

УДК 691.

Л.И. Насрыева – аспирант

В.С. Изотов – доктор технических наук, профессор

E-mail: leisano4ka@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Т.З. Лыгина – доктор геолого-минералогических наук

А.А. Шинкарев – младший научный сотрудник

Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых

ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ БЕТОНА ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫМИ ПРОПИТОЧНЫМИ СИСТЕМАМИ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена проблема водонепроницаемости бетона. Проведен сравнительный анализ гидроизоляционных составов проникающего действия. Проведен рентгенографический анализ гидроизоляционных смесей, определен химический состав. Определены кинетики усадок цементно-песчаного раствора и гидроизолирующего слоя.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водонепроницаемость бетона после обработки гидроизоляционными пропиточными системами.

L.I. Nasriyeva – post-graduate student

V.S. Izotov – doctor of technical sciences, professor

Kazan State University of Architecture and Engineering

T.Z. Lygina – doctor of geology-mineralogical sciences

A.A. Shinkarev – junior research assistant

Central Research Institute of Geology of Non-Metallic Minerals

WATER RESISTANCE OF CONCRETE AFTER PROCESSING WATERPROOFING PENETRATING SYSTEMS

ABSTRACT

The problem of water resistance of concrete is considered. The comparative analysis of waterproofing structures of getting action is carried out. The radiographic analysis of waterproofing mixes is carried out, the chemical compound is defined. Are defined shrinkage kinetics the cement-sandy solution and hydroisolating layer.

KEYWORDS: waterproofing, water resistance, chemical compound, shrinkage, concrete.

Многие здания и сооружения подвержены воздействию влаги. Намокание ограждающих конструкций происходит в результате попадания влаги на стены здания в виде осадков, с грунтовыми водами, а также в результате конденсации влаги в материале стены из-за разницы температур снаружи и внутри зданий при эксплуатации. Вследствие этого происходит преждевременное разрушение железобетонных конструкций, снижаются их теплоизоляционные свойства, нарушается микроклимат в помещении [1].

Одним из основных факторов, уменьшающих срок службы зданий и сооружений, является воздействие на подземную часть здания грунтовых вод. Чаще всего это связано с нарушением или полным отсутствием гидроизоляции подземных конструкций [2].

Большинство фундаментов, используемых в строительстве, имеют стыки или рабочие швы, через которые при отсутствии надежной гидроизоляции наблюдается просачивание воды. Кроме того, влага проникает в поры и, замерзая зимой, расширяется и разрушает материал основания на глубину своего проникновения. В этом одна из причин порчи фундаментов и других конструктивных элементов, не обработанных гидроизолирующими материалами или не укрытых на зиму [3].

Существует ряд способов защиты зданий и сооружений от разрушающего воздействия влаги. Наиболее распространенными в настоящее время являются гидроизоляция конструкций и снижение влагопоглощения материалов конструкции за счет гидрофобизации. Гидроизоляция – это защита от влаги, выполненная во избежание разрушения строительной конструкции. Наиболее

распространенными способами гидроизоляции сооружений являются:

- ограждение зданий дренажами и завесами,
- механические способы гидроизоляции,
- физико-химические способы гидроизоляции.

В последние годы на рынке гидроизоляционных материалов все более широкое распространение получают материалы проникающего действия. Проникающую гидроизоляцию относят к механическим способам. Эти материалы используются при ремонте бетонных и железобетонных конструкций. Материалы состоят из цемента, наполнителей и сбалансированной смеси химически активных компонентов, в основном солей щелочных и щелочноземельных металлов [4]. При кажущейся простоте технологии производства и нанесения этих материалов их можно отнести к наукоемким за счет сложности физико-химических процессов и механизмов работы этих материалов. Недостатком таких материалов можно считать то, что они не обладают эластичностью, это жесткая гидроизоляция. Работать такими материалами можно по поверхностям с раскрытием трещин не более 0,3 мм. Проникающая гидроизоляция защищает конструкции от воды и агрессивных сред (бензина, масел, нефтепродуктов), сохраняя при этом паропроницаемость. Глубина гидроизоляционной пропитки может достигать нескольких сантиметров. Проникающая гидроизоляция может использоваться как на старом, так и на новом бетоне, обеспечивая защиту не только самого бетона, но и стальной арматуры [5].

