, молекулы спирта либо не адсорбируются, либо адсорбируются крайне слабо.

Для подтверждения выдвинутых положений были проведены лабораторные исследования сравнительной степени адсорбции многоатомных спиртов на различных силикатах. В качестве адсорбентов были выбраны гидратированный портландцемент, пуццолановый портландцемент, шлакопортландцемент, опока, шлак и кварцевый песок. Все адсорбенты имели одинаковую степень измельчения, но разную удельную поверхность (таблица 1).

Таблица 1 - Удельная поверхность адсорбентов

Адсорбент	Удельная поверхность, см ² /г
Портландцемент	3350
Пуццолановый портландцемент	2360
Шлакопортландцемент	2830
Шлак доменный	1520
Опока баканская	1967
Песок кварцевый	685

Изучение адсорбции из растворов проводилось статическим способом. На границе раздела «раствор – твердая фаза» адсорбенты с большой удельной поверхностью проявляют достаточно высокую адсорбцию, и изменение концентрации адсорбируемого вещества в объеме достаточно, чтобы определить это даже обычными аналитическими методами. В данных опытах исследование адсорбции из бинарного раствора сводилось к выявлению концентрации исходного раствора, необходимого для установления адсорбционного равновесия и определению концентрации вещества, оставшегося не адсорбированным [1].

Результаты экспериментов показали, что наибольшая адсорбция наблюдалась на портландцементе без добавок, имеющем положительный потенциал, обусловленный максимальным содержанием ионов кальция, а концентрация 3-х, 2-х и 1%-ного растворов глицерина соответственно снизилась (рисунок 1).

