

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ВИРОБІВ "НДІБМВ"

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ САНІТАРНОЇ ТЕХНІКИ І ОБЛАДНАННЯ
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД "ДНДІСТ"

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Засновано у 1978 р. Постановою ВАК України від 11 жовтня 2000 р. № 1-03/8 збірник включено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (бюлетень ВАК України, № 6, 2000 р.)

ВИПУСК 50

Товариство "Знання" України

2013 р.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка

Науково-технічний збірник. – Випуск 50. – 2013 р.

У збірнику представлено матеріали, що висвітлюють питання теорії та практики досліджень, виробництва і застосування традиційних та нових будівельних матеріалів і виробів, результати науково-дослідних робіт в галузі розробки, промислового виробництва та застосування бетонів, виробів з бетонів, теплоізоляційних виробів, гідроізоляційних матеріалів, сухих будівельних сумішей, кераміки, ніздрюватих бетонів, покрівельних матеріалів, силікатної цегли та інших матеріалів.

Призначається для спеціалістів науково-дослідних та проектних інститутів, вищих освітніх закладів, інженерно-технічних працівників будівельної галузі.

Співзасновники:

Державне підприємство “Український науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут будівельних матеріалів та виробів “НДІБМВ”

Державний науково-дослідний інститут санітарної техніки і обладнання будівель і споруд “ДНДІСТ”

Головний редактор: Червяков Ю.М. – канд. техн. наук.

Редакційна колегія:

Злобін Г.К. – Президент АБУ, академік,	Лаповська С.Д. – доктор техн. наук,
Олійник О.Я. – доктор техн. наук,	Пушкарьова К.К. – доктор техн. наук,
Рунова Р.Ф. – доктор техн. наук,	Свідерський В.А. – доктор техн. наук,
Сенчук М.П. – канд. техн. наук,	Сербін В.П. – доктор техн. наук,
Сердюк В.Р. – доктор техн. наук,	Худенко А.А. – доктор техн. наук,
Черняк Л.П. – доктор техн. наук,	Чистяков В.В. – доктор техн. наук,
Шинкевич О.С. – доктор техн. наук.	

Відповідальний секретар: Палієнко О.О. – канд. техн. наук

Збірник зареєстровано Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України КВ № 4126 від 27.03.2000 р.

Збірник розглянуто на засіданнях вченої ради НДІБМВ, схвалено та рекомендовано до друку, протокол № 6 від 12 листопада 2013 р.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за достовірність приведених відомостей, точність даних з цитованої літератури та відсутність у статтях даних, що не підлягають до відкритої публікації.

Адреса редакції: 04080, Україна, м. Київ-80, вул. Костянтинівська, 68
Тел. +38(044) 417 80 85, 417 72 57, 417 07 15

Видавець: Інформаційно-видавничий центр Товариство “Знання” України,
ТОВ “ЗАДРУГА”
04080, м. Київ, вул. Фрунзе, 86
Тел. +38(044) 239-19-77

ЗМІСТ СОДЕРЖАНИЕ

Стор.

В'язучі Вязущие

Шинкевич Е.С., Луцкин Е.С., Бондаренко Г.Г., Койчев А.А.
ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОРИЗОВАННЫХ КОМПЛЕКСНО АКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА БЕСКЛИНКЕРНОМ ВЯЖУЩЕМ 8

Важкі бетони та будівельні розчини Тяжелые бетоны и строительные растворы

Дорошенко Ю.М., Сербін В.П., Дорошенко О.Ю.
МОДИФІКАЦІЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ПОКРИТТЯ ДОРІГ ГІДРОФОБНИМИ ДОБАВКАМИ 17

Зайцева Е.И., Зайцева А.А., Соколова А.А.
ЭФФЕКТИВНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛЯННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ И ЭЛЕМЕНТОВ КОЛОДЦЕВ ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ 25

Пушкарьова К.К., Суханевич М.В., Марціх А.С.
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНІ РОЗЧИНИ, МОДИФІКОВАНІ ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ, ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ 31

Старчук В.Н., Старчук Я.В., Романенко В.В.
ВЛАШТУВАННЯ ГІДРО- ТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ШАРІВ ПІДЛОГ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ АПЕЛЯЦІЙНОГО СУДУ В КИЄВІ 38

Степанова В.Ф.
ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА 43

Захисні композиції Защитные композиции

Цапко Ю.В., Гузій С.Г.
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА ПРОЦЕС БІОЛОГІЧНОГО РУЙНУВАННЯ 48

Гідроізоляційні та покрівельні маеріали Гидроизоляционные и кровельные материалы

Адров А.А.
АКВАИЗОЛ - РЕАГИРУЕТ СВОЕВРЕМЕННО 55

Бабяк І.П.
ЕФЕКТИВНА ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД, ЯКУ НАНОСЯТЬ МЕТОДОМ РОЗПИЛЮВАННЯ НАД ПОВЕРХНЕЮ, ЩО ІЗОЛЮЮТЬ 57

Божок В.А.
ИНЪЕЦИРОВАНИЕ ПУСТОТ И ТРЕЩИН В БЕТОНЕ 65

Бойко В.П., Дмитрієва Т.В., Грищенко В.К., Мишак В.Д., Ключев Е.О.
РОЗШИРЕННЯ СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВИРОБІВ 72

Калінченко В.М. ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИМИ СУМІШАМИ TM SILTEK	74
Кармазин А.М. ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБОФИЛЬТРЫ «ПОЛИСТОК»® КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ ВОДОПониЖЕНИЯ И ГИДРОИЗОЛЯЦИИ	75
Лучкін В. А. КОРОТКИЙ ОГЛЯД ІН'ЄКЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ	79
Маковецкий И.В. БИТУМОСОДЕРЖАЩАЯ ОБМАЗОЧНАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ	81
Маяцкий И.В. ТЕРРАСНЫЕ СИСТЕМЫ. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КРОВЛИ НА ПЛОСКИХ КРЫШАХ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	85
Мишутин А.В., Кровяков С.А. ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРОНИЦАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ВОДОПРОПУСКНЫХ И ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОДОРОГАХ	92
Мозговий В.В. ПОКРАЩЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ МОСТІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДИХ ВУГЛЕВОДНІВ	97
Онищенко А.М., Різніченко О.С., Невінгловський В.Ф. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТИ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ МІЖ АСФАЛЬТОБЕТОНОМ І ЦЕМЕНТОБЕТОННОЮ ОСНОВОЮ ПРИ ЗСУВІ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ВОДОМОРОЗНИХ ФАКТОРІВ	103
Собко Ю.М., Захаров А.С. SIKA® DILATEC® SYSTEM МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ И ПРИМЫКАНИЙ	107
Тимофєєва К.А. СПОСІБ ВИКОНАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ АМБАРІВ-НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ ТА ГАЗ	112
Чертков О.Ю. УСТРОЙСТВУ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ – ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ В РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	118

Кераміка

Керамика

Палиенко Е.А. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФАРФОРООБРАЗОВАНИЯ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ	127
---	-----

Легкі та ніздрюваті бетони

Легкие и ячеистые бетоны

Лаповська С.Д. СКЛАДИ ДЛЯ ОПОРЯДЖЕННЯ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ ЗНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ	134
--	-----

CONTENT

Page

Binders

Shinkevich E.S., Lutskin E.S., Bondarenko G.G., Koichev A.A. CRACK RESISTANCE AND HEAT CONDUCTIVITY OF POROUS COMPLEX ACTIVATED COMPOSITES WITHOUT CLINKER BINDER	8
--	---

High-density concretes and mortars

Doroshenko Y.M., Serbin V.P., Doroshenko A.Y. MODIFICATION CEMENT-CONCRETE PAVEMENT HYDROPHOBIC ADDITIVES	17
Zaitseva E.I., Zaitseva A.A., Sokolova A.A. EFFECTIVE UTILIZATION OF WASTE GLASS IN THE MANUFACTURE OF PIPES AND MANHOLE ELEMENTS INCREASED CORROSION RESISTANCE	25
Pushkareva E.K., Suhanevich M.V, Marzikh A.S. PORTLAND CEMENT MORTARS MODIFIED CARBON NANOTUBES AS A BASE OF WATERPROOFING COATING	31
Starchuk V.N, Starchuk Y.V. Romanenko V.V. CONSTRUCTION OF HYDRO AND THERMAL INSULATION LAYERS FLOORS OF MULTI-STOREY BUILDINGS APPELLATE COURT IN KIEV	38
Stepanova V.F. CHEMICAL ADDITIVES AND CORROSION RESISTANCE OF CONCRETE	43

Protecting compositions

Tsapko Y.V., Guzii S.G. MODIFICATION EFFECT OF WOOD ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL DAMAGE	48
---	----

Waterproofing and roofing materials

Adrov A.A. AKVAIZOL - QUICKLY RESPOND	55
Babyak I.P. EFFECTIVE WATERPROOFING FOR TRANSPORTATION FACILITIES, APPLIED BY SPRAYING. ON THE INSULATED SURFACE	57
Bozhok V.A. INJECTION OF CRACKS AND VOIDS IN CONCRETE	65
Boiko V.P., Dmitrieva T.V., Grishchenko V.K., Myshak V.D., Kluev E.O. ENLARGEMENT OF THE RAW BASE FOR PRODUCTION OF HYDRO ISOLATING ARTICLES	72
Kalinichenko V.M. THE TECHNOLOGY WATERPROOFING WITH POLYMER-CEMENT MIXTURES	74
Karmazin O.M. DRAINAGE TUBULAR FILTERS “POLISTOK” FOR WATERFALL SYSTEMS AND WATERPROOFING	75

Luchkin V.A. A BRIEF OVERVIEW OF INJECTION WATERPROOFING TECHNOLOGY	79
Makovetskiy I.V. BITUMINOUS SURFACE WATERPROOFING	81
Mayatsky I.V. TERRACE SYSTEM. PROBLEM SOLVING OF MULTIPURPOSE FLAT ROOFING ON DECK ROOF IN MODERN CONSTRUCTION	85
Mishutin A.V., Kroviakov S.A. USE OF MODIFIED CONCRETE STRUCTURES TO REDUCE THE WATERPROOF CULVERT AND DRAINAGE FACILITIES ON THE ROADS	92
Mozgovyy V.V., Olkhovyy B.Yu., Baran S.A. IMPROVEMENT OF WATERPROOFING ABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGES BY USING WARM ASPHALT MIXES BASED ON HARD HYDROCARBON	97
Onishchenko A.N., Riznichenko O.S., Nevinglovsky V.F. METHODS OF DETERMINING THE LOSS OF ADHESION BETWEEN ASPHALT WATERPROOFING MATERIAL AND CEMENT CONCRETE BASE SHEAR AFTER EXPOSURE WATER-FROST FACTORS	103
Sobko Yu.M., Zakharov A.S. SIKA® DILATEC® SYSTEM MULTYFUNCTIONAL SYSTEM FOR JOINT SEALING	107
Tymofiaiava K.A. THE TECHNIQUE WATERPROOFING OF SLUDGE WAREHOUSES FOR WASTE DRILLING AND WORK OIL AND GAS WELLS	112
Chertkov O.Yu. DEVICE WATERPROOFING - DESIGN SOLUTION IN THE WORKING DOCUMENTS	118
Ceramics	
Palienko O.O. PROCESS INTENSIFICATION BY INTRODUCTION OF A COMPLEX ADDITIVE	127
Lightweight and cellular concrete	
Lapovska S.D. COMPOSITIONS FOR FINISHING LOW DENSITY CELLULAR CONCRETE	134

В'ЯЖУЧІ

ВЯЖУЩИЕ

BINDERS

УДК 666.965(063):519.2

*Шинкевич Е.С.¹, доктор технических наук, профессор,
Луцкин Е.С.¹, кандидат технических наук, доцент,
Бондаренко Г.Г.², кандидат технических наук,
директор,
Койчев А.А.¹, ассистент*

*¹Одесская государственная академия строительства
и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, г. Одесса, 65029;
тел. +38(048) 733-54-00,*

e-mail: elena_shinkevich@ukr.net;

тел. +38(048) 729-85-91, e-mail: lutskin@ukr.net;

тел. +38(048) 729-85-17, e-mail: koichev@bk.ru

*²Николаевский строительный колледж,
ул. 1-я Слободская, 2, г. Николаев, 54001*

тел. +38(0512) 37-51-41, e-mail: str-kolled@ukrpost.ua

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ ПОРИЗОВАННЫХ КОМПЛЕКСНО АКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ НА БЕСКЛИНКЕРНОМ ВЯЖУЩЕМ

В работе изложены технологические особенности получения эффективных поризованных известково-кремнеземистых композитов тепловлажностного твердения. Проведен сравнительный изопараметрический анализ изменения свойств известково-кремнеземистых композитов тепловлажностного твердения с поризующими добавками и без них. Предложен механизм твердения активированных композитов. Установлено, что совместное введение в известково-кремнеземистые композиты тепловлажностного твердения щелочесодержащих добавок позволяет повысить трещиностойкость, снизить плотность и теплопроводность композитов при тех же прочностных характеристиках.

Ключевые слова: поризация, известково-кремнеземистые композиты тепловлажностного твердения, малоэнергоёмкие технологии, комплексная активация.

Введение. Получение материалов и изделий с улучшенными свойствами за счет применения эффективных технологических приемов является важным аспектом решения проблемы ресурсосбережения в строительной отрасли.

Традиционно термическая активация компонентов силикатобетонной смеси осуществляется в автоклавах, где в условиях повышенной температуры и давления происходит гидротермальный синтез гидросиликатов кальция (ГСК) – (патент №14195 от 05.10.1880, В. Михаэлис).

В условиях автоклавов осуществляется активация кристаллического кварца, связанная с возрастанием растворимости кремнезема. Одновременно наблюдается тенденция к минимизации содержания известкового компонента в вяжущем, что обусловлено особенностями химической термодинамики извести: с повышением температуры растворимость извести падает, хотя скорость растворения увеличивается, а растворимость кремнезема – возрастает. Необходимость полного связывания гидроксида кальция в условиях автоклавной обработки обусловлена также тем, что в условиях прессования (традиционная технология получения силикатного кирпича) при минимальной толщине слоя ГСК наличие свободного CaO вызывает объемные и деструктивные процессы. Тем не менее, щелочная среда с $pH \geq 11$ обеспечивает стабильность ГСК.

Постановка задачи. Одна из задач исследования заключается в выявлении общих закономерностей формирования структуры и свойств силикатных композитов неавтоклавного твердения с целью установления и использования на практике наиболее эффективных и экономически выгодных рецептурно-технологических факторов в производственном процессе.

В работах по автоклавным материалам во главу угла ставились исследования минерального состава. Большинство работ было посвящено созданию желаемого фазового состава гидросиликатов кальция, поэтому исследования проводились, в основном, в направлении синтеза низкоосновного тоберморита, который образуется при минимизации содержания извести, вплоть до полного ее связывания. Однако, наличие в составе материала некоторых видов высокоосновных гидросиликатов кальция типа гиллебрандита, фошагита определяет его высокую морозо-, воздухо- и карбонизационную стойкость в условиях эксплуатации.

Экспериментально-теоретические результаты исследований показали, что для активированных известково-кремнеземистых композитов наличие либо отсутствие того или иного минерала не является исключительной предпосылкой для получения конкретных требуемых физико-механических свойств. Вероятно, более значительным фактором могут являться как размеры частиц сырьевой смеси, так и морфология новообразований и характер связи между ними. Также, с размером частиц связана реакционная способность смеси, изменение температуры полиморфных превращений, кинетики растворимости и смещение в системе химического равновесия. Установлено, что свойства ультрадисперсных частиц существенно отличаются от идентичных по химическому составу свойств макрочастиц. Причем, чрезвычайно важно не только то, какими новообразованиями представлен кристаллический сросток, размер этих новообразований, но и вид контактов между ними.

Эти же эффекты обнаруживаются в дисперсных системах, подвергнутых различным видам активации. Кроме того, достаточно обширные исследования по активации дисперсных частиц показывают положительные влияния на свойства различного вида дефектов, дислокаций и т.д. Именно термодинамически неустойчивые контакты могут отличаться высокой прочностью.

Поэтому, актуальной задачей материаловедения является также описание механизмов известных процессов гидратации для различных видов вяжущих на разных масштабных уровнях структуры. По определению П.А. Ребиндера в понятие структуры материала входит как строение кристаллической решетки, так и дисперсные структуры поликристаллического тела, а также распределение дефектов различного вида. Первые попытки связать механические свойства материалов с их кристаллическим строением сделал Гриффитс.

Технологические особенности получения известково-кремнеземистых композитов тепловлажностного твердения. Переход от дорогостоящей автоклавной обработки к тепловлажностной по энергосберегающим режимам обеспечен за счет реализации комплексной активации силикатобетонной смеси, что является одной из технологических особенностей получения данного вида материалов [1]. Комплексная активация включает в себя последовательный цикл различных видов и способов активации: механохимическая активация кристаллического кварца в водной среде смесителя-активатора, химическая – за счет введения аморфного кремнезема, щелочная активация – за счет повышенных значений pH среды, внутренняя термоактивация – за счет экзотермии негашеной молотой извести и внешняя термоактивация в условиях ТВО.

Каждый из видов активации сопровождается эффектами, которые создают условия для возможности проведения последующего вида активации.

Полученные результаты могут быть объяснены описанием механизмов действия известных процессов гидратации известково-кремнеземистого вяжущего на наноуровне. Для исследования механизма процессов гидратации и его влияния на свойства необходимо описание механохимических реакций и оценка их вклада в комплексную активацию.

По определению Ю.М. Бутта механохимическая активация происходит за счет особых свойств вновь образовавшихся поверхностей, в частности, за счет изменения (чаще всего

локального) химического и фазового состава твердых тел, а также их агрегатного состояния под действием механических воздействий большой интенсивности.

Термин «механохимические реакции» был введен В. Оствальдом в 1891 году. При механохимической активации время механического воздействия и формирования поля напряжений, и его релаксация, больше чем время химических реакций. При механической активации время механических воздействий меньше чем скорость химических реакций или эти два процесса разнесены во времени. Результатом механохимической активации является образование линейных дефектов, дислокаций и точечных вакансий и замещений. Кроме того, может происходить изменение углов между связями и появление оборванных связей, приводящих к образованию свободных радикалов в кристаллах с ковалентными связями и аморфизации в случае молекулярных кристаллов.

Как показано в работах Е.Г. Аввакумова [2] при наличии в неорганической твердофазовой системе воды реализуется «метод мягкого механохимического синтеза». Он заключается в том, что для получения из простых оксидов сложного оксида, в качестве исходных компонентов используются гидроксиды, один из которых характеризуется кислотными свойствами, а другой – основными. За счет происходящих реакций нейтрализации происходит интенсификация процессов. Кроме того, в такой системе создаются условия для протекания гидротермальных процессов.

Можно предположить, что каждый вид активации будет обуславливать превалирование того либо иного вида деформаций структуры твердой фазы. Отличия будут обусловлены в первую очередь характером и видом дислокаций с учетом степени и длительности внешних и внутренних воздействий.

Как нанотехнологический прием, механохимическая активация способствует аморфизации поверхности кристаллического кварца и позволяет снизить вязкость известково-кремнеземистого вяжущего в 3 и более раз. Этот эффект снижения вязкости использован для компенсации повышенной водопотребности смеси за счет введения пористой минеральной добавки и проведения активации вяжущего совместно с мелкозернистым наполнителем.

Для механохимической активации изменение химического, физического и агрегатного состояния связано с разными видами дислокаций. Вид дислокаций будет обусловлен силами воздействия и траекторией движения зерен кварца в момент соударения с лопастями смесителя-активатора: прямое, касательное или тангенциальное.