Рынок сегодня предлагает огромное количество как российских, так и импортных гидроизоляционных материалов: «Пенетрон» (США), «Ксайпекс» (Канада), «Drizogo» (Италия), «AquaFin-1С» (Германия), «Гидротэкс» (Россия), «Стромикс» (Россия), «Антигидрон» (Россия), «Кристаллизол» (Россия).

В работе исследовались различные гидроизоляционные материалы, однако основное внимание было уделено гидроизоляционным пропиточным системам «Пенетрон» и «Антигидрон». Обработка бетона пропитывающими материалами системы «Пенетрон» и «Антигидрон» не влияет на его прочностные характеристики. За счет заполнения пор бетона проникающей гидроизоляцией увеличивается водонепроницаемость образцов.

Исследования на водонепроницаемость проводились в соответствии с нормативной документацией [6] в лабораторных условиях завода ЖБК-2, г. Казань. Результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Водонепроницаемость бетонных образцов,
обработанных сухими строительными смесями проникающего действия**

№ серии	Возраст бетона, дни	№ образца	Пропитывающий состав	Средние значения показателя водонепроницаемости образцов бетона	
				контрольный	опытный
1	86	1.1	Пенетрон	W6	W14
		1.2		W6	W16
		1.3		W6	W16
		1.4		W6	W16
2	84	2.1	Антигидрон 1	W6	W16
		2.2		W6	W16
		2.3		W6	W18
		2.4		W6	W16
2	78	3.1	Антигидрон 3	W6	W10
		3.2		W6	W10
		3.3		W6	W12
		3.4		W6	W10

Гидроизоляционная система «Пенетрон» проникающего действия представляет собой сухую смесь неорганических и органических компонентов неизвестного химического состава. Поэтому в своей работе мы предприняли попытку установить его химический состав.

Для установления химического состава данной гидроизоляционной системы был проведен

рентгенографический фазовый и количественный анализ. После получения рентгенограммы данной смеси (рис. 1) была поставлена задача разделения ее на фракции сухим просеиванием через набор сит, для более точной идентификации тех минеральных фаз, отражения которых диагностируются при регистрации рентгеновской картины от общей пробы. Это происходит либо в силу низкого содержания этих фаз, либо в силу наложения рефлексов от разных кристаллических фаз, но имеющих близкие межплоскостные расстояния в структуре. По результатам рентгенографического анализа составлена таблица количественного фазового анализа минеральных фаз различных фракций (табл. 2).

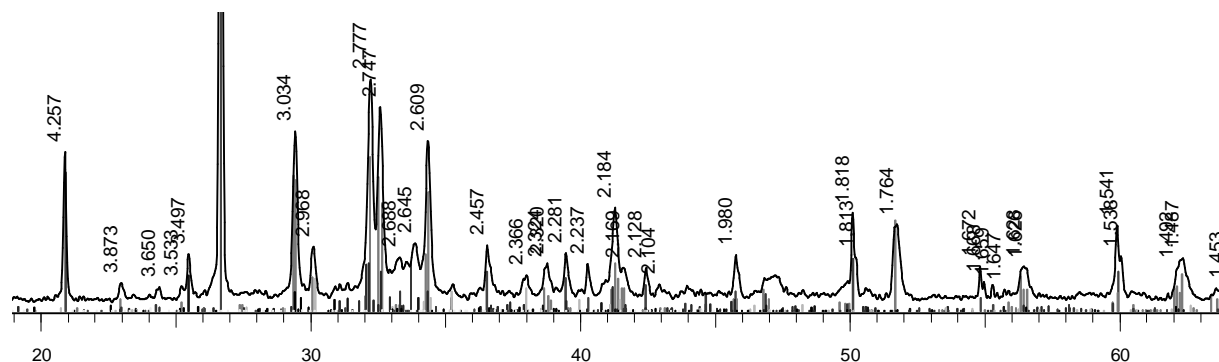


Рис. 1. Рентгенограмма сухой гидроизоляционной системы «Пенетрон»

Таблица 2

Количественный рентгеновский анализ минеральных фаз сухой смеси «Пенетрон»