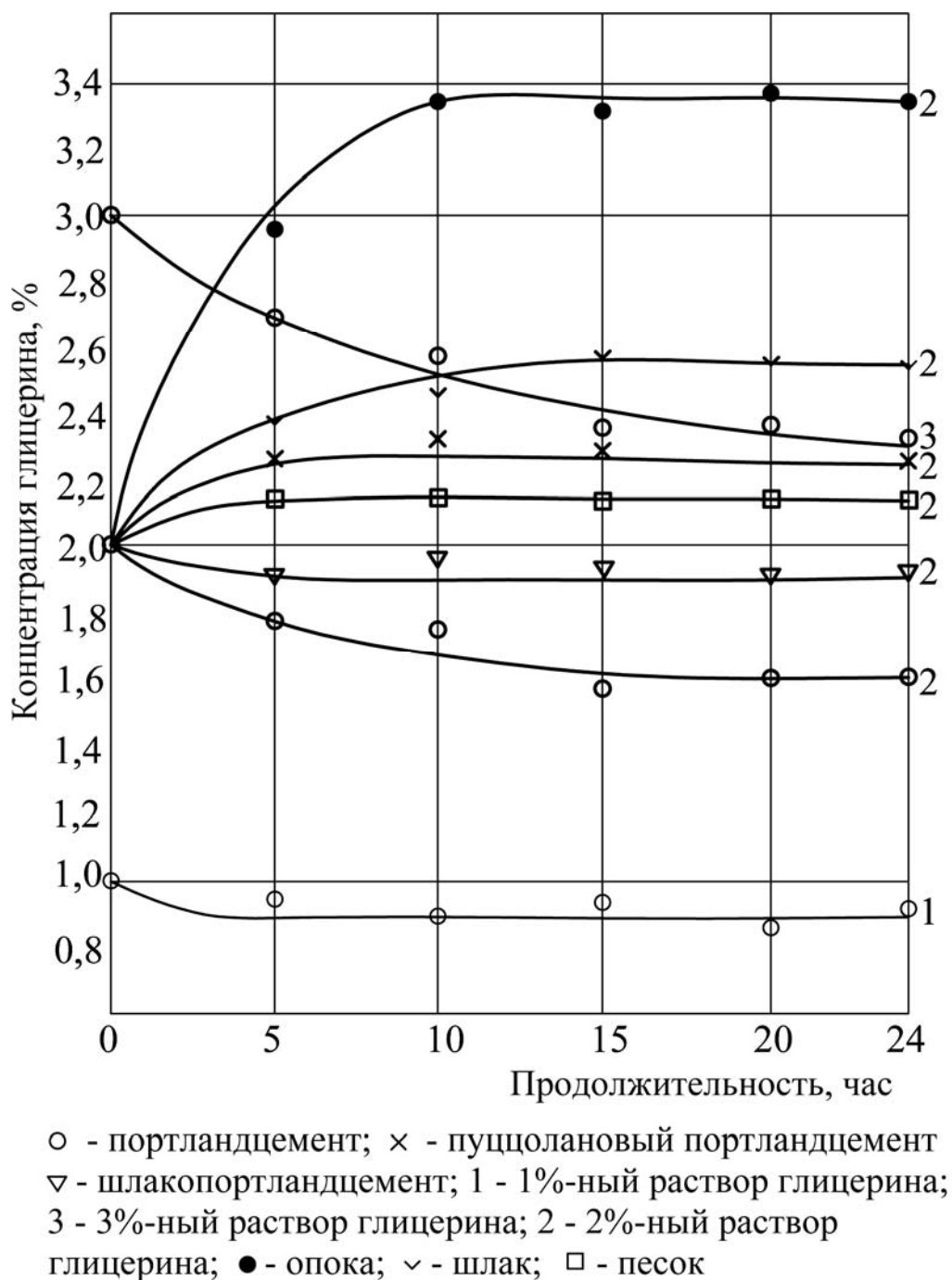


Рисунок 1 – Изменение концентрации глицерина на силикатах.

Для определения сравнительной степени насыщения бетона и скорости капиллярного поднятия растворов были изготовлены образцы с размерами 5x25x285 мм из портландцемента без добавок и с добавлением 15% опоки. Зависимость скорости капиллярного поднятия жидкости и полноты насыщения исследовано на составах с различным водоцементным отношением (0,5, 0,39 и 0,28). Поверхность образцов, твердевших в нормально-влажностных условиях в течение 28 суток и высушенных до постоянной массы, покрывалась, за <http://ntk.kubstu.ru/file/1185>

исключением торцов, водонепроницаемой эпоксидной пленкой. Образцы погружались вертикально (в подвешенном состоянии) на глубину 10 мм в исследуемый раствор. Через определенные промежутки времени фиксировалась высота поднятия жидкости, для чего образцы раскалывались вдоль специальным приспособлением. Одновременно контролировалось изменение массы путем гидростатического взвешивания.

В качестве исследуемых органических жидкостей были выбраны спирты: одноатомные (этанол), высокомолекулярные (гептиловый и бутиловый) и многоатомные (этиленгликоль и глицерин), и их водные растворы разных концентраций.

Известно, что степень насыщения бетона органическими жидкостями, не смешивающимися с водой и не способными вступать в химическое взаимодействие с составляющими цементного камня, а к таковым относятся высокомолекулярные спирты, зависит от поверхностного натяжения, вязкости и размеров молекул [2].

