

УДК 699.8;624.191.3

**Н.В. Дмитриева**, к.т.н., доцент,**И.А Муравьева**, старший преподаватель,

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса.

**И.П. Агафонова**, аспирант,

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

Бендерский политехнический филиал, Молдова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЭКРАНОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА- РАКУШЕЧНИКА

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы влияния технологических параметров штукатурной и мастичной гидроизоляции на капиллярное всасывание обрабатываемой конструкции. Выявлена и обоснована необходимость определения всасывающей характеристики для известняка-ракушечника. Описаны характерные особенности проведенных экспериментов. На основании лабораторных исследований определен показатель интенсивности капиллярного всасывания смоделированной системы "гидроизоляционный экран известняк-ракушечник" в песчаном грунте в зависимости от глубины погружения образцов, гидроизоляционного состава и его толщины.*

***Ключевые слова:** известняк ракушечник, тип гидроизоляции, горизонтальный экран, капиллярное всасывание, грунтовые условия.*

Применение природного камня в возведении зданий малой и средней этажности в современных условиях обусловлено в первую очередь экологическим аспектом и энергоэффективностью.

В Украине и Молдове с учётом экономической эффективности и политикой ресурсосбережения таким природным каменным материалом является известняк ракушечник (котелец). Экономический эффект при строительстве зданий из известняка-ракушечника составляет до 20% уменьшения финансовых затрат, чем при использовании пеноблока и вдвое дешевле кирпичной кладки, так как добыча этого материала осуществляется в этих регионах. Этот немаловажный фактор способствует широкому применению этого материала при возведении зданий.

Одним из факторов влияющим на долговечность конструкции является воздействие влаги. Особенно это актуально для материалов с пористо-капиллярной структурой, например, таких как известняк-ракушечник.

Однако, практика эксплуатации таких зданий показывает, что негативное влияние оказывает грунтовая влага, которая попадает в стену путем капиллярного всасывания из грунта в случае повреждения или отсутствия горизонтальной гидроизоляции или при неправильном устройстве отводки. Нарушения или отказа работы гидроизоляционных экранов — одна из основных причин преждевременного износа конструкций, увеличения расходов на ремонтно-восстановительные работы и ухудшения эксплуатационных свойств здания в целом.

Поэтому исследования, посвященные поиску оптимальных решений гидроизоляционных экранов для борьбы с капиллярным подсосом зданий из известняка ракушечника актуальны.

Вопросами изучения физико-механических свойств камня известняка ракушечника занимались такие авторы как Комышев А. В., Еременок П. Л., Измайлов Ю. В., Фигаров А. Г., Оруджев Ф. М., Турсунов Н. Т. Шербина С.Н.[1-3] и др.

Вопросам защиты конструкций подземной части зданий и устройства гидроизоляции посвящены труды С.Н. Алексеева, В.О. Афанасьева, В.И. Бабушкина, В.В. Бойко, Ю.М. Баженова, Д.Ф. Гончаренко, Шилина А.А., Лукинского О.А., Хоменко В.П., Леоновича С.Н., Карапузова Е.К., Соха В.Г., Меньлюк А.И., Дмитриева Н.В. и др.

Разнообразные гидрологические и влажностные условия эксплуатации, конструктивные особенности зданий (сооружений) требуют практически к каждому конкретному объекту индивидуального проектного решения и выбора соответствующих материалов и технологий.

На сегодняшний день технологии устройства горизонтальных гидроизоляционных экранов для защиты конструкций из известняка-ракушечника условно можно разделить на следующие группы: жесткая; окрасочная; штукатурная; оклеечная; инъекционная; гидроизоляция проникающего действия [1, 4].

Каждая из перечисленных видов гидроизоляции имеет свои преимущества и недостатки.