№	Размер ячеек сита, мм	Масса фракции, г	Фазовый состав
1	> 0,5	2,05	SiO ₂ – 50 %
			Na ₂ CO ₃ – 42 %
			C ₆ H ₈ O ₇ – 3 %
			Ca ₃ SiO ₅ – 2 %
			Na ₂ CO ₃ *H ₂ O – 2 %
			CaSO ₄ – 1 %
			Рентгеноаморфное вещество < 1 %
2	0,5-0,25	23,5	SiO ₂ – 47 %
			Na ₂ CO ₃ – 39 %
			C ₆ H ₈ O ₇ – 10 %
			Ca ₃ SiO ₅ – 3 %
			CaSO ₄ – 1 %
			Na ₂ CO ₃ *H ₂ O – примесь
			Рентгеноаморфное вещество – < 1 %
3	0,25-0,2	8,75	SiO ₂ – 63 %
			Na ₂ CO ₃ – 26 %
			C ₆ H ₈ O ₇ – 5 %
			Ca ₃ SiO ₅ – 5 %
			CaSO ₄ – 1 %
			Рентгеноаморфное вещество – < 1 %
4	0,2-0,1	12,86	Fe ₃ O ₄ (фракция выделена магнитом)
			Fe (металлическое)
			SiO ₂ – 56 %
			Na ₂ CO ₃ – 35 %
			Ca ₃ SiO ₅ (алит) – 6 %
			C ₆ H ₈ O ₇ – 2 %
			CaSO ₄ – 1 %
			Ca ₂ SiO ₄ (белит) – примесь
			Ca ₂ (Al,Fe) ₂ O ₅ (браунмиллерит) – примесь
			Fe ₃ O ₄ – примесь
			Fe (металлическое) – примесь
			Рентгеноаморфное вещество – < 1 %

(Продолжение таблицы 2)

5	< 0,1	87,8	Ca ₃ SiO ₅ (алит) – 50 %
			Ca ₂ SiO ₄ (белит) – 21 %
			Ca ₂ (Al,Fe) ₂ O ₅ (браунмиллерит) – 14 %
			SiO ₂ – 8 %
			CaSO ₄ – 4 %
			C ₆ H ₈ O ₇ – 3 %
			Na ₂ CO ₃ – 1 %
			CaSO ₄ *2H ₂ O (гипс) – примесь
			Na-Полевые шпаты – примесь
			Глинистые минералы (слюда, смектит) – примесь
			Рентгеноаморфное вещество < 1 %

Далее для сравнения приведены процентные соотношения между минеральными фазами пробы, полученные непосредственно из расчетов по дифракционной картине от общей пробы и процентные соотношения, полученные на основании данных по массе отдельных фракций (табл. 3). Следует отметить, что содержание минеральных фаз рассчитывалось на 100 % без учета аморфной составляющей пробы.

Таблица 3

Сравнение процентных соотношений расчетов минеральных фаз

Наименование фазы	Расчет по дифракционной картине, %	Расчет по массе отдельных фракций, %
Ca ₃ SiO ₅ (алит)	44	33
SiO ₂ (кварц)	22	24
Ca ₂ SiO ₄ (белит)	10	14
Na ₂ CO ₃ (сода)	10	13
Ca ₂ (Al,Fe) ₂ O ₅ (браунмиллерит)	8	9
C ₆ H ₈ O ₇ (лимонная кислота)	3	4
CaSO ₄ (ангрит)	5	3
Рентгеноаморфное вещество	< 1 %	< 1 %
Na ₂ CO ₃ *H ₂ O (термонарит)	< 1 %	< 1 %
Fe ₃ O ₄ (оксид железа)	< 1 %	< 1 %
Na (полевые шпаты)	< 1 %	< 1 %
CaSO ₄ *2H ₂ O (гипс)	< 1 %	< 1 %

Как видно из таблиц 2 и 3, компоненты смеси идентичны веществам, содержащимся в портландцементе, но их концентрации различны.

В результате обработки поверхности бетона концентрации кристаллических фаз в пропитывающем составе и в бетоне выравниваются. За счет этого обеспечивается заполнение капиллярных пор и прекращается движение воды в теле бетона, тем самым повышается его плотность и соответственно – водонепроницаемость.