Химическая (кислотная) активация осуществляется за счет введения минеральной добавки, содержащей аморфный кремнезем. Такой вид активации повышает содержание растворимого кремнезема в смеси. Кислотная активация, за счет замены молотого кварцевого песка в вяжущем трепелом (или другими опал-кристаллитовыми породами), позволяют снизить плотность смеси и материала на 20-25% и повысить водостойкость материала ($k_p=1$). Эти технологические приемы способствуют сохранению либо повышению морозостойкости, не смотря на снижение плотности материалов. Наличие трепела в дисперсной системе способствует повышению химической активности системы за счет его аморфного строения и обуславливает формирование наноразмерных ГСК в порах трепела.

При соприкосновении с водой зерна трепела практически мгновенно впитывают ее под действием капиллярных сил. В результате реакции растворения и гидратации протекают на сильно развитой поверхности в условиях высоких концентраций ионов SiO_2^{4+} внутри частиц трепела. Они служат источником питательного вещества для кристаллизации ГСК, растущих в направлении от поверхности к центру частицы трепела. Образующиеся в порах новообразования, в частности тоберморитоподобный гель SCH(A), гиллебрандит В и С, характеризуются наноразмерами. Образовавшиеся С-S-H можно рассматривать как гель, но не обязательно аморфный. Практически все частицы С-S-H имеют наноразмер. Таким образом диспергированный высокопористый трепел ($P_o=60\%$) может служить «нанореактором», стенки

которого ограничивают в пространстве рост новообразований [3]. Кроме того, наличие в вяжущем частиц трепела разной дисперсности позволяет регулировать скорость и кинетику реакций гидратации [4].

Внутренняя термо-щелочная активация (на стадии предварительного выдерживания) осуществляются за счет экзотермии негашеной молотой извести. А повышенное по сравнению с автоклавными силикатными материалами содержание извести сопровождается повышением значений pH среды, обеспечивая дополнительную щелочную активацию. Внутренняя термо-щелочная активация, за счет применения негашеной извести, повышает скорость образования гидросиликатов кальция, изменяется морфология и габитус новообразований. Также создаются для несвязанной в ГСК извести условия для ее гидратационного твердения.

Щелочная активация будет способствовать образованию активных центров в виде дополнительных точечных дислокаций (вакансий и замещений) на зерне кварца и более длительному времени их существования в смесителе-активаторе: время изменяется от $\tau=10^{-3}$ до $\tau=10^{-2}$ сек¹. Косвенным доказательством возможности образования замещений в узлах кристаллических решеток может служить образование в шлакощелочных вяжущих сложных соединений вида Me·N [5, 6].

Применение негашеной извести и ТВО обеспечивают дополнительные менее энергоемкие режимы термоактивации, чем автоклавная обработка. В условиях ТВО при $T=85^{\circ}\text{C}$ аннулируется противоречие, связанное с увеличением растворимости кварца и снижением растворимости извести в условиях увеличения ее растворения [7]. Кроме того, повышение pH системы обуславливает создание благоприятных условий для долговечности новообразований ГСК на стадии эксплуатации при $11.5 \leq \text{pH} \leq 12.5$.

Немаловажным является сопутствующий термо- и механохимической видам активации эффект полиморфного перехода добавки природного двухводного гипса в водостойкий ангидрид.

За счет перечисленных способов активации обеспечены условия для создания необходимой активности кремнезема и извести и образования в требуемого количества гидросиликатов кальция на поверхности зерен кварца и внутри зерен трепела.

Щелочная активация добавками, способствующими поризации. Установленные оптимальные режимы активации, составов вяжущего и смеси, а также режимы твердения [1] использованы в дальнейших исследованиях в качестве матрицы (микробетона) для получения поризованных композитов.

Интерес к материалам с использованием жидкого стекла определяется экологической чистотой и биологической устойчивостью получаемых материалов. Совместное ведение добавок щелочи NaOH и жидкого стекла $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$ в известково-кремнеземистую смесь способствует ее поризации и снижению плотности [6].

Анализ изменения свойств поризованных композитов, включая критический коэффициент интенсивности напряжений k_{IC} , проведен по экспериментально-статистическим (ЭС) моделям, рассчитанным по результатам шестифакторного натурального эксперимента по 24-точечному плану вида «треугольники на кубе» типа MTQ [8]. В плане одновременно варьируются три зависимых (смесевых) и три независимых фактора состава. В качестве трех независимых факторов в экспериментах изменялось содержание неорганических добавок: X_4 – NaOH – (0.5÷1)% от массы вяжущего, X_5 – $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$ – (1÷5)% от массы вяжущего и X_6 – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – (2÷4)% от массы всех сухих компонентов. В качестве трех смесевых факторов фиксировалась удельная поверхность трепела на уровнях: $v_1 - S_{\text{уд}1} = 400 \text{ м}^2/\text{кг}$, $v_2 - S_{\text{уд}2} = 500 \text{ м}^2/\text{кг}$, $v_3 - S_{\text{уд}3} = 600 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Введение добавок щелочи и жидкого стекла способствует увеличению объема смеси в 1.2-1.4 раза. Плотность материала, содержащего добавки щелочи и жидкого стекла, составляет 1300-1450 кг/м³, что на 20-23% ниже плотности матричного материала без этих добавок. С другой стороны, плотность материалов без добавок на 28-30% ниже плотности автоклавного силикатного бетона. Прочность при сжатии изменяется от 120 до 185 кг/см², что всего на 5-10%

ниже прочности матричного материала. Максимальная прочность (более 180 кг/м³) получена на составах, которые содержат 5% жидкого стекла, 0,5% щелочи и 4% гипса.

По ЭС моделям (1) и (2) установлено существенное влияние добавок щелочи и жидкого стекла на критический коэффициент интенсивности напряжений k_{Ic} и коэффициент теплопроводности λ соответственно.

Так, при фиксированном значении добавки гипса 4% ($X_6=+1$) k_{Ic} – от 0.8 до 1.62 МПа·м^{-0.5}, а коэффициент λ изменяется от 0.24 до 0.51 Вт/м·К, т.е. более чем в 2 раза (рис. 1). Минимальное значение коэффициента теплопроводности получено на составах, содержащих 0.5% NaOH и 1% жидкого стекла, на смеси частиц трепела с удельной поверхностью $S_{уд1}=400$ и $S_{уд3}=600$ м²/кг в равном соотношении.

Полученные материалы характеризуются коэффициентом размягчения больше чем 0.9, то есть материал водостойкий. На коэффициент размягчения k_p влияние добавок иное: максимальное значение $k_p=1$ получено при содержании 0.75% NaOH и 5% жидкого стекла на удельной поверхности трепела $S_{уд1}=400$ м²/кг.

$$\begin{aligned}
 k_{Ic} = & \begin{matrix} 1.26v_1 - 0.453v_1v_2 \\ +1.18v_2+0.376v_1v_3 \\ +1.30v_3+0.624v_2v_3 \end{matrix} + \\
 & \begin{matrix} \pm 0 v_1x_4 & \pm 0v_1x_5 & \pm 0v_1x_6 \\ \pm 0 v_2x_4 & -0.046v_2x_5 & -0.096v_2x_6 \\ -0.087v_3x_4 & -0.032v_3x_5 & +0.050v_3x_6 \end{matrix} + \\
 & \begin{matrix} -0.127x_4^2-0.087x_4x_5 \\ +0.108x_5^2-0.048x_4x_6 \\ -0.040x_6^2 & \pm 0 x_5x_6 \end{matrix} \quad (1) \\
 \lambda = & \begin{matrix} 0.46v_1 +0.002v_1v_2 \\ +0.44v_2 -0.201v_1v_3 \\ +0.46v_3 -0.001v_2v_3 \end{matrix} + \\
 & \begin{matrix} +0.04v_1x_4+0.048v_1x_5 & \pm 0v_1x_6 \\ -0.04v_2x_4 +0.018v_2x_5 & +0.027v_2x_6 \\ \pm 0v_3x_4 & +0.011v_3x_5 -0.013v_3x_6 \end{matrix} + \\
 & \begin{matrix} -0.024x_4^2-0.009x_4x_5 \\ \pm 0x_5^2 & \pm 0x_4x_6 \\ \pm 0x_6^2 & +0.018x_5x_6 \end{matrix} \quad (2)
 \end{aligned}$$

На изменение критического коэффициента интенсивности напряжений k_{Ic} существенное влияние оказывает удельная поверхность трепела.

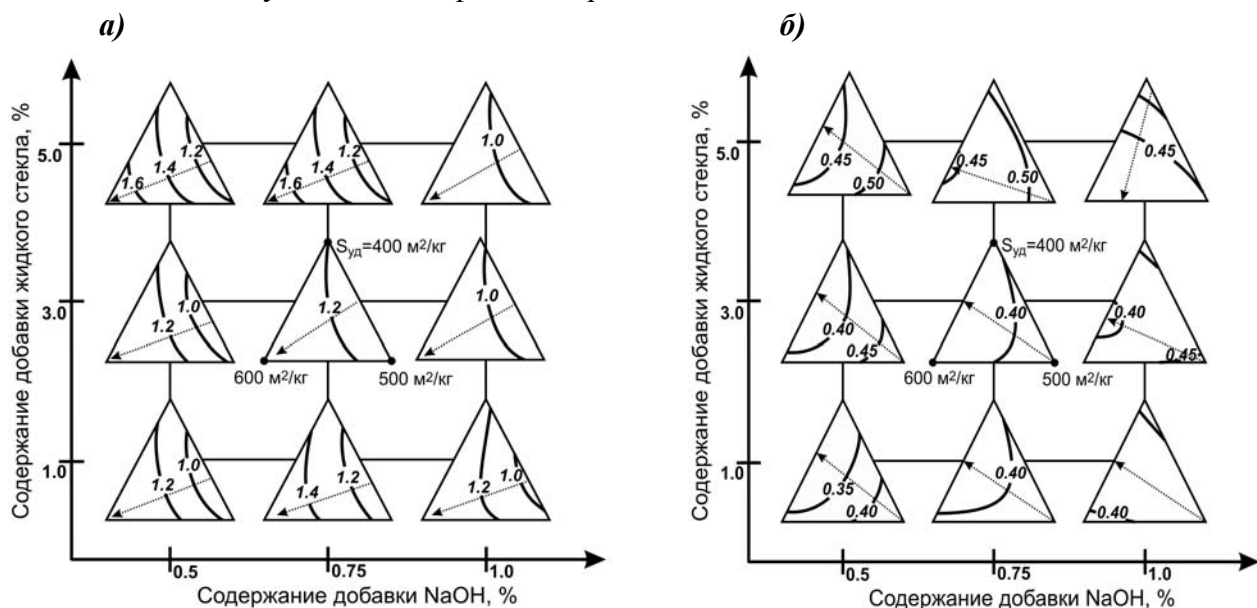


Рисунок 1. Изменение k_{Ic} (а) и коэффициента теплопроводности λ (б) под влиянием добавок NaOH и жидкого стекла при фиксированном содержании добавки гипса 4%

По ЭС модели и треугольным диаграммам (рис. 1а) определены величины удельной поверхности трепела, которые обеспечивают получение максимальных и минимальных значений k_{Ic} . По данным значениям в ходе вычислительных экспериментов рассчитаны вторичные трехфакторные модели влияния добавок щелочи, жидкого стекла и гипса на изменение максимальных (рис. 2а) и минимальных (рис. 2б) значений k_{Ic} .

Следует отметить, что максимальные значения критического коэффициента интенсивности напряжений $k_{Ic}=1.64 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{-0.5}$ поризованных композитов равно значению k_{Ic} матричного материала, а минимальные значения $k_{Ic}=0.91 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{-0.5}$ поризованных композитов в два раза выше значений k_{Ic} матричного материала. При этом максимальные и минимальные значения k_{Ic} для поризованного композита и матричного материала получены на различной величине удельной поверхности трепела. Так, максимум k_{Ic} для поризованных композитов получен на $S_{уд3}=600 \text{ м}^2/\text{кг}$, а для матричного материала – на смеси $S_{уд1}=350$ и $S_{уд3}=500 \text{ м}^2/\text{кг}$ в равном соотношении, что может быть связано с плотностью упаковки частиц в объеме и в стесненных условиях поризации.

Для анализа влияния характеристик структуры на свойства рассчитаны ЭС закономерности изменения пористости общей, открытой и закрытой, а также параметры капиллярной пористости, которые оценивались относительным средним размером капилляров и коэффициентом однородности распределения их по размерам.

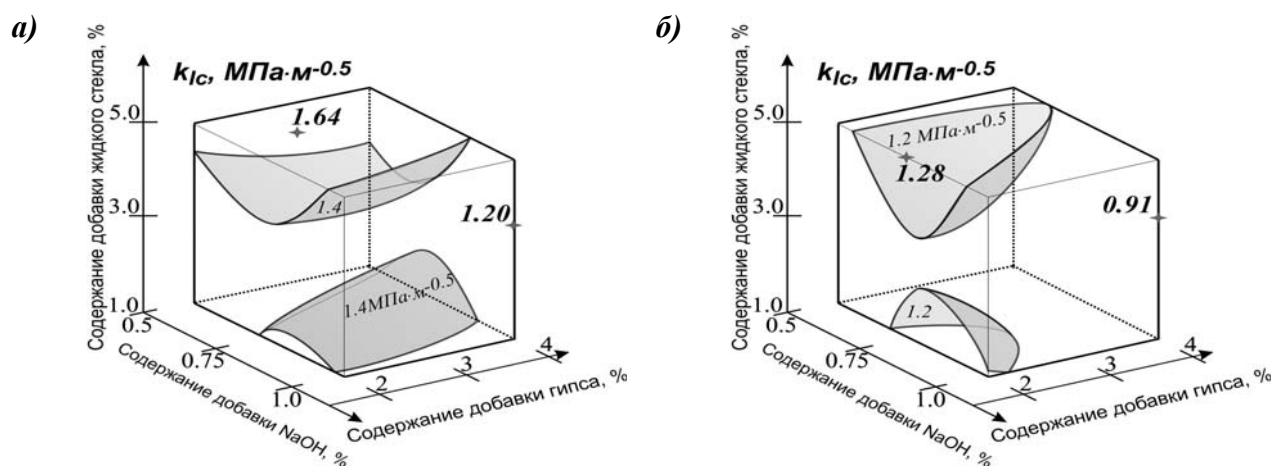


Рисунок 2. Изменение максимальных (а) и минимальных (б) значений k_{Ic} под влиянием рецептурно-технологических факторов с учетом значений удельной поверхности трепела, определяющих максимальные и минимальные значения k_{Ic} соответственно

Изопараметрический анализ влияния щелочесодержащих добавок. На следующем этапе исследований проведен сравнительный анализ изменения свойств и характеристик структуры материалов с щелочными добавками, способствующими поризации и без них. Анализ проводился в условиях изопараметрии при постоянной общей пористости.

На первом этапе с использованием вычислительных экспериментов по соответствующим ЭС моделям определены составы и режимы получения материалов с поризующими добавками и без них, которые обеспечивают получение композитов с фиксированной общей пористостью $P_{общ}=\text{const}=40\%$. На втором этапе по ЭС моделям, с учетом установленных составов и режимов получения, которые обеспечивают $P_{общ}=\text{const}=40\%$, определены основные свойства и характеристики структуры материалов с заданной пористостью.

Установлено, что при постоянной общей пористости $P_{общ}=\text{const}=40\%$ поризованные материалы характеризуются $k_{Ic}=1.2-1.3 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{-0.5}$, что не более чем 1.2 раза выше, чем у матричного материала, коэффициент теплопроводности поризованных композитов в 1.8-2.8 раза ниже, чем у матричного материала, морозостойкость поризованных композитов более 25 циклов,

что выше морозостойкости матричного материала. Коэффициент размягчения поризованных материалов составляет $k_p \geq 0.95$, что выше коэффициента размягчения матричного материала (рис. 3а). Данное улучшение свойств может быть связано с изменением параметров структуры. Так, в композитах с щелочными добавками по сравнению с композитами без добавок, снижено в 3.5 раза соотношение открытых и закрытых пор, снижен в более чем в 3 раза относительный средний размер капилляров.

Аналогичный сравнительный анализ проведен также для материалов с постоянной прочностью при сжатии $R_{сж} = \text{const} = 15.0$ МПа (рис. 3б).

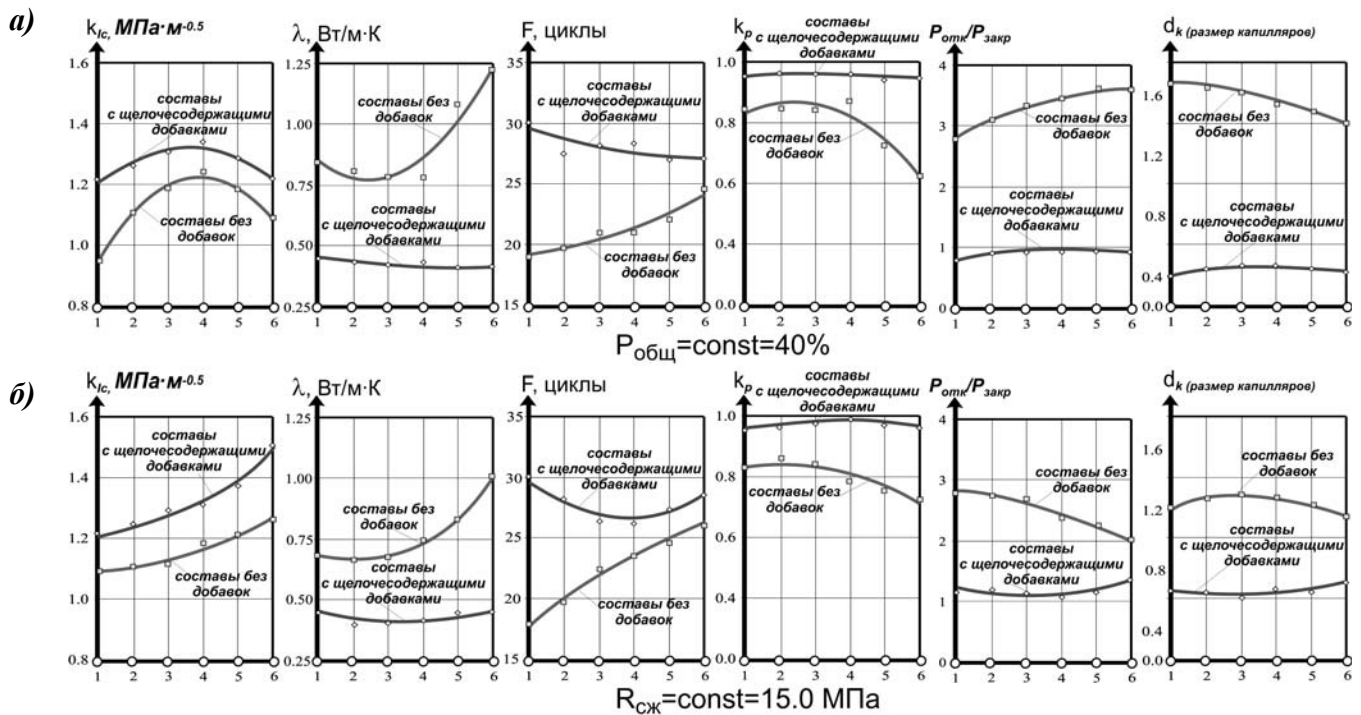


Рисунок 3. Изопараметрический анализ изменения свойств и характеристик структуры материалов с добавками, способствующих поризации, и без них при постоянной общей пористости (а) и постоянной прочности при сжатии (б)

Выводы

Показана возможность применения комплексной активации, которая может быть реализована в виде последовательного цикла элементарных технологических приемов, что способствует разработке и внедрению в практику строительства ресурсосберегающих литевых технологий производства эффективных силикатных стеновых изделий неавтоклавного твердения.