В сейсмических районах гидроизоляцию выполняют из обычного цементного раствора состава 1:2 согласно ДБН 1.1-12:2014 "Будівництво у сейсмічних районах України" и СНиП ПМР 23-02-2009 "Строительство в сейсмических районах" или из раствора с уплотняющими добавками — для исключения возможной подвижки фундаментов в плоскости обреза. Не рекомендуется применение рулонной гидроизоляции или пленок.

При этом все равно возникают проблемы связанные с разрушениями целостности гидроизоляционной защиты и зачастую они связаны с рядом причин: низкое качество материала для гидроизоляции; неграмотная выполнен горизонтальный гидроизоляционный экран; нарушение температурного режима при выполнении экранов; появление трещин из-за перепадов температур на фоне некачественного экрана; нарушение технологий при возведении конструкций фундамента.

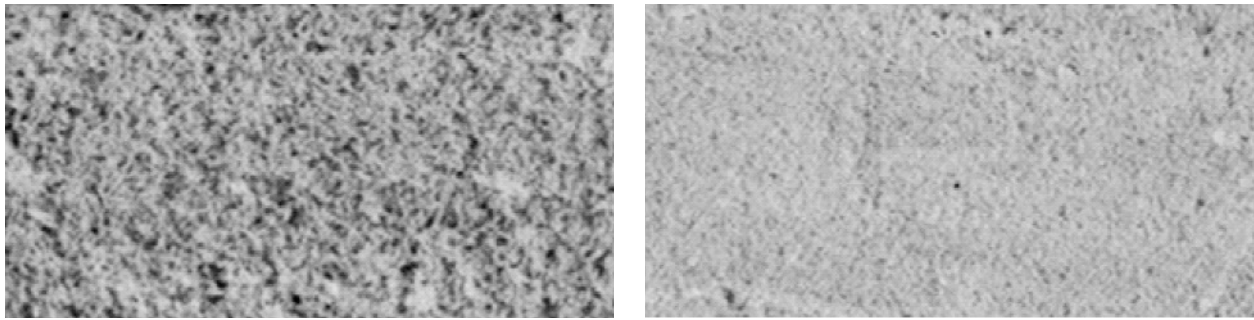


Рис.1. Структура образцов: а) Ильинского месторождения ; б) Григориопольского карьера

Главный акцент в данной работе, сделан на исследовании эффективности горизонтальных гидроизоляционных экранов при использовании сухих полимерных штукатурных составов в зависимости от интенсивности капиллярного подсоса.

Эксперимент проводился с использованием образцов известняка-ракушечника Ильинского месторождения (Одесская область, Украина) и Григориопольского карьера (Молдова). В планировании эксперимента были приняты ряд условных обозначений: название месторождения известняка-ракушечника: Одесское – А; Григориопольское – Б; тип горизонтального гидроизоляционного экран: Х1 – сухая смесь "Гидрозит BS" с добавлением 25% песка, Х2, – цементно-песчаный раствор (1:2) с добавлением гидрофобной добавки "Sika 1" в количестве 5%. Показатель толщины слоя цементно-песчаного раствора варьировался 5мм, 7мм, 9мм. Показатель толщины слоя сухая смесь "Гидрозит BS" варьировался 2мм, 3мм, 4мм. Для сравнения были изготовлены контрольные образцы (КО) из цементно-песчаного раствора (1:2). Образцы Б отличаются прочностными характеристиками (М35) и макроструктурой от образцов А – марка по прочности М15. Структура материалов приведена на рис. 1.

Гидроизоляционную смесь из сухих порошков готовили путем постепенного их добавления в воду, постоянно перемешивая, до образования вязкой массы, которую наносили шпателем на поверхность бетонного кубика. Время перемешивания и время технологических перерывов между нанесением последующих слоев соблюдалось, согласно инструкциям производителей [5,6].