Однако, по истечении 6 месяцев, после определения водонепроницаемости образцов, обработанных гидроизоляционными смесями проникающего действия систем «Пенетрон», «Антигидрон 1» и «Антигидрон 3», на поверхностях гидроизолирующих слоев систем «Пенетрон» и «Антигидрон 3» были обнаружены трещины (рис. 2). Данные трещины свидетельствуют о большой усадке гидроизоляционных материалов проникающего типа. Поэтому были проведены исследования по определению величины усадки гидроизоляционного материала системы «Пенетрон». Испытания на усадку проводились в лабораторных условиях при помощи автономного регистратора процесса усадки «Автограф».

Ввиду длительности процесса усадки и с целью его ускорения образцы помещались в сушильный шкаф и выдерживали первые двое суток при комнатной температуре (20 град.) для предотвращения преждевременного высыхания образцов, а в последующие сутки температура увеличивалась на 10 еС, при одновременном контроле изменения массы образца.



Рис. 2. Образцы, обработанные гидроизоляционными материалами проникающего типа: а – «Пенетрон», б – «Антигидрон 1», в – «Антигидрон 3»

Для данного эксперимента были изготовлены 3 образца из цементно-песчаного раствора размерами 4x4x16 см с водоцементным отношением 0,4. После пропаривания на верхнюю поверхность образцов размерами 4x16 см наносился слой гидроизоляционного материала толщиной 4 мм системы «Пенетрон», на который устанавливался автономный регистратор процесса усадки «Автограф», для измерения усадки непосредственно гидроизоляционного материала, а процесс усадки самих образцов из цементно-песчаного раствора измерялся при помощи индикатора часового типа. Эксперимент проводился в сушильном шкафу. Первые двое суток образцы выдерживались при 20 °С, а последующие сутки прибавлялось по 10 °С, наряду с данным процессом также контролировалось изменение массы образцов и процесс усадки образцов из цементно-песчаного раствора (табл. 4).

Таблица 4

Изменение температуры, усадки, массы образца в процессе эксперимента

Сутки	1	2	3	4	5	6	7	8
Температура	20	20	30	40	50	60	70	80
Усадка, мм/м	0	0	0	0,1075	0,6875	0,8125	1,0625	1,4375
Изменение массы, %	0	-6,25	-11,93	-14,77	-15,91	-15,91	-15,91	-15,91

Кинетика усадочных деформаций образцов из цементно-песчаного раствора, обработанных гидроизоляционным составом, и самого гидроизоляционного слоя приведена на рис. 3 (из 3 образцов определялась средняя величина).



Рис. 3. Кинетика усадочных деформаций цементно-песчаного раствора, обработанного гидроизоляционным составом системы «Пенетрон», и самого гидроизоляционного слоя системы «Пенетрон»

Также был проведен эксперимент на определение усадки непосредственно самого гидроизоляционного материала системы «Пенетрон». Для этого на стекло, предварительно смазанное машинным маслом, наносился гидроизоляционный материал толщиной 4 мм и устанавливался автономный регистратор процесса усадки «Автограф». Эксперимент проводился в сушильном шкафу. Первые двое суток образцы выдерживались при комнатной температуре (20 °С), а в течение 6 последующих суток температура увеличивалась на 10 °С/сут. (табл. 4). Результат эксперимента приведен на рис. 4.