Установлено, что введение в силикатные композиты тепловлажностного твердения в оптимальном количестве добавок NaOH и жидкого стекла позволяет снизить коэффициент теплопроводности более, чем в 2 раза и повысить коэффициент размягчения композитов до $k_p \geq 0.95$ при тех же прочностных характеристиках и показателях трещиностойкости, которыми характеризуется матричный материал. При этом необходимо учитывать, что составы для поризованных композитов и матричного материала, которые обеспечивают оптимум свойств, отличаются величиной удельной поверхности трепела и содержанием добавки гипса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шинкевич Е.С., Сидорова Н.В., Луцкий Е.С. и др. Сырьевая смесь для получения модифицированных силикатных материалов и способ ее приготовления. Патент на изобретение №

64603 A 7 C04B28/20 Украина // опубл. 16.02.04 г.

2. Avvakumov, E.G., Senna, M., Kosova, N., Soft W. Mechanochemical Synthesis a Basis for New Chemical Technologies // Kluwer Academic Publishers. – Netherlands, 2001. – 216 p.

3. Shinkevich E. Kinetic-mathematical model of hydration of lime-silica binder, which activated together with a fine-grained filler // Proceeding of 13th International Congress on the Chemistry of Cement. – Madrid, Spain 2-8 July 2011. – P.351-358.

4. Шинкевич Е.С. Разработка научных основ получения известково-кремнеземистых композитов неавтоклавногo твердения // Автореферат дис... д.т.н. /05.23.05 – строительные материалы и изделия. – Одесса, 2008. – 32 с.

5. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунoв С.Е. Вяжущие и композиционные материалы контактного твердения. – Киев, 1991. – 242 с.

6. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К. Долговечность шлакощелочного бетона. – Киев: Будивэльник, 1993. – 224 с.

7. Штарк И., Вихт Б. Долговечность бетона / пер. с нем. под ред. П.В. Кривенко. – Киев, 2004. – 301 с.

8. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Я.П. Иванов, И.И. Николов. – Киев: Будивэльник, 1989. – 240 с.

УДК 666.965(063):519.2

ТРІЩИНОСТІЙКІСТЬ І ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ПОРИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСНО АКТИВОВАНИХ КОМПЗИТІВ НА БЕСКЛІНКЕРНОМУ В'ЯЖУЧОМУ

©Шинкевич Є.С., Луцкина Є.С., Бондаренко Г.Г., Койчев А.А.

У роботі викладені технологічні особливості отримання ефективних поризованих вапняно-кремнеземистих композитів тепловологісного твердіння. Проведено порівняльний ізопараметричний аналіз зміни властивостей вапняно-кремнеземистих композитів тепловологісного твердіння з поризуючими добавками і без них. Запропоновано механізм твердіння активованих композитів. Встановлено, що спільне введення в вапняно-кремнеземисті композити тепловологісного твердіння луговміщуючих добавок дозволяє підвищити тріщиностійкість, знизити щільність і теплопровідність композитів при тих же характеристиках міцності.

Ключові слова: поризація, вапняно-кремнеземисті композити тепловологісного твердіння, малоенергоємні технології, комплексна активація.

UDK 666.965(063):519.2

CRACK RESISTANCE AND HEAT CONDUCTIVITY OF POROUS COMPLEX ACTIVATED COMPOSITES WITHOUT CLINKER BINDER

©E. Shinkevich, E. Lutskin, G. Bondarenko, A. Koichev

The technological features of obtaining effective porous lime-silica composites of thermal hardening set out in paper. Comparative analysis of changes in the properties of isoparametric lime-silica composites of thermal hardening with pore-forming additives and without them was carried. Hardening mechanism activated composites was proposed. It is established that joint introduction in a lime-silica composites of thermal hardening the alkali-containing additives can improve crack resistance, reduce the density and heat conductivity composites of the same strength characteristics.

Keywords: porization, lime-silica composites of thermal hardening, low-power technology, complex activation.

**ВАЖКІ БЕТОНИ
ТА БУДІВЕЛЬНІ РОЗЧИННИ**

**ТЯЖЕЛЫЕ БЕТОНЫ
И СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ**

**HIGH-DENSITY CONCRETES
AND MORTARS**

УДК 666.972.162

Дорошенко Ю.М.¹, кандидат технічних наук, професор кафедри будівельних матеріалів і хімії

Сербін В.П.², доктор технічних наук, професор кафедри технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

Дорошенко О.Ю.³, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних конструкцій і споруд

¹Національний транспортний університет, вул. Суворова, 1, м. Київ, 01010, тел. +38(044) 285-95-28

²Національний технічний університет України «КПІ», вул. Політехнічна, 14, м. Київ-56, 03056, тел. +38(044) 454-97-35,

e-mail: tnrtazht@xtf.ntu-kpi.kiev.ua;

³Державний економіко-технологічний університет транспорту, вул. М. Лукашевича, 19, м. Київ-49, 03049, тел.: +38(044) 465-42-80, e-mail: detut@detut.edu.ua,

МОДИФІКАЦІЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ПОКРИТТЯ ДОРІГ ГІДРОФОБНИМИ ДОБАВКАМИ

У статті розглядаються властивості цементобетонного покриття з ефективними гідрофобними добавками. Встановлено, що добавка 136-157М дозволяє зменшити В/Ц на 5% для малорухливих сумішей. При використанні більш пластичних сумішей процент зменшення В/Ц досягає 9%. Гідрофобні добавки підвищують морозостійкість (на 30...45%), водонепроникність (в 2,5...3,0 рази), міцність на удар (на 26...30%) та зменшують стирання (на 50...58%).

Ключові слова: цементобетонне покриття, гідрофобні добавки, морозостійкість, водонепроникність, міцність.

Враховуючи постійний ріст навантажень і швидкості, загальної вантажопідйомності автомобілів і їх кількості виникає потреба побудувати нові дороги і забезпечити зберігання існуючих доріг. Осьові навантаження (11,5 – 13,0 т) стають фактично стандартами, тоді як раніш побудовані дороги були спроектовані в розрахунку на 6 - 10 т. Пропуск машин з більш високою вантажопідйомністю призводить до підвищеного зносу і руйнування доріг. Вирішувати ці проблеми можливо за рахунок будівництва доріг з цементобетонним покриттям, які мають переваги:

- високу міцність цементобетону (в 5-7 разів) і загальну жорсткість покриття у порівнянні з асфальтобетоном;
- значну довговічність цементобетону (строки роботи до капремонту – 40 - 50 років);
- нарощування міцності цементобетону у часі за рахунок поглиблення гідратації цементу;
- високу корозійну стійкість, морозостійкість і водонепроникність при застосуванні сучасних хімічних добавок;
- стабільність деформативних властивостей при дії температури навколишнього середовища;
- здатність суттєво полегшити роботу ґрунтового шару дорожнього одягу при проїзді важкого транспорту;
- необхідність досить доступного обладнання для швидкісного будівництва бетонного покриття з високими показниками рівності;

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

- досить стабільний показник коефіцієнта зчеплення цементобетонного покриття з колесами автомобіля і слабкою залежністю його від ступеня зволоження;
- більш низькі витрати на експлуатацію (покриття майже не потребує утримання, крім догляду за швами);
- здатність бетонної плити розподіляти навантаження від транспортних засобів на велику площу дозволяє використовувати її при будівництві на слабких ґрунтах, на дорогах, матеріал основи яких має незначний модуль деформації, на високих насипах;
- підвищена безпека руху за рахунок кращих кольорових показників видимості поверхні під час поганих умов проїзду (число ДТП на 32% менше у порівнянні з асфальтобетоном);
- нові технологічні рішення забезпечують зменшенні ціни цементобетонного покриття, що довгий час було аргументом на користь асфальтобетону.

До основних дефектів цементобетонного покриття відносять: лущення; необхідність герметизації швів; руйнування кромки; зміщення по висоті плит, що знаходяться поряд. Але ці дефекти не вказують на недоліки цементобетону, як будівельного матеріалу для дорожнього покриття. Головними причинами появи дефектів є відставання в області матеріалів, технологій, методів проектування, культури виробництва. Досвід Франції, Німеччини, Бельгії, Великобританії, Австрії та інших держав показав, що якщо вартість бетонних покриттів трохи вище або дорівнює асфальтобетонним, то з точки зору довговічності та експлуатації більш економічними є цементобетонні покриття доріг.

Особливий вплив на властивості цементобетонного покриття має застосування спеціальних цементів. В Україні майже відсутні необхідні види і марки дорожнього цементу, тому дослідження і застосування існуючих в'язучих з ефективними добавками є актуальною проблемою, рішення якої дозволить розширити номенклатуру цементних в'язучих для дорожнього будівництва, підвищити довговічність і стійкість цементобетонного покриття доріг, мостів і аеродромів, а також вирішувати питання безпеки руху. Для цього можливо використовувати хімічні добавки, що колюматують пори, надають поверхні бетону гідрофобізуючі властивості, втягують в бетонну суміш повітря. Базуючись на сучасних уявленнях фізико-хімії поверхневих процесів, можна зробити висновок, що введення в бетонну суміш малої кількості кремнійорганічних речовин разом з водою зачинення, дасть можливість значно покращити довговічність і стійкість проти одночасно діючих на бетон агресивних факторів і зовнішнього навантаження. На морозостійкість, корозійну стійкість і довговічність цементобетону дорожнього покриття великий вплив має характер загальної пористості бетону, розмір окремих пор, їхня форма і взаємний зв'язок між ними. Ці фактори змінюються в процесі твердіння цементобетону та його експлуатації. Впливати на ці характеристики можна хімічним і фізичним методами.

Добавки, що модифікують цементний бетон покриття доріг, повинні задовольняти певним вимогам:

- хімічні добавки, що підвищують водостійкість, морозостійкість і корозійну стійкість, повинні бути досить ефективними для того, щоб при малих дозах вони знижували капілярне підсмоктування, водопоглинання і підвищували водонепроникність бетонів дорожніх покриттів;
- дія добавок повинна бути довготривалою;
- добавки, віддозовані в оптимальній кількості і концентрації, не повинні негативно впливати на інші властивості цементобетонного покриття доріг;
- добавки повинні бути нетоксичними, доступними та економічно доцільними, а їх використання в дорожньому будівництві має бути простим, технологічним і обґрунтованим.

Добавки, що підвищують водостійкість, морозостійкість і корозійну стійкість цементобетонних покриттів можна розділити таким чином: тонкомолоті, з гідралічними властивостями або властивостями колоїдних речовин; добавки, що підвищують гідрофобність бетонів дорожніх покриттів; полімерні добавки, що полімеризуються в бетоні; солі неорганічних кислот, що прискорюють процеси гідратації і структуроутворення цементного каменю дорожніх

бетонів. Для підвищення стійкості і витривалості цементобетону покриття доріг і аеродромів за кордоном, в країнах СНД і Україні широко використовують модифіковані поверхнево-активні домішки (СНВ, ССБ, СДБ, КБМ та інші.). Деякі з них є досить ефективними при втягуванні в бетонну суміш додаткової кількості повітря (3-5%). Однак кожен відсоток втягнутого в бетон повітря знижує міцність бетону при стиску на 4...6%, на розтягання при вигині – на 2...4%, що призводить до зниження несучої здатності покриття доріг.

Виникла потреба в таких добавках для бетонного покриття доріг, що не знижують його фізико-механічних властивостей, підвищують стійкість проти агресивного впливу розчинів хлористих солей, а також морозу, висихання і зволоження. Дослідження, виконані в останні роки показують, що добавки кремнійорганічних сполук (КОС) дуже ефективні, дозволяють істотно підвищити водостійкість і водонепроникність, морозо- і корозійну стійкість бетону при багаторазовому заморожуванні і відтаванні в агресивних розчинах без зниження фізико-механічних властивостей. Найширше застосування в дорожньому будівництві знайшли добавки КОС поліетилгідросилоксанового типу (ГКЖ-94); метилсиліконат натрію (ГКЖ-10); етилсиліконат натрію (ГКЖ-11). На практиці застосовувана кількість КОС у вигляді добавок коливається в дуже широких межах: від 0,01 – 1% до 1 – 5%, що вимагає уточнення їх оптимальної витрати. До загальних недоліків КОС відносять їхні порівняно високу вартість, дефіцитність для будівельної індустрії України. У той же час аналіз стану виробництва КОС показав, що при їх одержанні утворюються побічні продукти, що не знаходять практичного застосування в дорожньому будівництві. Являє науковий і практичний інтерес проведення дослідницьких робіт, спрямованих на виявлення і використання суміші кремнійорганічних речовин. Орієнтовні розрахунки показують, що їх вартість може буде дешевше, ніж чистих кремнійорганічних сполук. Їхнє застосування в дорожньому будівництві дозволить розширити асортимент КОС; сприяти одержанню ефективних, довговічних модифікованих цементобетонних покриттів доріг і аеродромів; вирішувати актуальні проблеми поліпшення екологічного стану в регіонах промислового виробництва КОС в Україні (Дніпропетровська і Запорізька області).

Відповідно ДБН В.2.3–4 об'єктом досліджень є цементний бетон класу за міцністю при стиску В 35 (М 450); при згині - $V_{\text{б}} 4,4$ ($V_{\text{б}} 60$); морозостійкість бетону одношарового або верхнього шару двошарового цементобетонного покриття автомобільних доріг загального користування повинна бути не менше F 150. В якості в'язучого використовувався цемент ПЦ-1-500 Н Здолбунівського цементного заводу. В якості крупного заповнювача використовувався гранітний щебінь Малинського КДЗ, крупністю від 10 до 20 мм. В якості дрібного заповнювача використовувався пісок річковий, дніпровський.

З метою покращення фізико-механічних показників цементобетонного покриття доріг (підвищення міцності, морозостійкості, зниження водонепроникності) в даній роботі досліджувався вплив гідрофобізуючих добавок на властивості бетону. У дослідженнях використовували три види (КОС): поліетилгідросилоксан ГКЖ-94 (газоутворююча) /ДСТ 10834/; етилсиліконат натрію ГКЖ-10 (повітрявтягуюча) /МРТУ 6-02-271/; поліметилгідридсилоксан 136-157М (газоутворюючий та повітрявтягуючий полімер) /ТУ 6-02-6/. Перші дві КОС широко відомі, як добавки в бетон, тоді як третя – 136-157М лише недавно була використана для модифікації в'язучих. До цього ця кремнійорганічна сполука застосовувалася лише для поверхневої обробки керамічних, ситалових, шлакоситалових і цементобетонних матеріалів. Вона відзначається тим, що її проникність в щільні матеріали вище (до 5 мм у бетон), гідрофобність зберігається довше, ефект від її застосування більший за рахунок газоутворення і повітрявтягування в бетонну суміш при перемішуванні. Ефективність дії добавки визначалась на зразках (4x4x16 см) дрібнозернистого бетону складу 1:3. Результати досліджень ефективності дії добавок приведені в табл. 1.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Таблиця 1

Ефективність дії добавок на міцність при стиску

Вид добавки	Кількість добавки, % від ваги цементу	Міцність при стиску $R_{ст}$, МПа через діб				Водонепроникність, МПа через діб		
		1	3	28	$KE_{\phi} \Delta R^*$	28	90	$KE_{\phi} \Delta W^*$
Без добавки	-	5,0	11,0	20,3	-	0,4	0,8	-
ГКЖ-10	0,1	4,7	11,1	20,8	2,46	1,0	1,4	150
	0,15	4,8	11,2	20,9	2,96	1,0	1,4	150
	0,20	4,8	11,1	20,9	2,96	1,0	1,4	150
ГКЖ-94	0,1	4,6	11,3	21,0	3,45	1,0	1,4	150
	0,15	4,9	11,3	21,0	3,45	1,0	1,4	150
	0,20	4,9	11,3	21,1	3,94	1,0	1,4	150
136-157М	0,1	5,1	12,1	23,6	16,27	1,1	1,5	175
	0,15	5,2	12,3	23,6	16,27	1,1	1,5	175
	0,20	5,2	12,2	23,7	16,76	1,1	1,5	175

Примітка: $* \Delta R = \frac{R_{\phi} - R_k}{R_k} \cdot 100$

З даних, наведених в табл. 1 видно, що кількість гідрофобізатора в межах 0,1-0,2% майже не змінює $R_{ст}$ і водонепроникність. Тому рекомендується при майже однаковому результаті вибирати мінімальну кількість добавки. В подальших дослідях прийнята кількість добавки – 0,1% від ваги цементу з врахуванням 100% гідрофобної добавки.

Дослідження проводились на бетоні складу: цемент - 500 кг/м³; пісок - 650 кг/м³; щебінь - 1100 кг/м³; водоцементне співвідношення (В/Ц) – 0,43. Визначали можливість зменшення В/Ц при заданій легкоукладальності; міцність при стиску $R_{ст}$; міцність на розтяг при згині $R_{зг}$; міцність на осьовий розтяг $R_{ор}$; морозостійкість (200 ц); водонепроникність, МПа; стиранисть, г/см²; міцність при ударі, Дж/см³. Дані про вплив гідрофобізуючих добавок на зменшення В/Ц при заданій легкоукладальності наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вплив гідрофобної добавки на легкоукладальність бетонної суміші

Наявність добавки	Склад бетону, кг/м ³				Осадка конусу, см
	Ц	П	Щ	В/Ц	
-	500	650	1100	0,43	5-7
136-157М (0,1)	500	650	1100	0,41	5-7
-	550	600	900	0,47	15-18
136-157М (0,1)	550	600	900	0,43	15-18

З табл. 2 видно, що застосування гідрофобізуючої добавки 136-157М дозволяє зменшити В/Ц на 5% при заданій легкоукладальності для малорухливих сумішей. При використанні більш пластичних сумішей (ОК =15-18) процент зменшення В/Ц досягає 9%. Це дає можливість прогнозувати підвищену морозостійкість та водонепроникливість. Результати досліджень впливу добавки 136-157М на механічні властивості наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Вплив добавки 136-157М на механічні властивості бетону

Назва показника	Час твердіння, діб	Еталон	ГКЖ-94 (0,1%)	136-157М (0,1%)
Міцність при стиску R_{ct} , МПа	7	30,00	32,20	32,60
	14	36,90	38,40	39,60
	28	40,00	42,00	42,30
	90	46,70	49,70	51,90
	180	49,10	51,50	54,70
Міцність на розтяг при згині R_{zp} , МПа	7	3,10	3,42	3,49
	14	3,63	4,05	4,10
	28	4,55	4,90	4,98
	90	5,14	5,62	5,98
	180	5,68	6,10	6,25
Міцність на осьовий розтяг $R_{o.p.}$, МПа	7	2,00	2,91	2,92
	14	2,60	2,80	2,89
	28	2,81	3,02	3,14
	90	3,29	3,86	3,88
	180	3,45	3,93	3,98

З наведених у табл. 3 даних видно, що міцність при стиску (R_{ct}) та осьовому розтягу ($R_{o.p.}$) підвищується після 28 діб на 11%...15%. Поряд з основними показниками визначались співвідношення цих характеристик, що дозволяє зробити висновки щодо якості структури бетону. Такими показниками є співвідношення $R_{ct}/R_{o.p.}$ (чим більше значення даного співвідношення, тим нижча однорідність та якість бетону). Для еталону цей показник – 14,23/100%, для добавки ГКЖ-94 – 13,9/98% і для добавки 136-157М відповідно на 13,47/95%.

Дані дослідження морозостійкості, водонепроникливості, стиранистості та міцності на удар наведені в табл. 4. Морозостійкість досліджувалась при заморожуванні при $t = (-20 \pm 5)^\circ\text{C}$ і відтаюванні у 5%-му розчині NaCl. Водонепроникність визначалась за стандартною методикою до появи “мокрої плями” на зразках. Стираність визначалась в $\text{г}/\text{см}^2$ після 840 та 1120 обертів на кругу ЛКІ-3, міцність на удар – на копрі Пейджа. За даними, наведеними в табл. 4, видно, що добавки КОС підвищують морозостійкість (на 30...45%), водонепроникність (в 2,5...3,0 рази), міцність на удар (на 26...30%) та зменшують стиранистість (на 50...58%), що зумовлюється впливом домішок на процеси структуроутворення бетону.