Для определения эффективности гидроизоляционных экранов капиллярному воздействию проводились испытания, гидрофобизованных образцов, изготовленных в виде кубиков размерами 10x10x10см, на интенсивность капиллярного всасывания по следующей методике. Образцы, выдержанные в течении 30 суток после приготовления, погружались в емкость с водой на дне, которой располагалась металлическая решетка с размерами ячеек 10 x10 мм так, чтобы их нижняя грань соприкасалась с поверхностью воды. Глубина погружения образцов варьировалась 5мм, 10мм и 15мм. Определение количества воды поглощённого образцом фиксировалось взвешиванием через различные промежутки времени (1мин, 3мин, 5мин, 10 мин, 15 мин, 30 мин, 1 ч; 3ч; 6ч; 24 ч) как показано на рис.2.

На основании результатов испытаний построены графики (рис.3) зависимости интенсивности капиллярного всасывания от глубины погружения и растворов для устройства гидроизоляционных экранов. Как видно из графика при введении 5% гидрофобной добавки "Sika 1" в цементно-песчаный раствор (Х2) капиллярное всасывание воды в течение 24 часов уменьшается в 10-17 раз, а исследование раствора на основе Гидрозита показывает уменьшение в 3-7 раз. Глубина погружения образцов Х1 и Х2 никак не отразилась на показателях интенсивности капиллярного всасывания в отличие от гидроизоляционного экрана из цементно-песчаного раствора 1:2.

Интенсивность капиллярного всасывания контрольных образцов (КО) при глубине погружения 15мм по сравнению с показателями при глубине 5мм увеличивается приблизительно в 2 раза.



Рис. 2. Испытание образцов на капиллярное всасывание

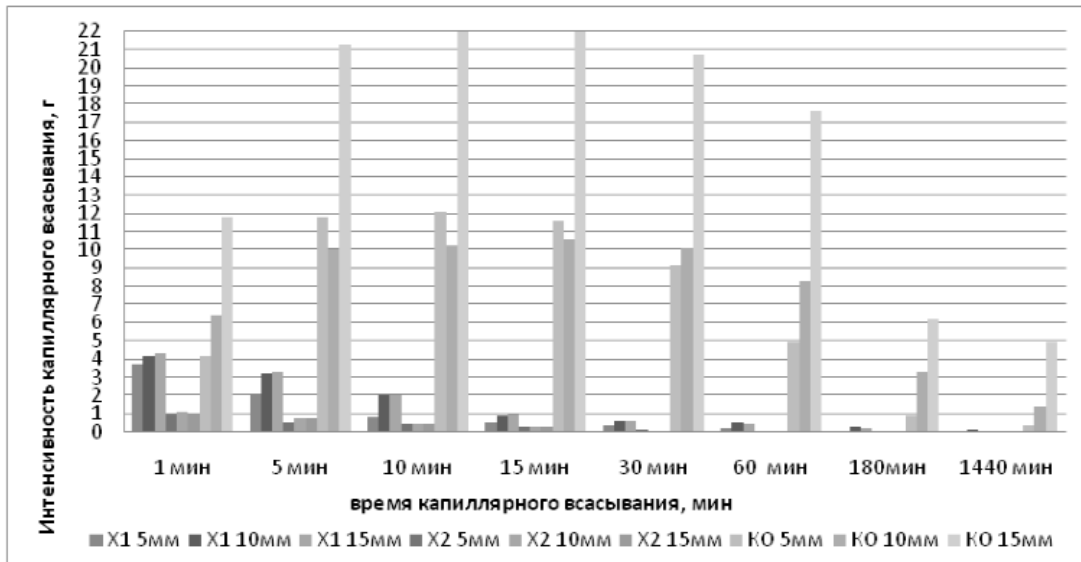


Рис.3. График интенсивность капиллярного всасывания в зависимости от глубины погружения и гидроизоляционного экрана

Следующий этап эксперимента заключался в моделирование устройства горизонтальной гидроизоляции при каменной кладке из известняка ракушечника с цоколем (высотой 50мм) и без него в песчаных грунтах (рис.4).