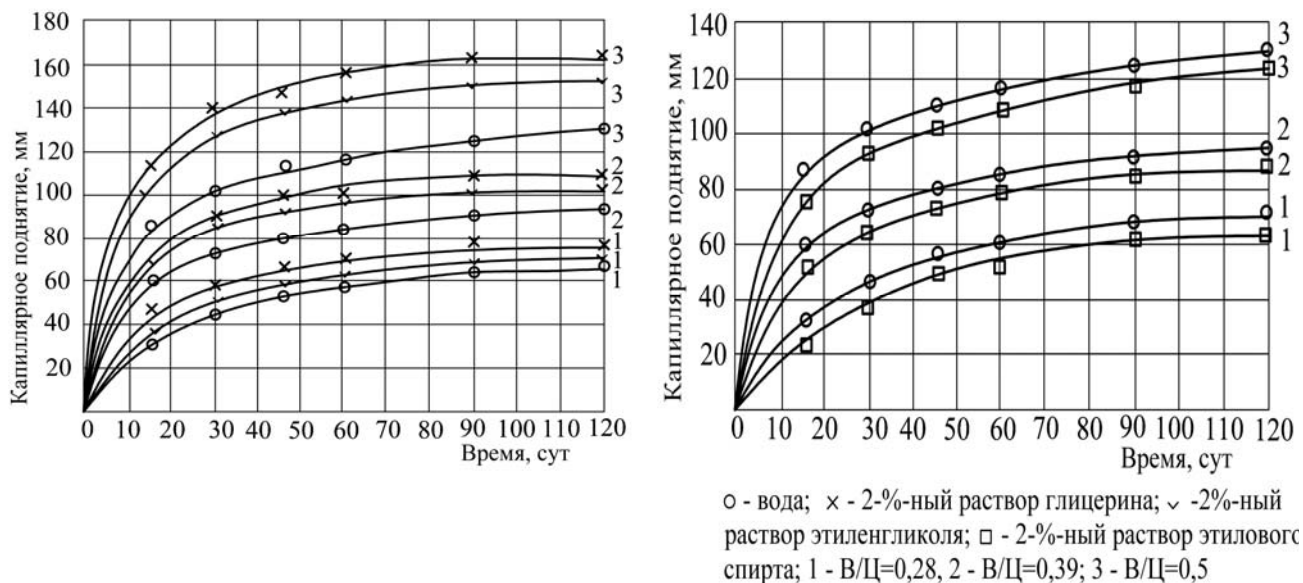


Рисунок 2-Влияние пористости цементного бетона на капиллярное поднятие воды и 2%-ных растворов глицерина и этиленгликоля (а); воды и 2%-ного раствора этилового спирта (б).

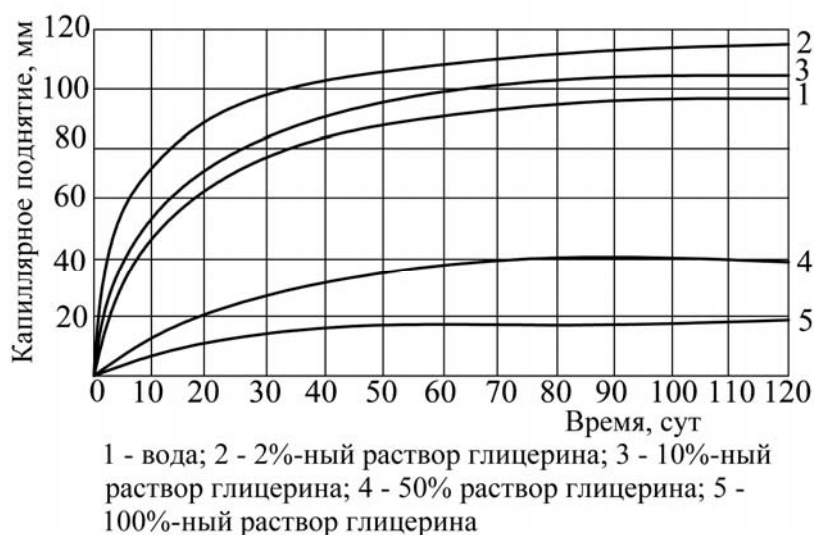


Рисунок 3 – Зависимость капиллярного поднятия раствора глицерина от его концентрации

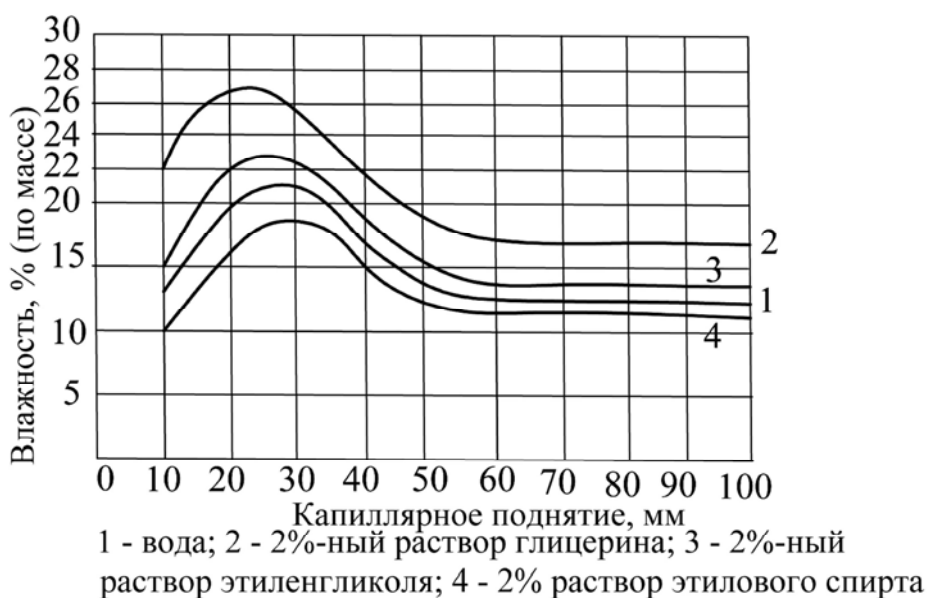


Рисунок 4-Сравнительная степень насыщения цементного бетона в воде и растворах спиртов

Результаты исследования капиллярного поднятия и количественная оценка приводятся на рисунках 2-4, и з которых следуют выводы:

Характер насыщения образцов водой и агрессивными веществами зависит от их общей пористости. Так, у образцов с В/Ц 05 исследуемые показатели оказались выше, чем с В/Ц 0,39 и 0,28.