Таблиця 4

Вплив добавок КОС на морозостійкість, водонепроникність, стиранистість та міцність на удар цементобетону

Наявність домішок КОС	Морозостійкість (200 циклів)			Водонепроникність, МПа після діб		Міцність при ударі, Дж/см ³	Стираність, г/см ² , після обертів
	R_{ct} , МПа	Середовище відтаювання					
		R_{ct}/K_M , МПа	H ₂ O	5%NaCl	28	90	840 / 1120
Без добавок	57,5	50,5/0,89	42,0/0,33	0,4	0,8	2,50	0,26 / 0,32
ГКЖ-94	61,2	64,3/1,00	55,1/0,90	1,0	1,4	2,95	0,16 / 0,19
136-157М	61,8	66,4/1,00	60,8/0,98	1,2	1,4	3,15	0,11 / 0,17

Таким чином, встановлено, що добавки КОС дозволяють одержати цементобетонні покриття доріг з підвищеними фізико-механічними властивостями і значною довговічністю. Наведені дані дозволяють прогнозувати підвищену тріщиностійкість цементобетонного покриття.

Тріщиностійкість безпосередньо визначалася за допомогою відомого методу “кільце Лерміта”. Суть методу полягає в тому, що цементний камінь у середині кільця обтискує сталевий стержень, який не деформується, а тому в зразку виникають тріщини. Цей метод дозволяє оцінити вплив добавок на такі властивості: усадка, повзучість, розтяжність, модуль пружності і міцність цементного каменю. Поряд з цим методом тріщиностійкість оцінювалася на зразках-призмах 4x4x16 см, виготовлених з цементного розчину з металевим стержнем.

Досліджувався вплив гідрофобізуючих добавок на цементний камінь нормальної густини та розчин (1:3 з В/Ц=0,4). Час, коли з'явилися перші тріщини, визначався візуально. На зразках цементного каменю без добавок вже через 2,5 год. з'явилася перша прямолінійна тріщина з розкриттям 0,5–0,8 мм. У зразках з гідрофобізуючими добавками тріщини з'явилися після 13 – 16 год., при цьому вони розгалужувалися, перетворюючись на систему дрібних тріщин з розкриттям 0,1–0,3 мм. У цементному розчині без добавок поява тріщини зафіксована після 28 год. і через 100–150 год. у зразках з гідрофобізуючими добавками. Зменшення тріщиноутворення досягається за рахунок зниження деформації усадки; зменшення концентрації внутрішніх напружень, що гальмує зростання тріщин, їхню кількість і ступінь розкриття.

Гідрофобізуючі добавки дозволяють частково перерозподілити концентрацію напружень не лише в процесі структуроутворення бетону, але і під час його навантаження, що добре підтверджується даними міцності цементного бетону на стиск і розтяг осьовий та при згині, що дозволяє прогнозувати підвищене зчеплення розчину з заповнювачем, арматурою та старим бетоном.

У зв'язку з тим, що цементобетонне покриття доріг твердіє в природних умовах, були проведені дослідження механічних властивостей цементного розчину, який тверднув в умовах відносної вологості 65...70 % та $t=20^{\circ}\text{C}$. Фіксувалася усадка призм, час утворення тріщин кільцевим методом, випробувалися зразки-вісімки на осьовий розтяг. З результатів досліджень видно, що без добавок тріщиноутворення почалося через 5 годин, з добавкою 0,1% ГКЖ-94 – через 30 год., з добавкою 0,1% 136-157М – через 82 год.

Дані по випробуванню деформативності бетону при осьовому розтягу показують, що підвищення однорідності бетону та зниження дефектності кристалоутворень і контактів їх зрощування за рахунок застосування гідрофобних добавок веде до значного підвищення деформативності при осьовому розтягу на 20 % при незначному підвищенні міцності на стиск. Завдяки зміні характеру структури і розподілу пор вдалося підвищити щільність і однорідність, розтяжність та міцність на осьовий розтяг, зменшити усадку, що зумовлює підвищення тріщиностійкості та довговічності цементобетону покриття доріг модифікованих кремнійорганічними добавками.

Межі внутрішнього мікротріщиноутворення в бетоні без добавок і з гідрофобізуючими добавками в процесі навантаження зразків визначалися за методикою О.Я. Берга (показники меж мікроруйнувань і меж мікротріщиноутворень). Одним із шляхів визначення цих показників є метод ультразвукових вимірів. Розвиток мікроруйнувань у структурі бетону приводить до зниження швидкості ультразвукових коливань, які розширюються поперек лінії дії стискаючого напруження. Таким чином, навантаження R_t^0 відповідає початку зменшення швидкості ультразвуку, і візуально фіксуються появою мікротріщин на поверхні зразка. Областю умовної пружної роботи бетону є час від початку навантаження до напружень, при яких утворюються перші мікротріщини по поверхні зчеплення цементного каменю з заповнювачем. При цьому межа пружної роботи відповідає найбільшому скороченню часу проходження ультразвуку. При подальшому підвищенні навантаження мікротріщини утворюються в цементному камені з появою пластичних деформацій. Верхня межа області розвитку пластичних деформацій відповідає підвищенню коефіцієнта

поперечної деформації, тобто максимального значення теоретично можливого для суцільного тіла. Крива прирощення швидкості проходження ультразвукового імпульсу проходить через екстремум і наближується до початкового значення, характерного для ненавантаженого бетону і прийнятого за умовний нуль. Підвищення верхньої межі тріщиноутворення (R^v) дозволяє прогнозувати більш високу витривалість і довговічність цементного бетону дорожнього покриття під дією багаторазового прикладання навантажень. Таким чином, проведеними дослідями встановлена висока ефективність застосування КОС у технології дорожнього цементобетона, зростання фізико-механічних властивостей, довговічності і тріщиностійкості цементобетонного покриття доріг. В зв'язку з тим, що бетонна суміш для влаштування цементобетонного покриття транспортується деякий час, необхідно перевіряти, як впливає витримка бетонної суміші на кінетику набору міцності при стиску. Для цього з тільки що приготовленої бетонної суміші з добавкою КОС і без неї виготовляють зразки, які досліджували через 3, 5, 8, 12 годин та 1, 3, 7 і 28 діб. Частина бетонної суміші витримувалась 20 і 40 хвилин, після чого з неї також готувалися зразки. Результати цих досліджень наведені в табл. 5.

Таблиця 5

Вплив часу витримання бетонної суміші з добавками КОС та міцність при стиску

Час витримання суміші в хв.	Наявність добавки	Міцність при стиску, МПа через							
		годин				діб			
		3	5	8	12	1	3	7	28
-	еталон	0,2	0,5	1,7	3,9	9,7	19,3	29,1	34,1
	136-157М	0,2	0,4	1,6	3,8	9,8	20,4	30,3	36,0
20	еталон	0,3	0,6	1,7	4,2	9,9	22,4	31,0	34,8
	136-157М	0,3	0,6	1,9	4,8	10,5	23,8	33,7	38,9
40	еталон	0,4	0,7	1,9	4,8	11,2	24,4	34,9	35,0
	136-157М	0,4	0,8	2,2	5,4	12,6	26,9	37,8	41,1

З даних наведених в табл.5 видно, що бетон з добавкою КОС має міцність вищу у порівнянні з еталоном під час досліджень кінетики набору міцності, тобто таку суміш можна транспортувати до місця укладання без зменшення міцності.

Висновки

Таким чином, в результаті проведення досліджень встановлено:

- гідрофобізуюча добавка 136-157М позитивно сприяє проходженню фізико-хімічних процесів гідратації цементу у порівнянні з еталоном і добавкою ГКЖ-94;
- оптимальна кількість добавки знаходиться в межах 0,1-0,15% від ваги цементу;
- застосування гідрофобізуючої добавки 136-157М дозволяє за рахунок повітрявтягування і газоутворення зменшити В/Ц при заданій легкоукладальності;
- гідрофобізуюча добавка 136-157М дозволяє підвищити механічні властивості бетону (через 28 діб R_{ct} на 5%; $R_{зг}$ на 9%; R_{op} на 11,7%);
- водонепроникність бетону з гідрофобізуючою добавкою через 28 діб підвищилася майже в 2 рази, а морозостійкість на 40 %;
- водопоглинання зменшилось на 70 %, а капілярне підсмоктування на 90 %;
- тріщиноутворення зменшилось в 5 разів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. – Москва: Стройиздат. – 1990. – 400 с.
2. Хигерович М.И., Байер В.В. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цементов, растворов и бетонов. – Москва: Стройиздат. – 1979. – 126 с.
3. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. – Алма-Ата: Наука. – 1980. – 336 с.
4. Пащенко А.А., Свидерский В.А. Кремнийорганические покрытия для защиты от биокоррозии. – Киев: Техника. – 1988. – 136 с.
5. Зацепин А.Н., Янбых Н.Н. Рекомендации по применению кремнийорганических добавок при строительстве цементобетонных покрытий дорог и аэродромов. – Союздорнии.Балашиха – 6. – Московская обл. – 1970. – 20 с.

УДК 666.972.162

МОДИФИКАЦИЯ ЦЕМЕНТОБЕТОНА ПОКРЫТИЯ ДОРОГ ГИДРОФОБНЫМИ ДОБАВКАМИ

© Дорошенко Ю.М., Сербин В.П., Дорошенко О.Ю.

В статье рассматриваются свойства цементобетонного покрытия с эффективными гидрофобными добавками. Установлено, что добавка 136-157М позволяет уменьшить В/Ц на 5% для малоподвижных смесей. При использовании более пластичных смесей процент уменьшения В/Ц достигает 9%. Гидрофобные добавки повышают морозоустойчивость (на 30...45%), водонепроницаемость (в 2,5...3,0 раза), прочность на удар (на 26...30 %) и уменьшают стирания (на 50...58 %).

Ключевые слова: цементобетонное покрытия, гидрофобные добавки, морозостойкость, водонепроницаемость, прочность.

UDC 666.972.162

MODIFICATION CEMENT-CONCRETE PAVEMENT HYDROPHOBIC ADDITIVES

© Doroshenko Y.M., Serbin V.P., Doroshenko A.Y.

The paper discusses the properties of concrete pavement with effective hydrophobic additives. Found that the addition of 136-157M can reduce the W/C by 5% for low-mobility mixtures. Using a plastic mixtures percent reduction in W/C is 9%. Hydrophobic additives increase the frost resistance (30...45%), water resistance (2,5...3,0 times), the strength of the blow (26...30%) and reduce abrasion (50...58%).

Keywords: concrete pavement, hydrophobic additives, frost resistance, water resistance, strength.

УДК 691.32

*Зайцева Е.И., кандидат технических наук, доцент,
Зайцева А.А., студентка V курса факультета СТ,
Соколова А.А., инженер, аспирантка каф. ТВВ и Б,
ФГБОУ ВПО «Московский государственный
строительный университет»,
129337, Россия, г.Москва, Ярославское шоссе д. 26
тел. +7(495) 781-80-07, e-mail: kanz@mgsu.ru*

ЭФФЕКТИВНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ СТЕКЛЯННЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБ И ЭЛЕМЕНТОВ КОЛОДЦЕВ ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ

В данной статье рассматривается вопрос применения стеклобоя в составе мелкозернистого бетона для заполнения полый стенки спиральновитой полиэтиленовой трубы при производстве труб и элементов колодцев повышенной коррозионной стойкости.

Ключевые слова: бетон, бой искусственных стекол, глубоководные канализационные выпуски, коммуникации, коррозионная стойкость сырья, твердые бытовые отходы, трубопровод.

Утилизация боя искусственных стекол, которой уделяется достаточно большое внимание во всех технически развитых странах, представляет существенный технико-экономический и экологический интерес. Стеклобой — неразлагающийся отход, засоряющий почвенный слой земли, поэтому подлежит переработке или соответствующему захоронению (последнее относится к электронным и фторсодержащим стеклам). Утилизируют отходы стекла главным образом в стекольной промышленности и производстве строительных материалов. В первом случае все технологии как в России, так и за рубежом основаны на повторном плавлении стеклобоя, то есть имеет место значительное перерасходование энергии.

Известно, что вовлечение отходов промышленности и твердых бытовых отходов (ТБО) позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов и конструкций по сравнению с производством их из природного сырья [1]. Кроме этого, это позволяет улучшить экологическую обстановку в регионах накопления техногенных отходов.

Вопросам использования боя искусственных стекол при создании строительных материалов уделялось внимание в МГСУ (ранее МИСИ) уже с середины 80-х годов. Проводились всесторонние исследования на выявление перспективности применения диспергированного боя искусственных стекол для получения вяжущих веществ и строительных материалов, которые характеризуются повышенными защитными, прочностными, антикоррозионными и другими свойствами [2].

С другой стороны, в настоящее время существует большая потребность в создании ряда инженерных коммуникаций и их элементов, выполненных из современных, коррозионностойких и долговечных материалов. В частности, речь идет о строительстве и реконструкции глубоководных канализационных выпусков на южном побережье России, а также смотровых колодцев и специальных емкостях и накопителях. Надо понимать, что трубопроводы относятся к системам жизнеобеспечения, и перерыв в их функционировании может вызывать серьезные последствия. Показателями качества трубопроводных систем является надежность и долговечность.

К сожалению, трубопроводы из традиционных материалов, таких как сталь и железобетон, подвержены наружному и внутреннему коррозионному разрушению, что приводит к потере

транспортируемой жидкости, недопустимому загрязнению окружающей среды, нарушению всех санитарных норм. Кроме этого, при строительстве трубопроводов систем канализации в условиях действий агрессивной водной среды при использовании традиционных материалов необходимо провести ряд дополнительных мероприятий по защите конструкций от коррозии, что становится неэффективным в силу больших первоначальных и эксплуатационных затрат.

Использование бетонных и железобетонных труб и элементов колодцев нельзя отнести к удачному решению из-за их высокого веса, трудностей при организации работ по устройству систем и низкой коррозионной стойкости бетона к действию агрессивных сточных сред, болот и морской воде.

В связи с этим коррозионная стойкость пластмассовых труб предопределила их монопольное применение во многих областях и технологических процессах, связанных с транспортированием агрессивных сред и в агрессивных средах. Поэтому применение именно пластмассовых труб при решении поставленных задач видится весьма перспективным.

Однако, в данном случае остро стоит вопрос о создании так называемой отрицательной плавучести элементов в водной среде и в обводненных грунтах в связи с тем, что средняя плотность труб из полимерных материалов составляет менее 1 г/см^3 .

Трубы и колодцы просто всплывают, а все предлагаемые варианты решения этой проблемы не являются технологичными. Плавучесть усложняет установку трубопровода и колодца и его фиксацию в обводненной траншее (рис.1), а также при устройстве глубоководных выпусков на дне моря. Для утяжеления труб используют специальные бетонные пригрузки, которые удорожают строительство практически в 2 раза (рис. 2).

Было сделано предположение, что сочетание двух компонентов – мелкозернистого бетона на основе стеклобоя и полимерной опалубки-оболочки позволит не только выполнить поставленную задачу, но и получить хороший экономический и экологический эффект за счет утилизации неразлагающегося отхода.



Рисунок 1. Смотровой колодец, выполненный из элементов полиэтиленовой трубы

Предположительно поставленную задачу можно решить путем заливки специальной композиции на основе измельченного несортированного боя искусственных стекол в полую стенку полимерной трубы, которая в данном случае будет выполнять функцию опалубки-оболочки.

Для решения вопроса по созданию глубоководных выпусков предлагается использовать так называемые спиральновитые трубы (СВТ), выпуск которых в последнее десятилетие налажен на нескольких заводах в РФ и Украины [3]. Средняя длина глубоководного выпуска по водной

середе должна составлять не менее 3 км. Характеристики предлагаемых спиральновитых труб следующие: длина составляет 6 м, внутренний диаметр - в среднем 2 м, профиль намотки имеет прямоугольное сечение ребром от 75 мм (рис. 2). Размеры труб СВТ приведены в таблице 1.