Моделью фундамента послужили бетонные кубики размерами 100x100x100мм, изготовленные из бетона класса В20, боковые поверхности, которых были обработаны битумной мастикой BAUGUT в 2 слоя.

Исследовались явление капиллярного всасывания на камне известняке-ракушечнике двух месторождений. Образцы камня, размерами 100x100x100мм были уложены на гидроизоляционный материал. Материал наносился согласно плана эксперимента, в один, два и три слоя на сухую и влажную поверхность образца. Чтобы предотвратить пропуски при нанесении, направление нанесения каждого последующего слоя осуществлялось в

направлении, перпендикулярном направлению предыдущего слоя. Каждый последующий слой наносился только после высыхания предыдущего. По истечении 14 суток модели были погружены в контейнер с песком на глубину 50мм и 100мм, тем самым моделирую грунтовые условия.

Грунт периодически увлажнялся, и на протяжении нескольких суток через определенное количество времени наблюдали за поднятием уровня воды, результаты которого отображены на диаграммах рис. 5-8.

Как видно из диаграммы за 1 час подъем воды на 0,5см показали образцы горизонтальный гидроизоляционный экран, которых выполнен из цементно-песчаного раствора толщиной слоя — 2см, также этому образцу соответствует максимальное значение высоты подъема воды (1,8см) по истечении 45 суток. Минимальная высота подъема воды (0,3см) характерна для образцов с гидроизоляционным экраном X2



Рис. 4. а) модель горизонтального экрана в мелкозернистом песке



Рис.4.б) модель горизонтального экрана в крупнозернистом песке

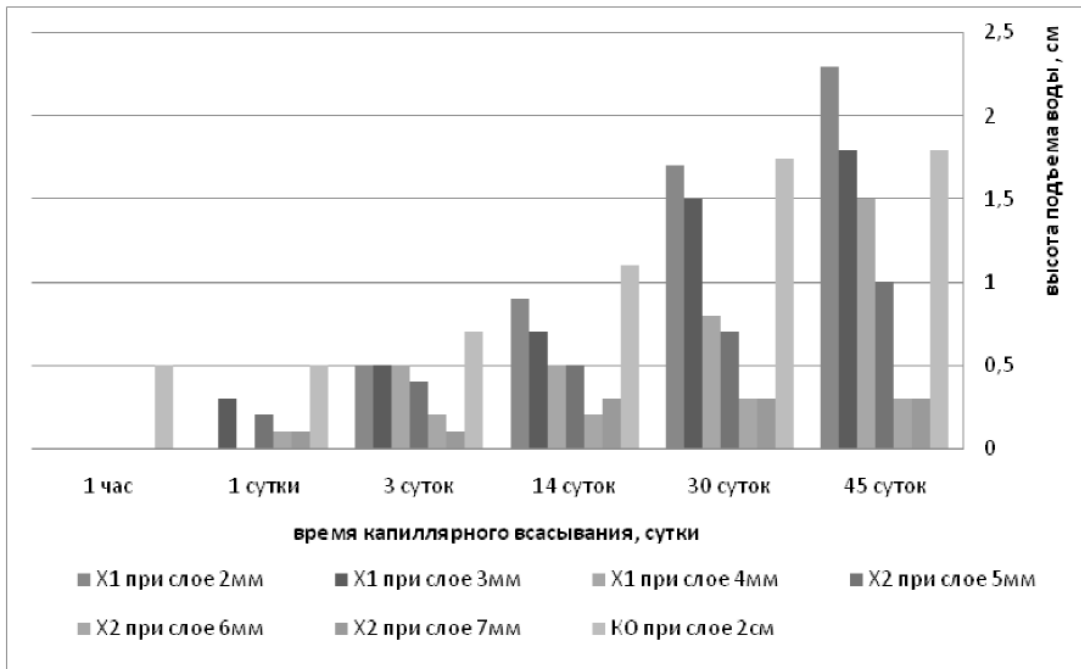


Рис.5 График зависимости высоты подъема воды моделей А в песчаных условиях от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при глубине погружения 100мм