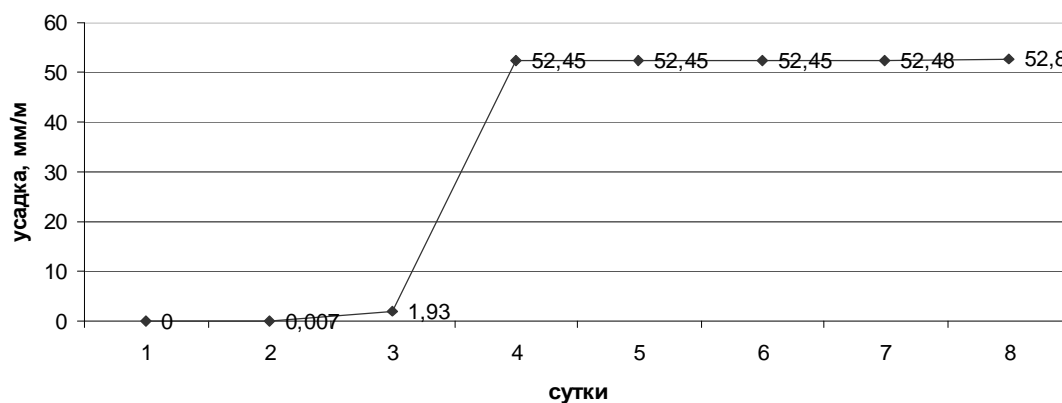


Рис. 4. Процесс усадки гидроизоляционной смеси «Пенетрон»

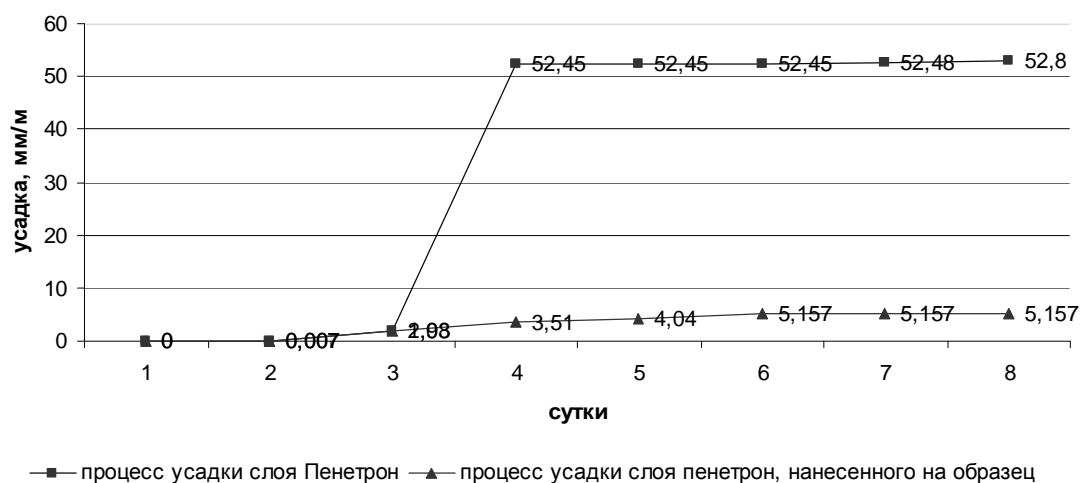


Рис. 5. Кинетика усадки слоя смеси гидроизоляционной системы «Пенетрон»

Несмотря на то, что минералогический состав гидроизоляционной смеси системы «Пенетрон» идентичен цементу, усадка растворного образца и гидроизоляционного слоя сильно отличаются. Однако, при нанесении гидроизоляционного слоя на поверхность бетона смесь дает меньшую усадку, чем на стекле (рис. 5). Эта разница говорит о сильной адгезии гидроизоляционного материала с поверхностью бетона. Из рис. 3 видно, что в первые двое суток скорость усадки пропиточной системы и растворного образца изначально не имеют различий. Однако в последующие сутки, при повышении температуры на 10 °С/сут., становится очевидным, что скорость усадки гидроизоляционного материала значительно превосходит скорость усадки раствора, что является причиной дальнейшего возникновения трещин на поверхности гидроизоляционного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савилова Г.Н. Гидроизоляция зданий и сооружений // Строительные материалы, 2003, № 7. – С. 32-34.
2. Латышева Л.Ю., Смирнов С.В. Как защититься от воды и сырости? // Строительные материалы, 2003, № 8. – С. 24-28.
3. Синявский В.В. Материалы для гидроизоляции и гидрофобизации сооружений // Строительные материалы, 2003, № 5. – С. 22-25.
4. Козлов В.В., Чумаченко А.Н. Гидроизоляция в современном строительстве: Учебное пособие. – М., 2003 – 120 с.
5. Принцип действия материалов Пенетрон // PENETRON.RU: ежедн. интернет-изд. 2007. 21 сент. URL: <http://www.penetron.ru/text/224.html> (дата обращения: 14.12.2008).
6. ГОСТ 12730. 5-84. Методы определения водонепроницаемости. – М., 1994. – 12 с.