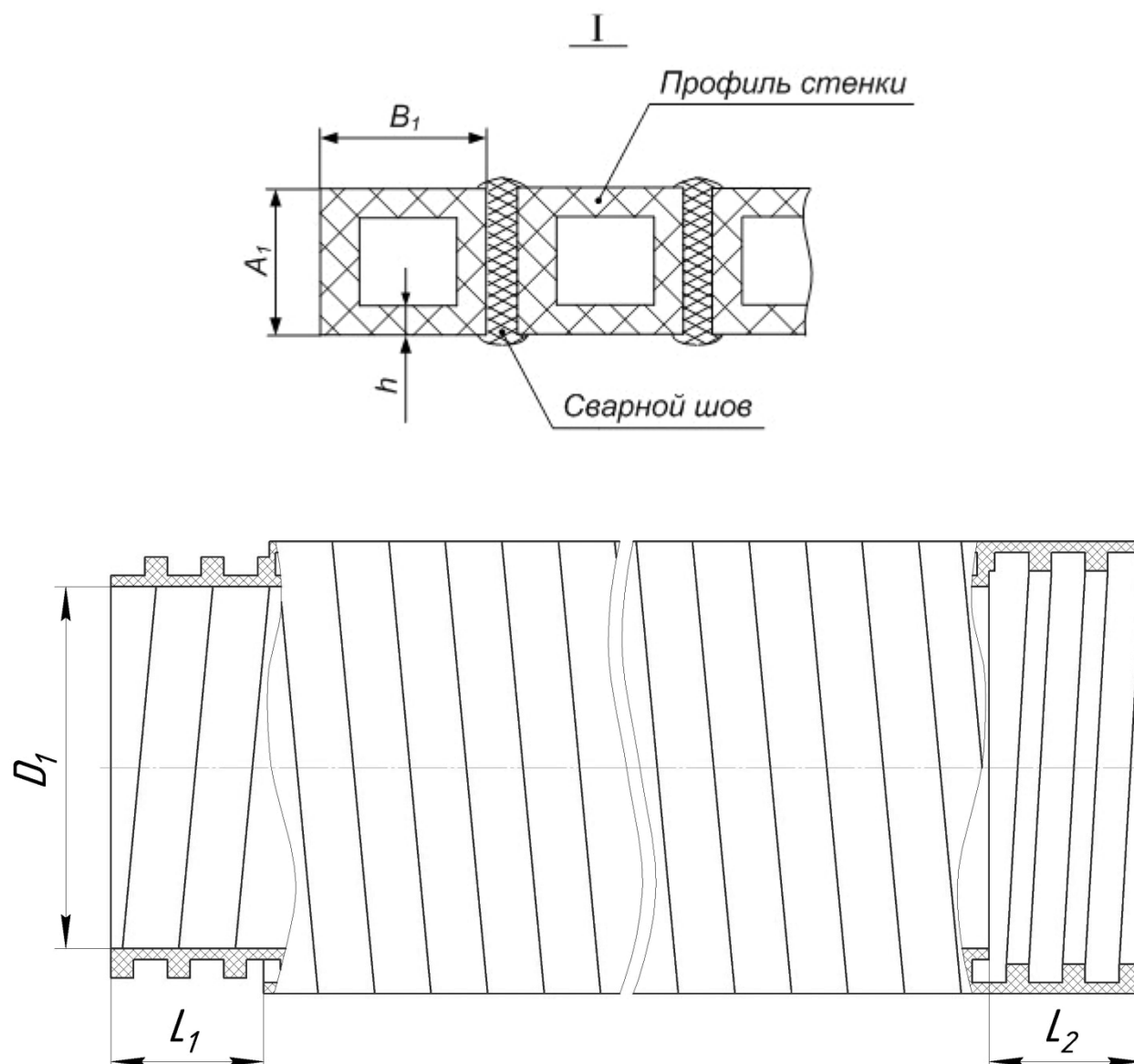


Рисунок 2. Полиэтиленовый трубопровод с бетонными пригрузами

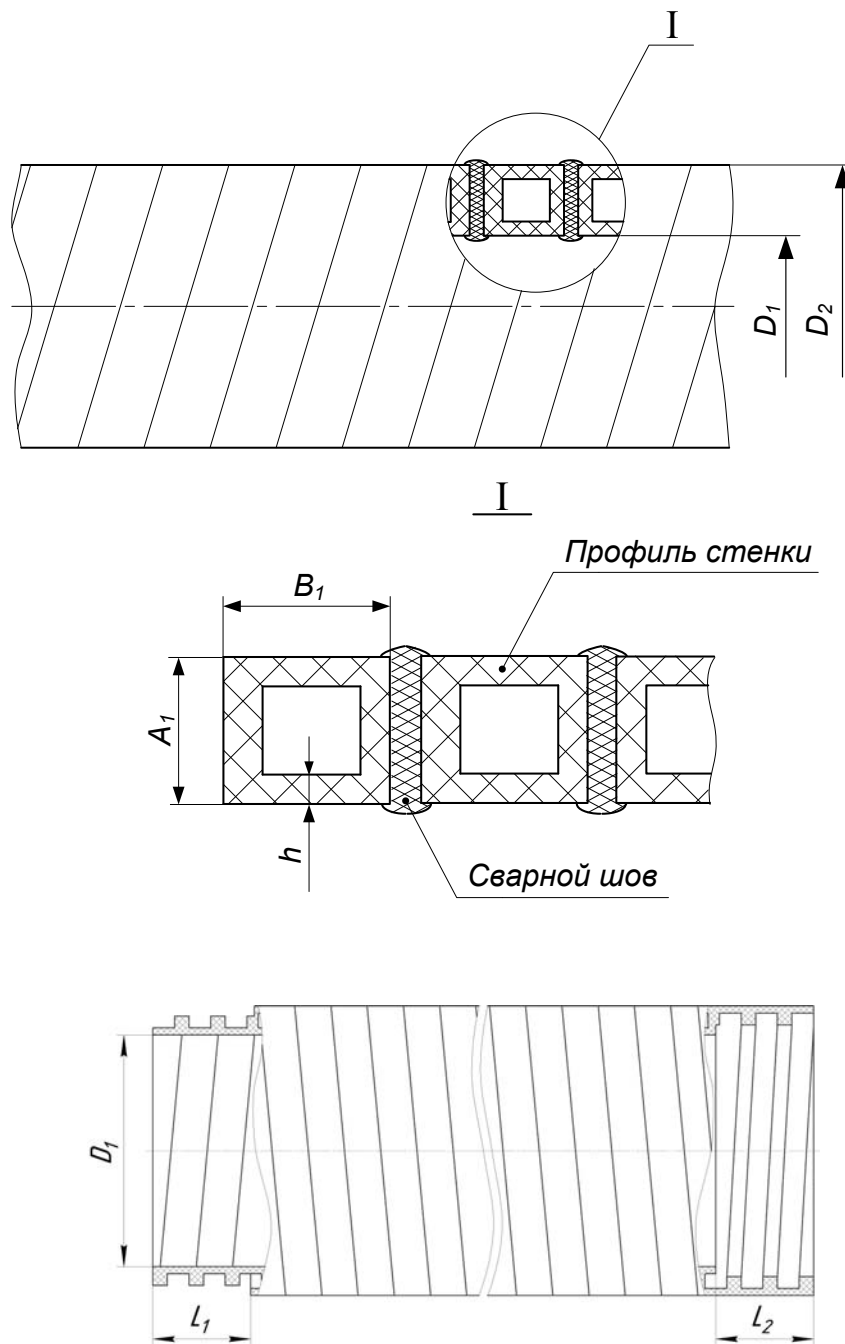


Рисунок 3. Конструкция спиральновитой трубы с полый стенкой

Таблица 1

Размеры труб СВТ в миллиметрах

№ п/п	Внутренний диаметр D_1		Наружный диаметр D_2		Параметры профиля стенки					
	Сред- ний	Пред. откл.	Сред- ний	Пред. откл.	Высота A_1		Ширина B_1		Толщина h	
					Средняя	Пред. откл.	Средняя	Пред. откл.	Средняя	Пред. откл.
1	2000	-18	2170,0	-18	85,0	-8,0	85,0	-6,0	7,5	-2,0
2	2200	-19	2370,0	-19	85,0	-8,0	85,0	-6,0	7,5	-2,0
3	2400	-20	2590,0	-20	95,0	-8,0	95,0	-6,0	8,5	-2,2

В качестве заливочной композиции предлагается использовать мелкозернистый бетон на основе стеклобоя, а в основу технологии стандартный процесс приготовления мелкозернистых бетонов. В данном случае стеклобой будет выступать в качестве заполнителя бетона и, возможно, как тонкодисперсный наполнитель.

Преыдушие исследования в этом направлении показали, что для получения высокоподвижной (П4 по ГОСТ 10181.0-81) композиции, твердеющей при положительной температуре без тепловлажностной обработки необходимо включать в состав мелкозернистых бетонов, природный песок, который в нашем случае будет заменен на дробленый стеклобой, тонкодисперсный компонент для исключения возможности расслоения бетонной смеси высокой подвижности (молотый стеклобой), цемент, воду, суперпластификатор и ускоритель твердения.

В качестве стеклобоя при производстве мелкозернистого бетона применяется несортированная смесь боя стекла (Табл. 2).

Таблица 2

Химический состав стеклобоя (% по массе)

Оксид	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO+MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃
Содержание, %	71,5-72,6	2-2,6	0,1-0,25	10-10,5	15,0-16,0	0,3-0,4

Дроблённый стеклобой применяется в качестве мелкого заполнителя. Основные характеристики мелкого заполнителя на основе стеклобоя:

- модуль крупности $M_k=0,945$;
- истинная плотность - 2,435 г/см³;
- насыпная плотность - 1,313 г/см³;
- содержание зёрен 5... 10 мм - не более 1,5% (по ГОСТ не более 5%);
- содержание мелких частиц (пыль) - 4% (по ГОСТ не более 10%).

Тонкодисперсный компонент представлен молотым до удельной поверхности 3000 – 4000 см²/г стеклобоем.

В качестве вяжущего применяется портландцемент М500 по ГОСТ 10178-85.

Для повышения подвижности бетонной смеси использовался суперпластификатор С-3.

Были исследованы несколько составов мелкозернистого бетона на основе стеклобоя для заливки в полуую стенку трубы СВТ (таблица 3):

Таблица 3

Материал	Ед. измер.	Состав 1	Состав 2	Состав 3
Цемент	кг	570	600	450
Дробленый стеклобой	кг	1350	950	270
Молотый стеклобой	кг	-	300	900
вода	кг	280	400	430
С-3	кг	2,4	2,3	1,6
В/Ц		0,49	0,66	0,95
итого	кг	2202,4	2252,3	2051,6
Утяжеление труб	т	2,7	2,8	2,6

Все три состава показали результаты, приемлемые для решения поставленной задачи.

В целом, проведенные опытные исследования по утилизации несортированного боя искусственных стекол при создании технологии получения элементов инженерных коммуникаций позволят оптимистично прогнозировать не только решение серьезной инженерной задачи, но и получить стойкий экологический и экономический эффект.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф.Е. Никулин, Утилизация и очистка промышленных отходов, Л-д, Судостроение, 1980.
2. Зайцева Е.И. Поризованный теплоизоляционный материал на основе стеклобоя, диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, М. 1998.
3. Трубы из полиэтилена спиральнолитые с полой стенкой замкнутого профиля. Технические условия ТУ 2248-001-94841881-06.

УДК 691.32

ЕФЕКТИВНА УТИЛІЗАЦІЯ СКЛЯНИХ ВІДХОДІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ТРУБ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОЛОДЯЗІВ ПІДВИЩЕНОЇ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ

© *Зайцева О.І., Зайцева А.А., Соколова А.А.*

У даній статті розглядається питання застосування склобою в складі дрібнозернистого бетону для заповнення порожнистої стінки спіральновитих поліетиленової труби при виробництві труб та елементів колодязів підвищеної корозійної стійкості.

Ключові слова: бетон, бій штучних стекол, глибоководні каналізаційні випуски, комунікації, корозійна стійкість, сировина, тверді побутові відходи, трубопровід.

UDC 691.32

EFFECTIVE UTILIZATION OF WASTE GLASS IN THE MANUFACTURE OF PIPES AND MANHOLE ELEMENTS INCREASED CORROSION RESISTANCE

© *Zaitseva E.I., Zaitseva A.A., Sokolova A.A.*

This report discusses the the questions of using glass cullet in the fine concrete to fill the hollow wall of plastic pipe in the manufacture of pipes and manhole elements increased corrosion resistance.

Keywords: concrete, artificial glass cullet, deep sewer issues, communication, corrosion resistance, raw materials, municipal solid waste pipe.

УДК 691.175:666.96+541.1

*Пушкарьова К.К., доктор технічних наук, професор,
Суханевич М.В., кандидат технічних наук, доцент,
Марціх А.С., аспірант*

*Київський національний університет будівництва і
архітектури, Повітрофлотський пр-т, 31, м. Київ, 03680
тел. +38(044) 245 48 31,
e-mail: sribm_pushkarova@mail.ru; m.suhanevich@mail.ru*

ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНІ РОЗЧИНИ, МОДИФІКОВАНІ ВУГЛЕЦЕВИМИ НАНОТРУБКАМИ, ЯК ОСНОВА ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ

У статті досліджуються фізико-механічні властивості портландцементних композицій, модифікованих вуглецевими нанотрубками, що дисперговані в розчин пластифікатора полікарбонатного типу, та показано позитивний вплив наномодифікаторів на механічні властивості цементного тіста та цементно-піщаних розчинів та прогнозовану ефективність використання наномодифікованих покриттів для гідроізоляції бетонних поверхонь.

Ключові слова: портландцемент наномодифікований, вуглецеві нанотрубки, полікарбонатний пластифікатор, стабільність дисперсії, механічні властивості, гідроізоляційні покриття.

ВСТУП

Вже більше двох десятиліть дослідження вчених багатьох країн доводять, що використання нанотехнологій в будівельному матеріалознавстві - це нова стратегія, новий підхід до процесу отримання композитів за рахунок направленої регулювання структури матеріалів на всіх рівнях, а особливо на нанорівні. Це дозволяє одержати нові за складом та якісно відмінних за структурою та властивостями конструкційні та спеціальні матеріали завдяки підвищеній активності наноматеріалів у структурі матриці. Останні можуть забезпечувати «самолікування», «самозаповнення» дефектів структури, що виникають в процесі експлуатації конструкцій і споруд. Зазначена особливість є вкрай актуальною для захисних, гідроізоляційних, ремонтних матеріалів, призначених для відновлення та зміцнення існуючих бетонних та залізобетонних конструкцій.

Структура бетону дозволяє використовувати різноманітні наноматеріали в повній мірі, розкриваючи їхні можливості щодо регулювання властивостей матеріалів з урахуванням умов експлуатації. Наночастинки різного походження: мікрокремнезем, нанокремнезем, колоїдний кремнезем, фулерени тощо активно застосовують в сучасних технологіях виробництва цементу і бетону, що дозволяє значно підвищити довговічність конструкцій, знизити усадку, стиранисть та загальну проникність [1]. Зазначений ефект був досягнутий за рахунок заповнення пор дрібними часточками нанодобавок та утворення додаткової кількості С-S-H за рахунок пуцоланової реакції між мікрокремнеземом та $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [2]. При цьому спостерігається зменшення вмісту відкритих пор, зміна розміщення пор за розмірами, також підвищується швидкість гідратації, зменшення вмісту портландиту, збільшення кількості хімічно зв'язаної води, прискорення синтезу низькоосновних гідросилікатів кальцію [3].

Інший напрямок наномодифікації цементної матриці полягає у її наповненні штучно синтезованими вуглецевими нанотрубками з діаметром, близьким до товщини шарів С-S-H. Авторами роботи [4] було встановлено підвищення механічної міцності бетонів, тріщиностійкості, динамічної в'язкості. Автори пояснюють зростання зазначених властивостей за рахунок мікроармування штучного каменю, причому нанотрубки не сприймаються як арматура у прямому сенсі, а лише як направляючі агрегати, що створюють умови для формування витягнутих кристалічних новоутворень,

які розростаючись та переплітаючись, частково зрощуються та створюють просторову сітку, що зв'язує у єдине ціле цементний камінь. Причому, на думку авторів [5], міцність бетону зростає в меншій мірі (близько 10%), в той час як міцність цементного каменю зростає на 30-40%, завдяки тому що на міцність бетону значно більше впливає його міцність на мікрорівні. Враховуючи зазначене особливий інтерес викликають дрібнозернисті бетони та розчини, оскільки масштабні рівні складових (цемент, добавки, дрібний заповнювач) наближаються до мікрорівня, що різняться від нанорівня лише на один порядок. Використання наномодифікаторів в гідроізоляційних розчинах, де розмір дрібного заповнювача обмежений 0,63 мм, також є досить виправданим та позитивно передбачуваним підходом.

Подальші дослідження вуглецевих нанотрубок як модифікаторів цементної системи показали, що їх ефективно вводити до складу пластифікаторів, що значно підвищує пластифікуючу дію останніх [6, 7].

Отже, позитивний науковий досвід щодо модифікації цементної матриці нанодобавками різних типів: нанотрубками та нанопорошками аморфних речовин (мікрокремнезем, кремнегель тощо) та одержанням на їх основі матеріалів з принципово новими властивостями, дозволяє передбачити значний ефект від модифікації цементних систем різного складу нанопорошками вуглецевих нанотрубок з метою одержання захисних, гідроізоляційних матеріалів з покращеними експлуатаційними властивостями та підвищеним терміном експлуатації.

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є створення модифікованих вуглецевими нанотрубками пластифікованих портландцементних в'язучих речовин та виготовлення на їх основі ефективних гідроізоляційних покриттів з підвищеним терміном служби для захисту бетонних та залізобетонних покриттів під час експлуатації.

Попередніми роботами [8, 9] показано можливість створення на основі шлакомістких в'язучих ефективних гідроізоляційних матеріалів за рахунок модифікації структури добавками природного та штучного походження: природним цеолітом та комплексною добавкою солей-електролітів. Введення до цементної матриці останніх дозволяє направлено формувати продукти гідрататії системи в бік створення низькоосновних гідросилікатів кальцію, цеолітоподібних новоутворень та еtringітоподібних сполук. При цьому відбувається ущільнення порового простору штучного каменю та проникнення складових покриття в структуру бетону, що захищається, і створюється водонепроникна, корозійностійка конструкція.

Проте, зазначений підхід відноситься до традиційних та розглядає компоненти цементної матриці на мікрорівні, а так широко досліджуваний останніми роками нанорівень у даній матриці залишається не задіяним. Викликає певні сподівання можливість регулювати властивості цементної матриці з принциповим покращенням її характеристик, задіявши саме нанорівень досліджуваного об'єкта.

МЕТОДИ І ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як сировинні матеріали в дослідженнях використовували портландцемент марки ПЦ-І 500, розчин пластифікатора полікарбоксилатного типу Sika-Plast 520, річковий кварцовий пісок (фракція <0,63 мм) та наномодифікатор - багатошарові вуглецеві нанотрубки, виготовлені на заводі ТМ «Спецмаш» (Україна) [10].

В якості наномодифікаторів цементної матриці було обрано поліедральні багатошарові вуглецеві наноструктури фулероїдного типу з міжплощинними відстанями 0,34...0,36 нм і розміром частинок 60...200 нм.

Вуглецеві нанотрубки (ВНТ) вводили у кількості 0,5, 1,0 та 1,5% від маси цементу у вигляді водної дисперсії полікарбоксилатного пластифікатора Sika-Plast 520. Вміст пластифікатора у водному розчині становив 1% від маси цементу.

Дисперсії готували в спеціальному дезінтеграторі кавітаційного принципу дії для змішування та рівномірного розподілення наночастинок в розчині. Стабільність дисперсій

досліджували з використанням лазерно-кореляційної спектроскопії [10].

Дослідження міцності цементного тіста проводили з використанням зразків-кубів 2x2x2x см та зразків-балочок 1x1x6 см, що випробувались після твердіння в стандартних умовах на гідравлічному пресі та на приладі Міхаеліса відповідно. Визначення кінетики зміни міцності цементно-піщаних зразків проводили за стандартною методикою на зразках-балочках 4x4x16 см після твердіння в стандартних умовах протягом різного часу за ДСТУ Б.В.2.7-187:2009. Структуру продуктів гідратації досліджували з використанням електронної мікроскопії.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Попередніми дослідженнями встановлено найбільш оптимальну технологію введення вуглецевих нанотрубок до цементних композицій, що передбачала попереднє приготування дисперсії ВНТ в розчині пластифікатора робочої концентрації, а потім наступне введення 0,5-1,5% модифікованого пластифікатора в цементну систему разом з водою замішування. Крім того, дослідженнями показано, що з розглянутих пластифікаторів різного типу: нафталінформальдегідного (Поліпласт СП-1), меламінформальдегідного (Muraplast FK 98) та полікарбоксилатного (Sika-Plast 520) найбільший вплив на підвищення фізико-механічних властивостей має саме останній – полікарбоксилатний. Його й було обрано для подальших досліджень.

На рис.1 представлено фотографії вуглецевих нанотрубок, отриманих з використанням різних видів мікроскопів. На рис.1.а,б видно структуру протяжних нанооб'єктів та наявність до 10 шарів в структурі вуглецевої трубки. На рис.1 в,г представлено неочищені вуглецеві нанотрубки, покриті шаром аерогелю для попередження злипання, що є проміжним продуктом в технології одержання саме високоочищених вуглецевих нанотрубок [10].

Для досліджень були використані неочищені нанотрубки, синтезовані в Інституті хімії поверхні НАН України, оскільки вони мають значно меншу вартість та є більш придатними для застосування в цементних системах завдяки наявності шару аерогелю, який є сумісним з цементною матрицею.

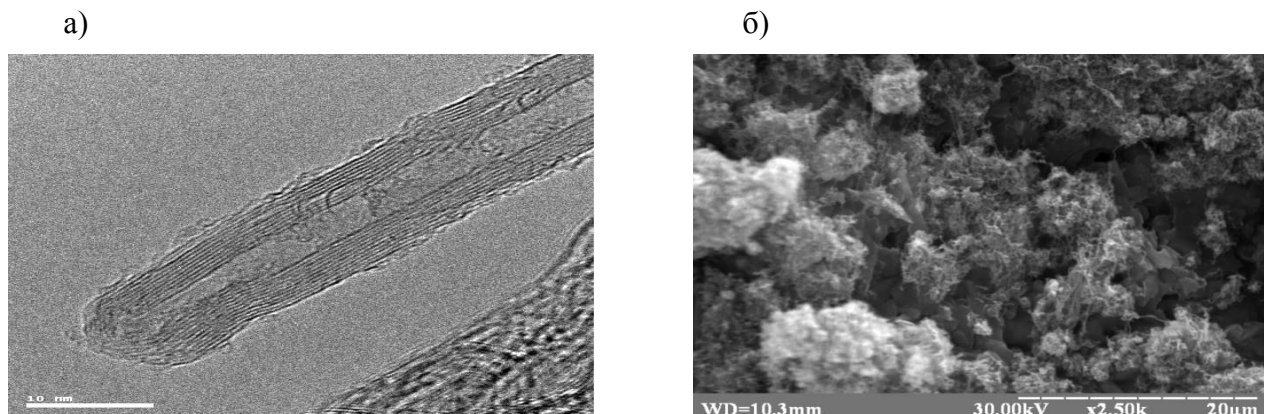


Рисунок 1. Зображення вуглецевих нанотрубок, що отримані методом просвітлюючої електронної мікроскопії (JEM-100CXII з граничною здатністю 0,14 нм) (а), та неочищених вуглецевих нанотрубок - при використанні растрового електронного мікроскопу (РЭМ-50 з граничною здатністю 10 нм) зі збільшення x2500

Стабільність дисперсії з різним вмістом ВНТ в розчині пластифікатора Sika Plast-520 було досліджено з використанням лазерно-кореляційної спектроскопії. Аналіз отриманих даних (таблиця 1) та графічної їх інтерпретації (рис.2) показали, що дисперсія з вмістом 0,5% ВНТ є більш придатною для використання, оскільки при середній дисперсності містить до 99,9 % частинок першої фракції з розмірами 10...150 нм, при цьому середній розмір усіх частинок становить 69 нм.