(из цементно-песчаного раствора с 5-ти % гидрофобной добавкой "Sika 1") и толщиной слоя 0,6см и 0,7см. У этих образцов с 14-х суток наблюдается стабильность высоты подъема воды, которая равна 0,3см. Все остальные гидроизоляционные экраны не показали эффективной защиты от капиллярной влаги. Высота подъема воды на третьи сутки превысила толщину экранов.

Существенное влияние на динамику капиллярного всасывания оказывает пористость материала и направленность слоев камня относительно поверхности раствора и состава последнего [2].

Характер подъема воды в течение первого часа моделей Б идентичен моделям А. Отличием является высота подъема воды, которая на 3-5мм меньше. Образцы с гидроизоляционным экраном Х2 толщиной 0,7см в течение суток показали высоту подъема воды 0,1см, которая оставалась не измена в течение всего исследуемого периода.

Стоит отметить, что все образцы Х2 и КО в течение исследуемого времени (45 суток) показали подъем воды только в толще гидроизоляционного экрана. Гидроизоляционный экран Х1 как на моделях А, так и на моделях Б, показал наихудшие резу-

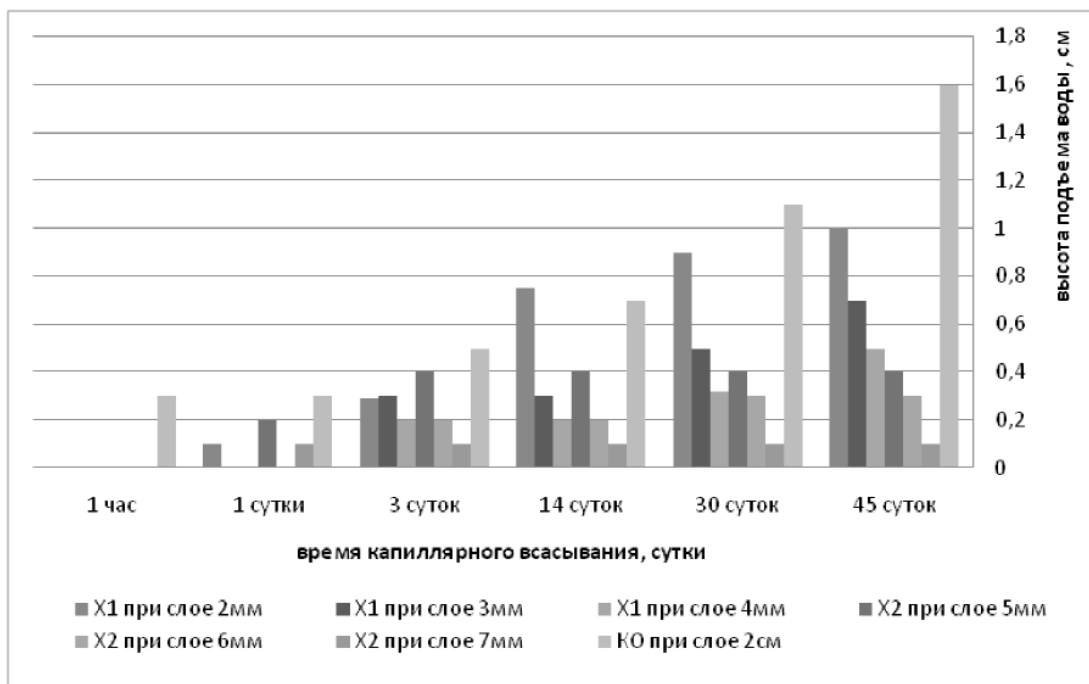


Рис.6 График зависимости высоты подъема воды моделей Б в песчаных условиях от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при глубине погружения 100мм