Для низко- и высокомолекулярных одноатомных спиртов при прочих равных условиях наибольшая высота капиллярного поднятия наблюдалась у

этилового спирта; с увеличением молекулярной массы капиллярный подсос уменьшается.

Наибольшей равновесной высотой капиллярного поднятия характеризуются 2%-ные водные растворы глицерина и этиленгликоля; с повышением концентрации, а, следовательно, с увеличением вязкости, плотности и уменьшением поверхностного натяжения жидкости высота капиллярного поднятия уменьшается. Характерно, что эта характеристика у 2%-ного раствора глицерина, независимо от плотности бетона, через 30 суток оказалась на 6-7% выше, чем у этиленгликоля и на 17-19% выше, чем у воды.

Проведенные экспериментальные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлено, что многоатомные спирты способны активно адсорбироваться на цементном камне, образуя устойчивые монослои.

2. С увеличением содержания минеральных добавок (опока, шлак) адсорбция многоатомных спиртов на цементном камне уменьшается. Наибольшая адсорбция наблюдается на портландцементе, в меньшей мере на шлакопортландцементе, пуццолановом портландцементе и совсем отсутствует на кварцевом песке.

3. Адсорбционное взаимодействие цементного камня и спиртов реализуется через гидроксильную группу. Наличие нескольких гидроксильных групп у многоатомных спиртов приводит к тому, что для сохранения энергетического равновесия часть из них занимает место на поверхности адсорбционного слоя, что приводит к гидрофиллизации поверхности цементного камня и, как следствие, к более полному насыщению водой порового пространства бетона.

4. С увеличением адсорбционной активности многоатомных спиртов в большей степени проявляется и их коррозионная активность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Братошевская В.В., Мирсоянов В.Н., Мирсоянов Р.В. Уменьшение адсорбционной активности агрессивных сред при введении минеральных

добавок в цемент: Сборник статей «Эффективные строительные конструкции: теория и практика», ноябрь.- Пенза, 2013.-115с.

2. Братошевская В.В., Мирсоянов В.Н., Мирсоянов Р.В. Влияние адсорбционно-активных растворов на свойства капиллярно-пористых структур: Потенциал современной науки, 28 сентября 2015 - Липецк, 2015. - 116с.

REFERENCES

1. Bratoshevskaya V.V., Mirsoyanov V.N., Mirsoyanov R.V. Umenshenie adsorbtsionnoy aktivnosti agressivnykh sred pri vvedenii mineralnykh dobavok v tsement: Sbornik statey «Effektivnye stroitelnye konstruktсии: teoriya i praktika», noyabr.- Penza, 2013.-115s.

2. Bratoshevskaya V.V., Mirsoyanov V.N., Mirsoyanov R.V. Vliyanie adsorbtsionno-aktivnykh rastvorov na svoystva kapillyarno-poristykh struktur: Potentsial sovremennoy nauki, 28 sentyabrya 2015 - Lipetsk, 2015. - 116s.

THE INFLUENCE OF ADSORPTION PHENOMENA ON THE PROPERTIES OF CONCRETE

V.V. BRATOSHEVSKAYA, V.N. MIRSOYANOV, R.V. MIRSOYANOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: violetta-architector@yandex.ru*

The conducted study the comparative degree of adsorption of the polyhydric alcohols at various silicates included in the composition of cementitious materials, the influence of nature and porosity of the adsorbent. The patterns of the movement of the liquid phase under the action of capillary forces in a porous medium, studied the comparative degree of saturation of concrete and the height of the lifting of aggressive fluids, entering adsorption interaction with the surface capillaries of the cement stone. The nature of the hydraulic influence of mineral additives on the adsorption capacity of polyatomic alcohols.

Key words: polyhydric alcohols, concrete structure, adsorption, corrosive, hydraulic additives.