Таблиця 1

Характеристики дисперсій пластифікатора **Sika-Plast -520** з вуглецевими нанотрубками

№	Найменування характеристик дисперсії	Вміст нанотрубок у дисперсії пластифікатора Sika Plast-520, мас.%			
		0	0,5	1,0	1,5
1	Стабільність в часі	стабільний	дещо нестабільний	дещо нестабільний	дещо нестабільний
2	Кількість фракцій ВНТ	1	2	2	2
3	Середній розмір усіх частинок, нм	538	69	330	297
4	Перша фракція частинок:				
	- середній розмір частинок, нм	140...2000	10...150	27...200	40...200
	- кількість частинок, %	100,0	99,9	98,8	99,9
	- маса частинок, %	100,0	37,5	18,8	0,1
5	Друга фракція частинок:				
	- середній розмір частинок, нм	-	150...4000	200...2500	200...2300
	- кількість частинок, %	-	0,1	1,2	0,1
	- маса частинок, %	-	62,5	81,2	99,9
6	Полідисперсність системи	Висока	Середня	Середня	Середня
	PI	0,96	0,43	0,38	0,41

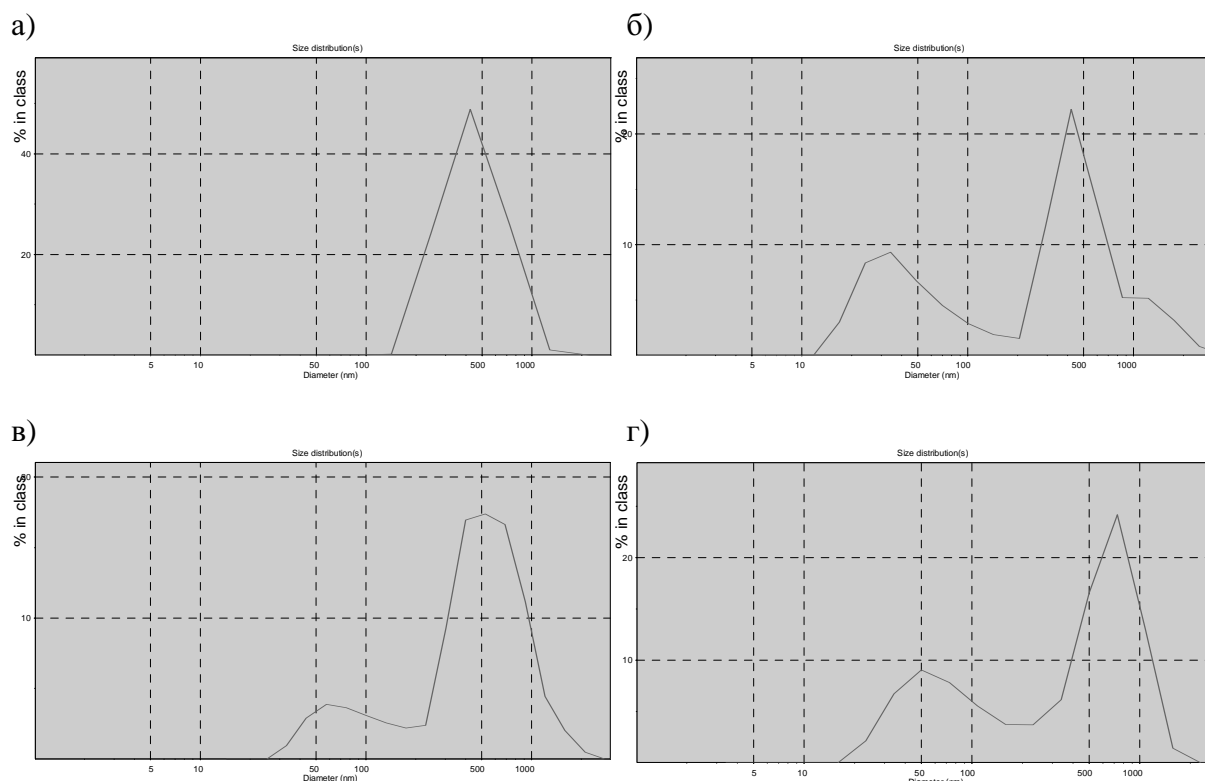


Рисунок 2. Дослідження стабільності дисперсій пластифікатора полікарбоксилатного типу Sika Plast-520 з вуглецевими нанотрубками (ВНТ) в часі, виконані з використанням лазерно-кореляційної спектроскопії:

зразки дисперсії без ВНТ (а) та дисперсій з вмістом ВНТ 0,5% (б); 1,0% (в) та 1,5% (г)

При збільшенні вмісту в дисперсії ВНТ до 1,5% збільшується середній розмір частинок, а середній розмір частинок першої фракції знаходиться в межах 27...200 нм, що є також прийнятним для використання в цементних системах. Відмічено, що всі дисперсії з різним вмістом наночастинок є досить стабільними, не виявлено осідання або агломерації ВНТ, з часом характеристики не змінюються.

Дослідження кінетики зміни міцності при стиску та згині зразків цементного тіста, модифікованого дисперсією пластифікатора Sika Plast-520 з різним вмістом ВНТ наведені на рис.3.

З отриманих даних видно, що введення ВНТ у цементну систему підвищує механічні показники наномодифікованих зразків порівняно з контрольними, і найвищими вони є для складу з вмістом ВНТ 1%: міцність при стиску збільшується на 56 %, а при згині - на 22 % після 28 діб твердіння. Причому виявлена тенденція спостерігається вже на 7 добу твердіння та зберігається протягом всього часу твердіння.

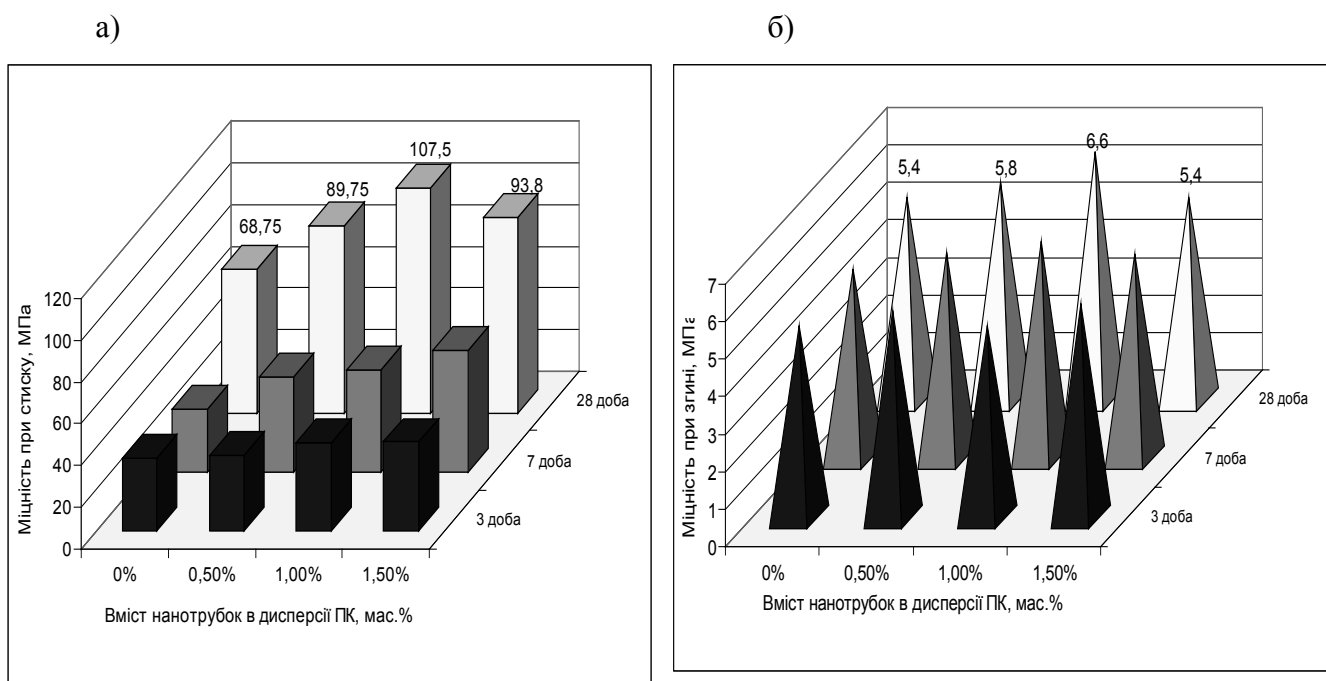


Рисунок 3. Кінетика набору міцності при стиску (а) та при згині (б) зразків портландцементного тіста, модифікованого дисперсією полікарбоксилатного пластифікатора Sika Plast -520 з різним вмістом нанотрубок

Підтвердилося твердження авторів [6,7] про підсилюючий пластифікуючий ефект для добавок в присутності вуглецевих нанотрубок. Пластичність цементного тіста з добавкою пластифікатора та ВНТ у кількості 1,0 % при однаковій витраті води та добавки підвищилась на 5-10%.

Зміна міцності цементно-піщаних зразків (рис.4) підтверджує тенденцію підвищення механічних властивостей при збільшенні вмісту ВНТ до 1%, але приріст міцності вже не є таким значним. Так, міцність при стиску збільшилась на 15% порівняно з бездобавочним складом, а при згині - на 13%. Отримані результати підтверджують тезу про найкращу роботу нанооб'єктів у матриці з близькими розмірами - в межах мікрметра: в разі збільшення розмірів частинок до міліметрового рівня ефект від введення наномодифікаторів знижується і навпаки.

Оптимальний склад цементно-піщаної композиції з пластифікуючою полікарбоксилатною добавкою та ВНТ в кількості 1% було нанесено на бетонну основу та досліджено водопоглинання покриття з використанням трубки Карстенса за ДСТУ Б.В.2.7-126:2011. Через 24 години водопоглинання склало 0,4-0,6 мл, в той час як покриття без добавки ВНТ характеризувалось

капілярним водопоглинанням в межах 1,5-1,8 мл.

Отриманий показник є досить високим для гідроізоляційних покриттів, проте підвищити його можливо за рахунок створення більш компактної упаковки частинок в системі «цемент-дрібний заповнювач» та досягнення безперервного гранулометричного складу покриття, що й буде предметом подальших досліджень.

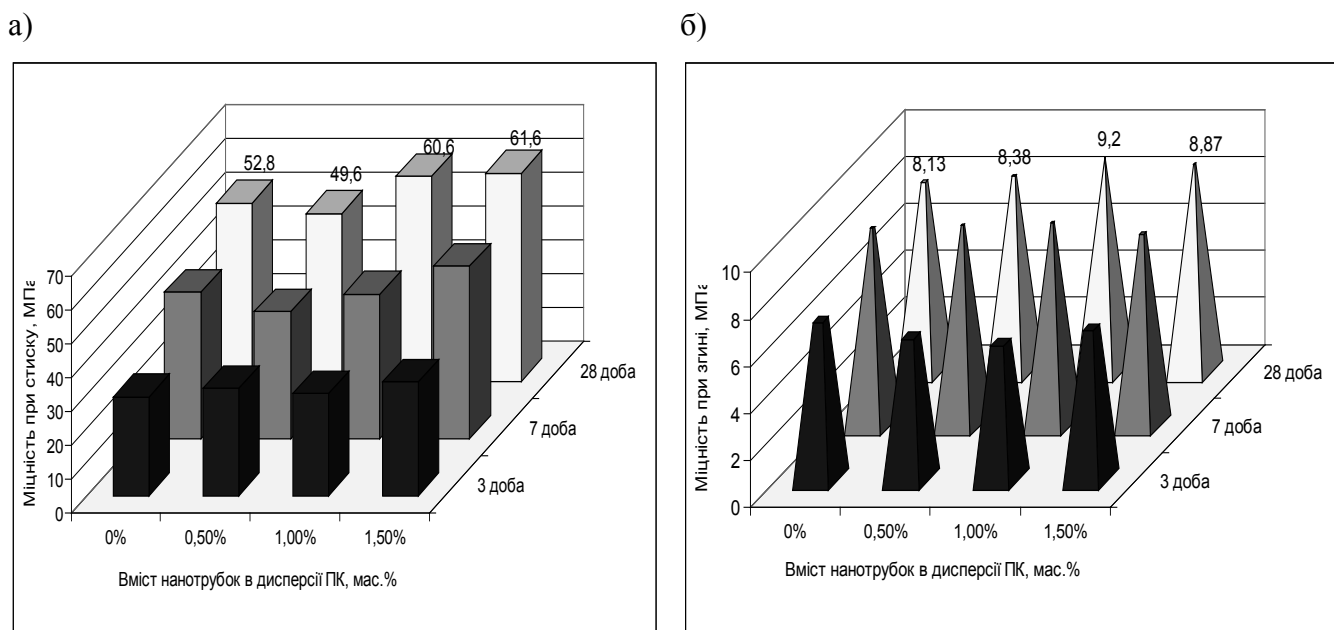


Рисунок 4. Кінетика набору міцності при стиску (а) та при згині (б) зразків цементно-піщаного розчину, модифікованого дисперсією полікарбоксилатного пластифікатора Sika Plast -520 з різним вмістом нанотрубок

ВИСНОВКИ

1. Показана можливість модифікації цементної матриці багатшаровими вуглецевими нанотрубками, диспергованими в розчині полікарбоксилатного пластифікатора Sika Plast- 520.
2. Досліджено стабільність дисперсій з використанням лазерно-кореляційної спектроскопії та виявлено, що всі дисперсії є стабільними в часі, а розмір частинок в дисперсії з вмістом 0,5% ВНТ становить 69 нм, а 1,0% ВНТ – 88 нм.
3. Встановлено, що вміст вуглецевих нанотрубок у кількості 0,5...1,0% дозволяє підвищити міцність цементного тіста при стиску на 55% , а при згині – на 22%.
4. Досліджено фізико-механічні властивості цементно-піщаних розчинів, модифікованих дисперсіями пластифікатора Sika Plast- 520 з різним вмістом ВНТ та виявлено, що тенденція підвищення міцності при введенні ВНТ зберігається, з найкращі показники характерні для зразків з вмістом 1% ВНТ в дисперсій пластифікатора. Показники міцності при стиску зразків оптимального складу на 15%, а при згині - на 13% перевищують показники контрольних складів.
5. Досліджено капілярне водопоглинання зразків покриття оптимального складу (вміст ВНТ в дисперсії пластифікатора 1%) та виявлено, що показник є вищим порівняно з контрольним складом на 15-20%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Middendorf B. Nanoscience and nanotechnology in cement materials / B. Middendorf, N. B.Singh // Cement International. – 2008 – № 1 – P. 56–54.
2. Campillo I. High performance nanostructured materials for construction / I. Campillo, J. S.Dolado, A. Porro // Nanotechnology in construction RSC publications . – 2004. – P. 215 –225.

4. Koward T. Influence of surface modified carbon nanotubes on ultra high performance concrete. / T. Koward // Proc. Int. Symp. Ultra High Performance Concrete, Kassel . 2004. P.195 – 202.
5. Ваучский М. Н. Направленное формирование упорядоченной надмолекулярной кристаллогидратной структуры гидратированных минеральных вяжущих/ М. Н. Ваучский // "Вестник гражданских инженеров". – 2005. – № 2. – С. 44–47.
6. Пономарев А. Н. Синергизм наноструктурирования цементных вяжущих и анизотропных добавок /А. Н. Пономарев // Индустрия. – 2005. – № 2. – С. 7–8.
7. Юдович М. Е. Наномодификация пластификаторов. Регулирование их свойств и прочностных характеристик литых бетонов / М. Е. Юдович, А. Н. Пономарев// Стройпрофиль. – 2007. – № 6. – С. 49–51.
8. Шлакомістки цементу, модифіковані цеолітами, як основа для отримання гідроізоляційних розчинів /Пушкарєва К.К., Суханевич М.В., Бондар К.В., Марцих А.С.// Вісник ДонДАБА, Зб. наук. праць „Сучасні будівельні матеріали, конструкції та інноваційні технології зведення будівель і споруд”, Том I, Випуск 2010-5 (85), Макіївка, ДонДАБА, 2010.- С. 102-108.
9. Пушкарєва К.К. Гідроізоляційні покриття проникної дії з покращеними експлуатаційними властивостями /Пушкарєва К.К., Суханевич М.В., Бондар К.В.// Зб.наук. праць «Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди», вип. Рівне, НТБГ, 2011.-С. 125-131.
10. Structure and resistance of the Al-C nano-composite material / S.L. Revo, Yu I. Sementsov, F.V. Lozovii, E.A. Ivanenko, L. Druga // Heat treatment and surface engineering. – 2008. – Vol. 8, № 2. – P. 3-17.

УДК 691.175:666.96+541.1

**ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНЫЕ РАСТВОРЫ,
МОДИФИЦИРОВАННЫЕ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОТРУБКАМИ, КАК ОСНОВА
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ**

© Пушкарева Е.К., Суханевич М.В., Марцих А.С.

В статье исследуются физико-механические свойства портландцементных композиций, модифицированных углеродными нанотрубками, диспергированными в раствор пластификатора поликарбоксилатного типа. Показано положительное влияние наномодификаторов на механические свойства цементного теста и цементно-песчаных растворов, а также прогнозируемую эффективность использования наномодифицированных покрытий для гидроизоляции бетонных поверхностей .

Ключевые слова: портландцемент наномодифицированный, углеродные нанотрубки, поликарбоксилатный пластификатор, стабильность дисперсии, механические свойства, гидроизоляционные покрытия.

UDC 691.175:666.96+541.1

**PORTLAND CEMENT MORTARS MODIFIED CARBON NANOTUBES AS A BASE
OF WATERPROOFING COATING**

© Pushkareva E.K., Suhanevich M.V., Marzikh A.S.

The article investigates physical properties portland cement compositions, modified carbon nanotubes, dispersed in a solution of the polycarboxylate-type plasticizer.

Are shown a positive effect of nanomodifiers on the mechanical properties of the cement paste and cement mortars , as well as the predicted efficiency of nano-modified coatings for waterproofing concrete surfaces.

Keywords: nano-modified Portland cement, carbon nanotubes, polycarboxylate plasticizer, dispersion stability, mechanical properties, waterproofing coating.

УДК 666.9.031

Старчук В.Н.¹, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, кандидат технічних наук, зав. відділом; Старчук Я.В.², наук. співробітник, Романенко В.В.³, директор,

¹ ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», вул. І.Клименка, 5/2, м. Київ тел.: +38(044) 249-37-85, e-mail: v.starchuk@bigmir.net

² Київський національний університет будівництва і архітектури, Повітрофлотський пр-т, 31, м. Київ,

³ ЗЗБК ПАТ «Домобудівний комбінат №4», вул. Лугова, 13, м.Київ, тел. +38(044) 430-56-22

ВЛАШТУВАННЯ ГІДРО- ТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ШАРІВ ПІДЛОГ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ БУДІВЛІ АПЕЛЯЦІЙНОГО СУДУ В КИЄВІ

Наведені дані з дослідження технології влаштування гідро- та теплоізоляційних шарів підлог багатоповерхової будівлі Апеляційного суду в Києві/

Ключові слова: гідроізоляція, теплоізоляція, підлога, будівля, конструкція, цемент, пісок.