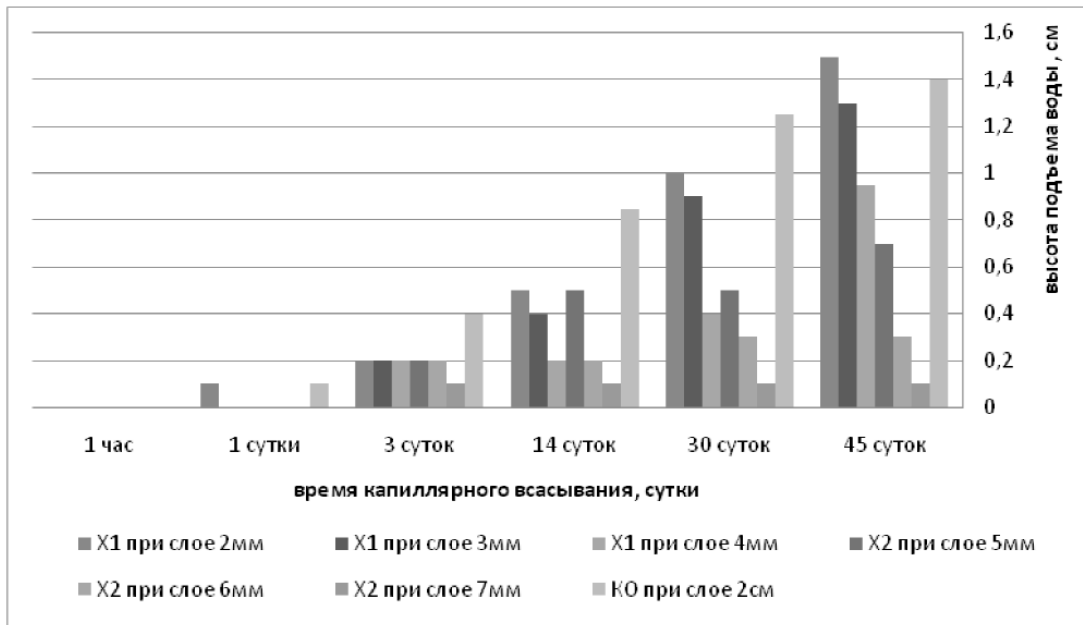


Рис.7 График зависимости высоты подъема воды моделей А от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при погружении в песчаный грунт на 50мм

льтаты. Вода прошла толщю гидроизоляционных экранов: при толщине 2 мм на третьи сутки; при толщине 3мм – 30 суток; 4мм – на 45 суток.

Это можно объяснить, что при равных условиях менее интенсивное капиллярное всасывание характерно моделям Б, так как пористость моделей А составляет 53%, а моделей Б – 29%.

Как видно из графиков (рис.7-8), отказ работы гидроизоляционного экрана Х1 толщиной 2мм и 3 мм происходит на 14 сутки.

Вне зависимости от вида модели достаточно высоким сопротивлением капиллярному всасыванию обладает гидроизоляционный экран Х2 толщиной 7мм, так как у моделей А и Б наблюдаются минимальные или нулевые показатели высоты подъема воды при глубине погружения образцов на 50мм. За исследуемое время кривая депрессии капиллярного потока из песчаного грунта в тело образцов (Х2, КО и

Х1 толщиной 4мм) не достигла критической границы гидроизоляционного экрана.

Моделирование возведения ограждающих конструкций здания из известняка ракушечника на бетоном цоколе (глубина погружения образцов на 50мм) показало уменьшение интенсивности подъема воды в среднем на 40% по сравнению с условиями погружения образцов на глубину 100мм.

Результаты варьирования количества слоев гидроизоляционных экранов следующие. Достаточная эффективность гидроизоляционного экрана Х1 на протяжении 45 суток достигается на модели А при нанесении 3-х слоев толщиной 4 мм, на модели Б при нанесении 3-х слоев толщиной 3мм и 4 мм, при погружении как на 50мм так и на 100мм.