При розробці конструкції та влаштуванні підлог нових багатоповерхових промислово-цивільних будівель і споруд особливо важливими та актуальними є забезпечення якості і відповідності технічним вимогам кожного шару, як правило, багатошарових елементів підлог, а саме: міцність, водонепроникність, тріщиностійкість, звукоізоляційні властивості, вогнестійкість, економічність, тощо [1,2]. В умовах реконструкції реальних об'єктів, наявності ряду обмежуючих чинників, особливо у зв'язку з виникненням додаткових навантажень, підвищенням вимог до звуко- та гідроізоляції, така задача стає значно складнішою. При її вирішенні використовують, як правило, композиційні матеріали [3-5], в яких враховують фізики-механічні властивості цементів, полімерних в'язучих, заповнювачів тощо. Оптимізація складів композиційних матеріалів та технологій виконання робіт дозволяє досягти необхідних результатів при мінімальних затратах

В роботі необхідно було розробити удосконалену конструкцію та технологію влаштування трьохшарової основи підлог для укладання паркету в офісних приміщеннях, а також чотирьохшарової основи з гідроізоляційним полімермінеральним покриттям (ГПМП) в коридорах, санітарно-технічних вузлах та технічних приміщеннях при добудові 27-ми поверхового адміністративно-висотного (АВК) будинку Апеляційного суду в м. Києві. У зв'язку з обмеженою несучою здатністю змонтованих в середині 80-х років ХХ століття конструкцій каркасу, а також специфічними особливостями функціонування об'єкта товщина нових нижніх шарів і стяжки не повинна перевищувати 110 мм, а вага – 120 кг/м². Більш високі вимоги пред'являлись до звуко- та гідроізоляції перекриття, їх екологічності, технологічності виконання робіт (удобоукладальності бетонної суміші, здатності до поверхневого ущільнення, загладжування, інтенсивному набору міцності, адгезії до полімерних в'язучих тощо) і економічності підлог.

З урахуванням результатів обслідування несучих конструкцій та рекомендацій Державного науково-дослідного інституту будівельних конструкцій при реконструкції АВК були демонтовані залізобетонні коробчаті і плоскі огорожуючі елементи, очищені від будівельного сміття, слідів корозії збірні конструкції каркасу (колони, ригелі, ребристі та пустотілі плити перекриття, блоки шахт ліфтів сходових клітин, діафрагми жорсткості тощо) та вузли з'єднань конструкцій, які більше

20-ти років піддавались дії атмосферних чинників. Після підсилення конструкцій, підсилення та консервації вузлів з'єднань, завершення монтажних, покрівельних і фасадних робіт були виконані роботи з удосконалення конструкції та технології влаштування основи підлог, розроблені та досліджені легкі бетонні і полімермінеральні гідроізоляційні просочуючі композиційні суміші основи.

Із ряду наймасовіших конструкцій підготовок підлог були розроблені трьохшарові підготовки для офісних приміщень та чотирьохшарові для коридорів, санвузлів і технічних приміщень. Трьохшарова конструкція основи підлог включала залізобетонну, головним чином, коритоподібну плиту перекриття, розроблений звуко-, теплоізоляційний шар із легкого бетону і цементнопіщану стяжку. Для приміщень з вологим режимом експлуатації та коридорів розробляли просочуючу полімермінеральну гідроізоляційну композицію.

При розробці та дослідженні легких бетонних сумішей використані: портландцемент М 400, активністю 39,8 МПа; пісок річковий кварцовий з модулем крупності $M_{кр}=1,33$; сіопор заповнювач, розроблений та виготовлений ВАТ «Центральна будівельна компанія» (м. Київ), з насипною щільністю 115 кг/м³ та $M_{кр}=3,9$; гранули пінополістиролу фр. 3-8 мм, насипною щільністю 30 кг/м³ з адгезійним покриттям; вода технічна; хімічні добавки-нітрит натрію та суперпластифікатор С-3.

При дослідженні полімінеральних сумішей використані: композиція поліуретанова просочувальна на основі ізоціанатів, поліольних сполук, модифікаторів та розчинників; наповнювач – пісок річковий кварцовий молотий з питомою поверхнею 1000, 1500, 2000, 2500 та 3000 см²/г; заповнювач - пісок річковий фр. менше 0,63.

Для визначення фізико-механічних властивостей бетону виготовляли з бетонної суміші з осадкою конуса 1-4 см зразки-куби з розміром ребра 7,07 см, які випробовували на стиск після твердіння в нормальних умовах на протязі 1 доби, 3 та 28 діб. Об'ємну щільність бетону визначали по стандартній методиці.

ГПМП складалося із 1 м.ч. полімерного в'язучого, 1 м.ч. наповнювача – піску молотого з різною питомою поверхнею та 0,2 м.ч. заповнювача – кварцового піску.

Міцність на стиск визначали на зразках-кубах з розміром ребра 20 мм згідно ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Для визначення деформацій усадки-набухання, водопоглинення та водонепроникності готували зразки із 1 м.ч. цементу та 3 частин піску, які після 28 діб нормального твердіння обробляли ГПМП, а тріщиностійкість по методиці [6].

В табл.1 наведені склади дрібнозернистих бетонних сумішей на щільному та пористих заповнювачах і дані їх міцності на стиск та об'ємної щільності. Виконані дослідження показали, що основа тільки із цементнопіщаного розчину (ТУ У 24.1-16282377-099:2007) не відповідала вимогам щодо звукоізоляції та обумовлювала суттєве перевантаження конструкцій каркасу об'єкту реконструкції.

Таблиця 1

Склади дрібнозернистих бетонів для влаштування основи підлог,
їх міцність та середня густина

Склад бетонної суміші							Міцність на стиск, МПа	Середня густина, кг/м ³
№ п/п	Портланд-цемент, кг/м ³	Пісок кварцовий, кг/м ³	Пористий заповнювач, м ³ /м ³	Нітрит натрію, кг/м ³	С-3, кг/ м ³	Вода, л/ м ³		
1	280	1460	----	1,4	1,96	195	10,5	1770
2	165	1530	----	0,83	1,16	135	52	1710
3	190	----	Сіопор, 1,15	0,95	1,33	220	9,0	610
4	320	130	Сіопор, 1,10	1,6	2,24	290	0,9	610
5	220	50	Пінополістирол	1,1	1,54	100	0,3	320

При влаштуванні середнього шару із легких бетонів забезпечувались вимоги щодо звукоізоляції та ваги підготовки. Однак, бетони з пінополістирольними гранулами хоч і відповідали вимогам за фізико-механічними показниками, не могли бути використані через низьку вогнестійкість та деструкцію гранул при їх нагріванні вище 80 °С.

Найбільше відповідав технічним вимогам і економічним показникам до підготовки основ підлог при реконструкції будинку АВК Апеляційного суду звуко- та теплоізоляційний шар із сіопорцементної суміші складу №4. Такі суміші легко перемішувати, укладати, розрівнювати, ущільнювати та загладжувати. Бетон із сіопор заповнювачами характеризувався міцністю на стиск 0,7-1,0 МПа, деформаціями усадки-набухання 0,31-0,41 мм/м, високою вогнестійкістю та екологічними показниками. Для виконання робіт з влаштування основ підлоги був підібраний комплект сучасного високопродуктивного обладнання, відпрацьовано та реалізовано технологічний регламент, який включав:

- дозування сіопор заповнювача в мішки по 166 л, цементу ПЦ 400 по 25 кг, підготовку хімічних добавок і їх транспортування на поверхні;
 - очищення плит перекриття, нівелювання підлог приміщень, влаштування точкових маяків із сіопорбетону, укладання по периметру офісних приміщень звукоізоляційного матеріалу «Поліізол», а в санітарнотехнічних вузлах – по всій площі приміщень;
 - приготування в гравітаційному бетонозмішувачі з об'ємом барабана 300 л сіопорцементної суміші. Для цього в змішувач засипали 166 л сіопор-заповнювача та 50 кг цементу. Після перемішування на протязі 1 хв сухих матеріалів, добавляли 35 л води з суперпластифікатром та прискорювачем твердіння і продовжували перемішувати ще 2-3 хв;
 - транспортування, укладання, розрівнювання та поверхневе ущільнення суміші;
 - витримування сіопорбетонного шару, вкритого поліетиленовою плівкою, не менше 24 год при температурі не нижче +5° С;
 - встановлення направляючих, приготування в розчинозмішувачі примусової дії з пневмоподачею суміші, подачі її пневмонасосом до місць виконання робіт;
 - укладання та ущільнення суміші, загладження і шліфування поверхні з допомогою дискових загладжуючи машин, витримування під плівкою не менше трьох діб;
 - демонтаж направляючих, завершення укладання суміші та шліфування поверхні;
- контроль якості поверхні тампінності сіопорбетону і цементопіщаного розчину.

На основі розробленої технології виготовлено та укладено близько 700 м³ сіопорбену міцністю в межах 0,7 – 1,0 МПа та об'ємною густиною 370 – 400 кг/м³, що дозволило влаштувати 26000 м² основ підлог, зменшивши навантаження на конструкції каркасу орієнтовно на 710 т в порівнянні з цементопіщаною стяжкою. При цьому, витримані умови щодо звуко-, теплоізоляційних, екологічних та ін. властивостей перекриття.

При влаштуванні підготовки вели контроль якості шарів підлог. Випробування показали відповідність основних характеристик сіопорбетону заданим вимогам по міцності на стиск, середній густині, екологічним вимогам, довговічності та ін. Коефіцієнт теплопровідності склав 0,094 Вт/мК, індекс приведенного рівня ударного шуму 58 дБ, усадка-повзучість – 0,31-0,41 мм, коефіцієнт тріщиностійкості більше 1,0, вогнестійкість – клас НГ згідно з ДБН В.1.1-7-2002.

З метою оптимізації складу гідроізоляційного покриття цементопіщаної стяжки підібрані і випробувані полімермінеральні суміші із полімерного в'язучого, наповнювача різної дисперсності та заповнювача із кварцевого піску, результати яких наведено в табл.2.

Дані табл. 2 свідчать, що з підвищенням дисперсності наповнювача прямо пропорційно зростає умовна в'язкість ГПМП і його міцність на стиск. Причому, використання наповнювача з питомою поверхнею 3000 см²/г в порівнянні з наповнювачем з поверхнею 2500 см²/г не суттєво впливає на приріст міцності композиції. Це дозволило рекомендувати для подальших досліджень в якості гідроізоляційного покриття цементопіщаних стяжок технологічні ГПМП складу №4.

Таблиця 2

ГПМП склади, їх умовна в'язкість та міцність на стиск.

Склад № п/п	Витрати матеріалів, м.ч.							Умовна в'язкість, с	Міцність на стиск у віці 28 діб, МПа
	ПМПГ	Пісок кварцовий							
		Фр.<1,25 мм	Молотий з питомою поверхнею, см ² /г						
			1000	1500	2000	2500	3000		
1	1 м.ч.	0,2 м.ч	1	-	-	-	-	220	65,0
2			-	1	-	-	-	240	74,5
3			-	-	1	-	-	260	81,0
4			-	-	-	1	-	280	85,5
5			-	-	-	-	1	300	87,0

Випробування показали, що водопоглинення вкритих ГПМП складу №4 зразків не перевищило 0,19% за 24 год і 0,24% за 48 год. Менше водопоглинення характерне для зразків з покриттям з наповнювачем з питомою поверхнею 2500-3000 см²/г, що обумовлено просочуванням на глибину 1-3 мм і кольматацією поверхневих пор цементопіщаних зразків не тільки полімерним в'язким, а й дисперсним мінеральним матеріалом, а також, очевидно, взаємодією непрореагованих поліізоціонатів за участі зв'язків типу Si-O-Si молотого піску.

Цілісність ГПМП визначали візуальною оцінкою покриття на зразках-балочках після 50 і 100 циклів їх зволоження та висушування, а також 180 і 360 діб витримки таких зразків в приміщенні з вологістю 60-75% і температурою 18-22 °С. Після всіх випробувань ГПМП на поверхні зразків мали суцільний шар; дефектів на поверхні покриття не виявлено.

Підсумовуючи викладене, важливо відмітити наступне.

В результаті виконаних досліджень розроблено та впроваджено удосконалену конструкцію і технологію трьохшарової основи підлог для укладання паркету в офісних приміщеннях, а також чотирьохшарової основи з гідроізоляційним покриттям в сантехнічних вузлах при добудові 27-ми поверхового АВК Апеляційного суду в Солом'янському районі в м. Києві. Результати досліджень можуть бути рекомендовані для широкого використання в умовах реконструкції та реставрації аналогічних об'єктів.

Виготовлено та укладено близько 700 м³ сіопорбену міцністю в межах 0,7 – 1,0 МПа та середньою густиною 370 – 400 кг/м³, що дозволило влаштувати 26000 м² основ підлог, зменшивши навантаження на конструкції каркасу АВК Апеляційного суду орієнтовно на 710 т в порівнянні з цементопіщаною стяжкою. При цьому, витримані умови щодо звуко-, теплоізоляційних, екологічних, гідроізоляційних та ін. властивостей перекриття.

Розроблено та досліджено з використанням вітчизняної, т.ч. полімерної сировини, гідроізоляційний полімермінеральний просочувальний матеріал, використання якого дозволило забезпечити гідроізоляційний захист сіопорбетону у вологих приміщеннях, максимально знизивши як витрати полімерних матеріалів, гідроізоляційного шару так і вартість в цілому.

Впровадження раціонально підібраного комплексу технологічного обладнання, оптимальної технології виконання робіт поряд з використанням комплексних добавок поліфункціональної дії та нових полімермінеральних композиційних матеріалів обумовило можливість інтенсивно вести роботи з влаштування підготовки підлог та своєчасно ввести об'єкт в експлуатацію

Впровадження удосконаленої конструкції та технології виконання робіт дозволило вирішити технічні задачі використання екологічно чистих матеріалів, зниження маси перекриття, скорочення терміну виконання робіт, а також знизити вартість влаштування багатшарової основи підлог при реконструкції АВК Апеляційного суду в м. Києві на 4,6 грн/м² і отримати економію 119,6 тис грн.

В подальшому передбачається продовження науково-дослідних робіт з удосконалення технологій та складів полімермінеральних композицій для підвищення техніко-економічної ефективності виконання підготовок підлог, в т.ч. з влаштуванням економічного фінішного покриття.

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.03.13-88. Полы. – М., ЦНИИпромзданий Госстроя СССР. 1988. – 16с.
2. Рунова Р.Ф., Шилюк П.С., Старчук В.Н. і ін. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво. Київ, УВПК «ЕксОб», 2008. – 355 с.
3. Соломатов В.И. Технология полимербетонных и армополимербетонных изделий. – М.:СИ, 1984. – 161с.
4. Липатов Ю.С., Сергеева Л.М. Взаимопроникающие полимерные сетки. Киев, «Наукова думка», 1979. – 159с.
5. Керча Ю.Ю. Исследование структуры и свойств полиуретанов и влияние на них дисперсных наполнителей: Автореф. дисс. д-ра хим. наук/ИХВМС. – К., 1972. – 25с.
6. Глуховский В.Д., Кривенко П.В., Старчук В.Н. и др. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. К., «Вища школа», 1981. – 223 с.

УДК 666.9.031

УСТРОЙСТВО ГИДРО-И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СЛОЕВ ПОЛОВ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ АПЕЛЛЯЦИОННОГО СУДА В Г. КИЕВЕ

© Старчук В.Н., Старчук Я.В., Романенко В.В.

Приведены данные по исследованию технологии устройства гидро- и теплоизоляционных слоев полов многоэтажного здания Апелляционного суда в Киеве

Ключевые слова: гидроизоляция, теплоизоляция, пол, здание, конструкция, цемент, песок

UDC 666.9.031

CONSTRUCTION OF HYDRO AND THERMAL INSULATION LAYERS FLOORS OF MULTI-STOREY BUILDINGS APPELLATE COURT IN KIEV

© Starchnuk V.N., Starchuk Y.V. Romanenko V.V.

The data for the study of device technology hydro and thermal insulation layers floors of multi-storey buildings in the Court of Appeal of Kyiv

Keywords: waterproofing, insulation, flooring, building, construction, cement, sand.

УДК 666.972.16: 620.193

Степанова В.Ф., доктор технических наук, профессор,
зав. лабораторией,
НИИЖБ им. А.А. Гвоздева
ОАО «НИЦ «Строительство»
109428, Россия, г. Москва, 2-я Институтская ул., д.6
+7(499) 171-43-74, e-mail: vfstepanova@mail.ru

ХИМИЧЕСКИЕ ДОБАВКИ И КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Приведен обзорный материал по химическим добавкам для бетона. Показано влияние добавок на эксплуатационные характеристики бетонных и железобетонных конструкций и эффективность их использования в условиях воздействия различных агрессивных сред.

Ключевые слова: химические добавки, бетон, коррозионная стойкость, область применения, экономическая эффективность

Продолжающееся соревнование между сторонниками применения стальных и железобетонных конструкций выигрывает тот, кто предлагает более экономичный и более долговечный вариант сооружения. В настоящее время, когда прежнее жёсткое требование экономии металла перестало быть актуальным, это соревнование ещё более обострилось. Во многих случаях железобетон является более универсальным материалом: возможность придания железобетонной конструкции любой формы, более высокая стойкость во многих агрессивных средах с минимальными затратами на дополнительную (вторичную) защиту, высокая долговечности являются преимуществами железобетонных сооружений. Однако высокая коррозионная стойкость железобетонных конструкций достигается лишь при правильном проектировании, учитывающем качество эксплуатационной среды, особенности применяемых для изготовления железобетона материалов. Одним из важнейших факторов достижения высокого качества железобетона является применение эффективных химических добавок. Правильно выбранные добавки позволяют создавать эффективную технологию, обеспечивать необходимые физико-механические характеристики бетона, высокую морозостойкость и коррозионную стойкость, необходимые в конкретных условиях эксплуатации конструкций.

Технические требования к добавкам регламентируются ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия», а методы испытаний - ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности». С учётом этих документов создано большое число технических условий на конкретные виды добавок. Оценивая ситуацию с техническими условиями на добавки с позиций коррозионной стойкости бетонов, следует отметить следующее. По нашему мнению, технические условия должны отражать как положительное, так и негативное влияние добавок на бетонные смеси и бетоны. Однако нередко негативное влияние отдельных видов добавок на определённые характеристики бетонов замалчиваются. Очевидно, это происходит по двум причинам. Первая из них – желание изготовителя продать максимальное количество продукта. Намеренное исключение указаний о негативных побочных явлениях от применения добавки в сопроводительных документах следует оценивать как недобросовестную рекламу со всеми вытекающими отсюда последствиями. Однако нередко случаи, когда разработчик и изготовитель не выполняют в полном объёме необходимые испытания добавок. В этом случае

возможное негативное влияние добавки остаётся не выявленным и проявляет себя лишь в реальной технологии и в конструкции. К таким негативным явлениям относятся – наличие в добавке компонентов, вызывающих коррозию стального оборудования, стальной арматуры и закладных деталей, а также коррозионное растрескивание предварительно напряжённой арматуры, введение в бетон большого количества щелочей, способных взаимодействовать с кремнезёмом заполнителей и вызывать разрушение бетона в процессе эксплуатации конструкций. Некоторые добавки способны вызывать существенное изменение обычного процесса гидратации вяжущего с образованием компонентов, способных к перекристаллизации в поздние сроки – после набора бетоном прочности. В результате со временем может произойти растрескивание бетона, снижение несущей способности железобетонной конструкции. В ряде случаев применение химических добавок вызывает образование высолов на поверхности конструкций и ускоренное разрушение от морозных воздействий.

Как правило, испытание добавок должно выполняться по большинству показателей, названных в ГОСТ 30459-2008, где приведен перечень обязательных испытаний для добавок разных видов.