Увеличение количества слоев гидроизоляционного экрана Х2 до двух слоев толщиной 5мм и 6мм обеспечивает барьер капиллярному потоку на протя-

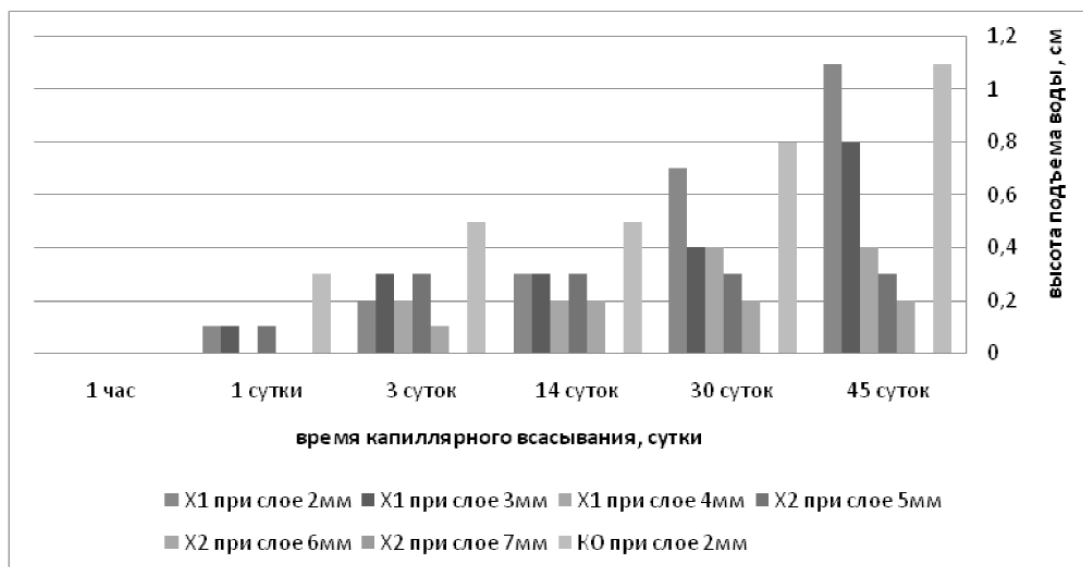


Рис.8 График зависимости высоты подъема воды моделей Б от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при погружении в песчаный грунт на 50мм.

жени 45сутков. При этом, как ранее было отмечено, что этот же гидроизоляционный экран толщиной 0,7см в один слой также обеспечивает защиту.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что на интенсивность капиллярного всасывания песчаных грунтовых условиях оказывает влияние структура известняка-ракушечника, высота погружения образцов в грунт и типы гидроизоляционных экранов.

Понижению интенсивности капиллярного всасывания способствует устройство горизонтальных гидроизоляционных экранов.

Наиболее эффективным гидроизоляционным экраном, приемлемым для песчаных условий, как для глубины размещения образцов на 100мм так и на 50мм, является цементно-песчаный раствор с 5-ти % гидрофобной добавкой "Sika 1" (от массы цемента), устраиваемый толщиной 7мм.

#### Литература

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений / Зарубина Л.П.- Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011-54с.
2. Поляков С.В. Каменная кладка из тильных известняков / Поляков С.В., Измайлов Ю.В., Коноводченко В.И., Оруджев Ф.М., Поляков Н.Д./Кишинев, 1973.
3. Щербина С.Н. Влияние капиллярного всасывания влаги и её испарения на влагосодержание стен зданий / Щербина С.Н., Броник О.Н., Стерник Т.Н., Данченко Г.А.// Вісник ОДАБА №32, Одеса 2008.
4. Дмитрієва Н.В. Анализ инновационных методов восстановления гидроизоляции конструкций из известняка-ракушечника / Дмитрієва Н.В., Гострик А.О. // Вісник ОДАБА №62 Одеса, 2015. — С.111-116.
5. Добавки в бетон Sika Украина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ukr.sika.com/ru/solutions\\_products/02/02a024/02a024sa004.html](https://ukr.sika.com/ru/solutions_products/02/02a024/02a024sa004.html)
6. Штукатурная гидроизоляционная смесь Гидрозит [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gidrozit.com.ua/sukhie-smesi/product/view/1/21.html>

#### References

1. . Zarubina L.P. Gidroizolyatsiya konstruksiy, zdaniy i sooruzheniy / Zarubina L.P.- Sankt-Peterburg : BKhV-Peterburg. 2011-54s.
2. Polyakov S.V. Kamennaya kladka iz pilnykh izvestnyakov / Polyakov S.V., Izmaylov Yu.V., Konovodchenko V.I., Orudzhev F.M., Polyakov N.D./Kishinev. 1973.
3. Shcherbina S.N. Vliyaniye kapillyarnogo vsasyvaniya vlagi i eye ispareniya na vlagosoderzhaniye sten zdaniy / Shcherbina S.N., Bronik O.N., Sternik T.N., Danchenko G.A.// Visnik ODABA №32. Odesa 2008.
4. Dmitrieva N.V. Analiz innovatsionnykh metodov vosstanovleniya gidroizolyatsii konstruksiy iz izvestnyaka-rakushechnika / Dmitrieva N.V., Gostrik A.O. // Visnik ODABA №62 Odesa. 2015. — S.111-116.
5. Dobavki v beton Sika Ukraina [Elektronnyiy resurs]. — Rezhim dostupa: [https://ukr.sika.com/ru/solutions\\_products/02/02a024/02a024sa004.html](https://ukr.sika.com/ru/solutions_products/02/02a024/02a024sa004.html)
6. Shtukaturnaya gidroizolyatsionnaya smes Gidrozit [Elektronnyiy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://gidrozit.com.ua/sukhie-smesi/product/view/1/21.html>

Н.В. Дмитрієва, І.О. Муравьова, І.П. Агафонова

### ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ЕКРАНІВ КОНСТРУКЦІЙ З ВАПНЯКУ-ЧЕРЕПАШНИКУ

**Анотація.** У даній статті розглянуті проблеми впливу технологічних параметрів штукатурної і мастичної гідроізоляції на капілярне всмоктування обробленої конструкції. Виявлено та обґрунтовано необхідність визначення усмоктувальної характеристики для вапняку-черепашику. Описано характерні особливості проведених експериментів. На підставі лабораторних досліджень визначено показник інтенсивності капілярного всмоктування змодельованої системи "гідроізоляційний екран вапняк-черепашик" в піщаному ґрунті в залежності від глибини занурення зразків, гідроізоляційного складу і його товщини.

**Ключеві слова:** вапняк черепашик, тип гідроізоляції, горизонтальний екран, капілярне всмоктування, ґрунтові умови

N. V. Dmitrieva, I. A. Muraviova, I. P. Agafonova

### PERSPECTIVES OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF HYDROIZOLYATIC SCREENS OF CONSTRUCTIONS FROM SHELL-LIMESTONE

**Abstract.** In this article problems of influence of technological parameters of plaster and mastic waterproofing on capillary absorption of the processed structure are considered. The necessity of the determination of the suction characteristic for the shell-limestone was determined and substantiated. The characteristic features of the experiments carried out are described. On the basis of laboratory research, an indicator of the intensity of capillary absorption of the simulated system "waterproof screen limestone-shell" in the sandy soil, depending on the depth of immersion of the samples, the waterproofing composition and its thickness, was determined.

**Key words:** shell rock limestone, type of waterproofing, horizontal screen, capillary suction, ground conditions