Остаётся актуальной разработка добавок, повышающих морозостойкость бетона. В настоящее время принципиально решён вопрос получения бетонов высокой морозостойкости марок до F1000 и более. Как правило, такие добавки по составу являются многокомпонентными и включают в себя пластифицирующие (водоредуцирующие) и воздухововлекающие (микрогазообразующие) компоненты. С помощью таких комплексных добавок в разное время получены бетоны высокой морозостойкости при возведении Кислогубской приливной электростанции, выдержавшие в сооружении более 15000 циклов замораживания и оттаивания. Получены высокоморозостойкие бетоны для плит трамвайного пути новой конструкции и другие.

В настоящее время проблема состоит в том, чтобы расширить номенклатуру комплексных добавок указанного назначения. В частности, придать этим комплексам большую технологичность (дозирование на бетоносмесительных узлах одного комплексного продукта, создание сухих комплексных добавок, не расслаивающихся и не боящихся замораживания). В этом плане удачной является разработка порошкообразного модификатора ПФМ-НЛК, нашедшем применение в условиях Якутии (Республика Саха) при строительстве на вечной мерзлоте и на Дальнем Востоке. Модификатор позволяет получать бетоны марок F300-F400. Тем не менее, работы в этом направлении следует продолжить с целью получения модификаторов для бетона марок F1000, что необходимо для сооружений, эксплуатирующихся при воздействии морской воды, солевых сред и мороза.

Исследования, выполненные в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, показали, что с помощью добавок можно сильно повысить стойкость бетонов в агрессивных сульфатных средах. Бетоны особо низкой проницаемости марок W16-W20, изготавливаемые с применением водоредуцирующих добавок, в первую очередь с С-3 и «Реламикс», обладают сильно выраженной коррозионной стойкостью в этих средах. Ещё выше сульфатостойкость бетонов указанных марок, изготовленных с применением органо-минеральных комплексов, соержащих С-3 и аморфный микрокремнезем, например модификатор МБ-01. Сульфатостойкость этих бетонов, приготовленных на рядовых среднеалюминатных цементах, значительно превосходит стойкость бетонов марок W4-W8, изготовленных на сульфатостойких портландцементах. Имеется реальная возможность готовить сульфатостойкие бетоны на рядовых цементах, отказаться от применения дефицитных сульфатостойких цементах. Работы в указанном направлении продолжаются.

Исследования показывают, что коррозия бетона, вызываемая взаимодействием реакционноспособного диоксида кремния со щелочами (РЩК), наблюдается не только при использовании цемента с повышенным содержанием щелочей (более 0,6%), но и при введении в бетон добавок, содержащих катионы щёлочных металлов (натрий и калий). Кроме того, щёлочесодержащие добавки снижают конечную прочность бетона и вызывают образование

высолов. Щёлочи содержится в большинстве минеральных солей, применяемых в качестве добавок-ускорителей и противоморозных добавок. В условиях дефицита заполнителей с низким содержанием реакционноспособного кремнезёма проблема разработки безщелочных добавок названного назначения становится особенно актуальной.

Замена щёлочесодержащих добавок на кальцийсодержащие снижает опасность РЦК, однако, возникают другие проблемы и в первую очередь коррозия стальной арматуры. Общеизвестно, что добавки хлорида кальция – эффективного ускорителя твердения и противоморозной добавки – вызывают депассивацию и коррозию стальной арматуры. Добавки нитрата кальция опасны для предварительно напряжённой арматуры, поскольку могут вызывать коррозионное растрескивание. Один из путей решения задачи, предложенный ранее в НИИЖБ, совместное применение водоредуцирующих добавок и небольшого количества солей-электролитов. При снижении водоцементного отношения концентрация электролита в жидкой фазе твердеющего бетона увеличивается, что повышает в целом эффективность добавки. Встречаются некоторые предложения по применению противоморозных добавок при дозировке 1-2% при температуре до минус 25°C. Парадоксально это даже слышать! Во-первых, дозировка противоморозных добавок, как правило, высокая 8-10%, во-вторых, как показывает практический опыт, добавок, работающих при температуре минус 25°C, практически нет. Практика строительства за рубежом, активно внедряющаяся в отечественное строительство, предполагает использование эффекта от противоморозных добавок лишь в период транспортирования и укладки бетонной смеси в опалубку. В дальнейшем уход за бетоном предполагает его утепление и/или обогрев бетона.

Следует отметить, что в настоящее время практически не применяются по основному назначению добавки-ингибиторы коррозии стали в бетоне, хотя в 70-х годах применение таких добавок в комплексах НК, НКХ было достаточно распространено. Полагаем, что такое положение сложилось вследствие уменьшения объёмов научно-исследовательских работ в технологии бетона. В то же время, за прошедшие десятилетия в Российской академии наук разработаны новые эффективные органические ингибиторы коррозии металлов. Например, ИФХАН-80 – мигрирующий ингибитор коррозии, который может применяться как для защиты арматуры в новых конструкциях, так и при их ремонте на стадии эксплуатации.

Строительный рынок заполняется зарубежными добавками, эффективность которых в условиях строительства в наших странах не всегда доказана. Развитие исследований в области технологии бетона, в частности создание отечественных добавок – модификаторов бетона является насущной задачей.

Надо отметить, что немало появилось на рынках и отечественных добавок. В основном это добавки-ускорители твердения с пластифицирующим эффектом, добавки-пластификаторы и суперпластификаторы. Отрадно, что отечественные производители начинают конкурировать с зарубежными поставщиками добавок, но, к сожалению, приходится констатировать, что порой появляются добавки, не отвечающие требованиям стандартов и технических условий на эти добавки. С целью исключения появления на рынке некачественных продуктов необходимо иметь единый подход и единые критерии оценки качества добавок.

Технические условия должны разрабатываться на основании результатов испытаний добавок по комплексу необходимых и достаточных показателей с тем, чтобы оценить их основное действие на бетон, выявить возможные негативные действия на бетонные смеси и бетон.

Наиболее распространённые и проверенные на сегодня добавки нашли широкое применение в практике строительства. В качестве позитивного примера можно привести создание системы добавок с торговой маркой «Универсал – П-2», «Универсал – П-4», «Хидетал – П-5», а также этой марки П-6, П-7, П-8, ГП-9. Надо отдать должное фирме «СКТ-Стандарт», которая с самого начала своей работы, когда имела только добавку ЛМГ-1, вела свои работы на научной основе. Отсюда ее высокий рейтинг на отечественном рынке. Хорошо себя зарекомендовали добавки «Релаксол», а также комплексные добавки, изготавливаемые на его основе. Это суперпластификаторы и

ускорители твердения «Реламикс» и «СП-3», суперпластификатор с противоморозным действием «С-3 Р2». Указанные добавки исследованы в НИИЖБ им. А.А. Гвоздева по большому комплексу показателей и для них определена широкая область применения, включая преднапряжённые конструкции, армированные высокопрочными арматурными сталями и бетон с высокими показателями водонепроницаемости и морозостойкости.

Широкому массовому внедрению добавки предшествует детальное изучение её свойств с учётом качества и долговечности бетонных и железобетонных конструкций. При наличии грамотных технологов, как правило, можно найти решение той или иной задачи с учётом свойств материалов, вида добавки, условий эксплуатации конструкции.

Но не маловажный фактор в конкуренции – экономический. Поэтому при прочих равных условиях потребители выбирают наиболее экономически выгодную добавку. Выбирая те или иные добавки, всегда необходимо помнить, что строим мы не на один год, поэтому вопрос их влияния на коррозионную стойкость железобетонных конструкций должен быть одним из важнейших факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».
2. ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Определение и оценка эффективности».
3. ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования».
4. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85».

УДК 666.972.16: 620.193

ХІМІЧНІ ДОБАВКИ ТА КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

© Степанова В.Ф.

Наведено оглядовий матеріал щодо хімічних добавок для бетону. Показано вплив добавок на експлуатаційні характеристики бетонних і залізобетонних конструкцій та ефективність їх використання в умовах впливу різних агресивних середовищ.

Ключові слова: хімічні добавки, бетон, корозійна стійкість, область застосування, економічна ефективність

UDC 666/972/16:620/193

CHEMICAL ADDITIVES AND CORROSION RESISTANCE OF CONCRETE

©Stepanova, V.F.

An overview material for chemical additives for concrete is given below. Shows the effect of additives on the performance of concrete and reinforced concrete structures and the effectiveness of their use in conditions of various aggressive environments.

Keywords: chemical additives, concrete, corrosion resistance, sphere of application, cost-effectiveness.

ЗАХИСНІ КОМПОЗИЦІЇ

ЗАЩИТНЫЕ КОМПОЗИЦИИ

PROTECTING COMPOUNDS

УДК 614.842

Цанко Ю.В.¹, кандидат технічних наук, ст. наук. співр., Київський науково-дослідний інститут судових експертиз МЮ України,

*Гузій С.Г.², кандидат технічних наук, ст. наук. співр.,
¹м. Київ, вул. Смоленська, 6, тел. +38(044) 200-29-26,
e-mail: Alekslion77777@bigmir.net*

²Науково-дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів ім. В.Д. Глуховського Національного університету будівництва і архітектури, Повітрофлотський пр-т, 31, м. Київ, 03680, тел. +38(044) 245 48 30, e-mail: sguziy@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ ДЕРЕВИНИ НА ПРОЦЕС БІОЛОГІЧНОГО РУЙНУВАННЯ

На основі аналізу узагальненої інформації про біологічне руйнування деревини сформульовані вихідні вимоги до модифікаторів, що забезпечують необхідні параметри біологічного захисту та функціональності, встановлено ефективність біологічного захисту деревини азотно-фосфорними сполуками та покриттями.

Ключові слова: деревина, біологічне руйнування, модифікатори, взаємозв'язки.

Актуальність проблеми. Деревина є унікальним природним будівельним матеріалом, який має порівняно високу міцність при невеликій об'ємній масі (високий коефіцієнт конструктивної якості), достатньою пружністю, низькою тепло-звукопроникністю, високою декоративністю, легко піддається механічній обробці. Все це визначає широке застосування дерев'яних конструкцій у різних галузях народного господарства. Однак, у зв'язку з постійною хімізацією народного господарства, розширенням впровадження біотехнологічних процесів у виробництво, на будівельні матеріали та вироби впливає все більше кількість агресивних середовищ, одними з яких, є мікроорганізми і продукти їх метаболізму. Біостійкість стає визначальним чинником надійності і довговічності будівель і споруд з деревини. Ураженню мікроорганізмами схильні промислові, житлові та громадські будівлі, так як дрібні частки органічної речовини - ґрунту, рослин, тварин, слугують грибам поживним субстратом і практично завжди присутні в повітрі, осідають на поверхню конструкцій, а підвищена вологість деревини прискорює процеси біокорозії [1-4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Руйнування деревини під дією біологічних агресорів - ключова проблема «дерев'яного» домобудівництва. Зовні нешкідливі прояви біологічного зараження наносить утрату як зовнішньому вигляду дерев'яних конструкцій, так і їх експлуатаційними характеристиками, що може призвести до руйнування. Основними біодеструктором деревини є гриби - в наших широтах на їх частку припадає 90 % біологічного руйнування деревини. Схема росту грибів та проникнення їх спор у структуру деревини представлена на рис. 1

Деструктивний процес характеризується в першу чергу розпадом целюлози, потім появою видимих глибоких тріщин, трухлявості, поділу структури деревини на окремі фрагменти у вигляді пластинок (пластинчаста гниль) і волокон (волокониста гниль). На першій стадії виникнення корозійного процесу гниття спостерігаються вицвіти, потім з'являються білі плями і вдавненості. Процес протікає з руйнуванням лігніну і частковим скупченням целюлози. Кінцева стадія процесу характеризується видимими довгастими порожнечами із залишками целюлози всередині (ситова, ямчаста гниль).

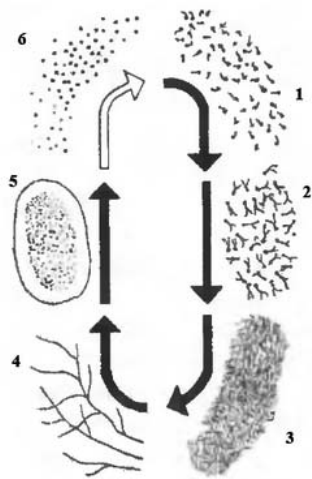


Рисунок 1. Схема розвитку гриба: 1, 2 – проростання спор гриба; 3 – утворення грибниці; 4 – утворення шнурів; 5 – утворення плодового тіла; 6 – спори, які покинули плодове тіло

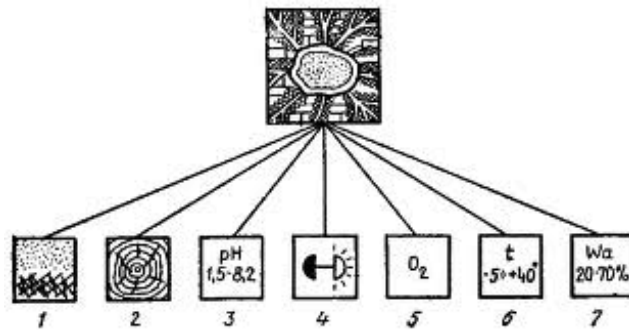


Рисунок 2. Необхідні умови для проникнення та проростання спор грибів у деревині: 1, 2 – наявність ушкоджень і тріщин на корі деревини; 3 – оптимальні значення рН ґрунту та навколишнього середовища; 4, 5 – наявність помірного освітлення та доступу вільного кисню; 6, 7 – оптимальний температурно-вологісний режим

Дереворуйнівні гриби руйнують структурні компоненти - клітинні стінки деревини. Вони вражають живу деревину, вологі і сирі деревні матеріали та вироби з них. Серед них є види, які краще засвоюють целюлозу, і види, які засвоюють і целюлозу, і лігнін, і гемицеллюлозу (рис. 3, 4).



Рисунок 3. Біологічна деструкція деревини

Експерименти з вивчення поведінки матеріалів в умовах впливу мікроорганізмів і натурні обстеження будівель і споруд свідчать про зниження показників міцності. За кілька місяців біоруйнівники здатні знищити конструкції з деревини.

Необхідні умови для протікання процесу гниття - температура навколишнього середовища від 0°C до +40°C, вологе середовище (18-70%), застійні явища повітря та вологість самої деревини 15-20%. Швидкість процесу гниття залежить від виду гриба, який вразив деревину, від породи ураженого дерева, від умов, в яких протікає процес гниття.

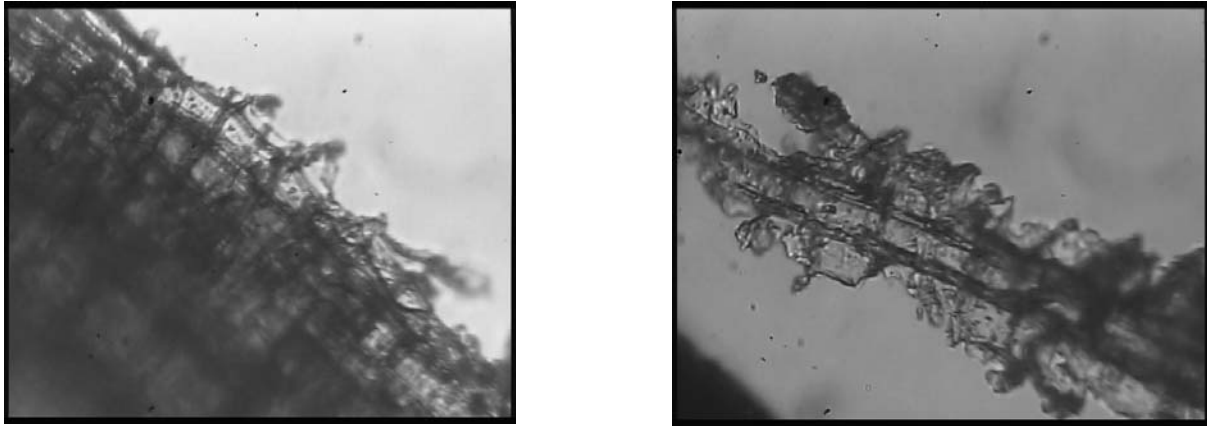


Рисунок 4. Біологічна деструкція волокон деревини

У зв'язку з цим все більше зростає інтерес до способів підвищення біостійкості деревини. Одним з таких способів в останні роки багатьма виробниками розглядається хімічна модифікація поверхні деревини.

Мета роботи. Дослідження процесів біозахисту деревини просочувальними речовинами та покриттями.

Виклад основного матеріалу. Захист деревини повинен проводитися у комплексі, які спрямовані на продовження терміну служби дерев'яних конструкцій, здатних запобігти їх гниття, що надають їм додаткову міцність і стійкість до несприятливих впливів навколишнього середовища. Комплексний захист матеріалу від так званої біокорозії включає в себе обробку деревини ефективними антисептиками і покриттями.

Для захисту від набрякання деревину просочують гідрофобними речовинами або покривають поверхню водостійкими фарбами і лаками. Але така обробка повністю не усуває сорбційного зволоження. Щоб повніше захистити деревину від набрякання, її просочують петролатумом, розплавом сірки, кремнійорганічними полімерами, гідрофобними антисептиками, поліетиленгліколем.

Просочення підвищує опір стиранню, загниванню і дії хімічно агресивних середовищ. Просочену деревину застосовують для опор, стояків, щитів опалубки. Кремнійорганічні полімери мають гідрофобну дію, високу тепло- і термостійкість, здатність хімічно зв'язуватися з деревиною.

Проведено дослідження з визначення біостійкості деревини методом визначення біологічної стійкості до дії мікрофлори лісового ґрунту, враженого культурами грибів роду *Ceratocystus*, *Sporodemia*, *Penicillium* згідно з [5] в умовах лабораторії хімічної обробки та захисту деревини. Зразки деревини сосни розміром 30x30x15 мм просочували біозахисним препаратом полігексаметиленгуанідін.

Біоцидні властивості полімерного препарату полігексаметиленгуанідину по відношенню до деревини та комплексних сполук антисептика та антипірена визначались в біологічних лабораторіях Українського науково-дослідного інституту механічної обробки деревини та Державного науково-технічного центру консервації та реставрації пам'яток (ДНТУ "Конрест"). Випробування проводились на тест-культурах бактерій, грибів, нижчих рослин, що добуті з флори "біопшкодженої" деревини. Ефективність полігексаметиленгуанідин фосфату порівнювалась з антисептиками-дезінфекаторами, що

традиційно використовуються у практиці реставрації “Катаміном-А” і “Катапіном бактерицидним”. Були використані однопроцентні водні розчини антисептиків. Експозиція вирощування грибів складала 24 години за 28°C. Фунгіцидна дія препаратів визначалась відповідно до ГОСТ 9.048–89 [5] за ступенем обростання тест-зразків деревини в процесі вирощування грибів у вологій камері. Результати наведено в таблиці 1.

Аналіз результатів випробувань показав, що бактерицидна активність однопроцентного водного розчину полігексаметиленгуанідинфосфату незначно поступається еталону “Катаміну” та перевищує активність контрольного препарату “Катапіну”.

Таблиця 1

Результати тестування фунгіцидної активності біопрепаратів

Назва антисептика	Концентрація водного розчину, %	Зона враження деревини, см	Тривалість ефективної дії, діб	Примітка
Катамін	1	2,0	30	Еталон
Катапін	1	1,9	7	Контроль
Полігексаметиленгуанідинфосфат	1	2,1	20	Ефективний бактерицид

Подальші дослідження проводили для оцінювання динаміки біообростання дерев'яних брусків, що послідовно обробляли антипіреном і антисептиком полігексаметиленгуанідинфосфат та комплексних сполук антисептика та антипірена. В якості антипірену використовували розчин суміші солей з 20% діамонійфосфата, 10% сульфата амонію і 1% піноутворювача, 89% води. Оброблені та висушені до постійної маси бруски деревини обробляли суспензією спор основних видів домових грибів (настояний, білий, пливчастий (*Coniophora*, *Merulius*, *Hentinas lipidens*), а також стовбовий і шпальний чешуйчатий (*Trametes serialis*, *Poria vulgaris*)), закладали у вологу камеру й витримували за температури 25°C протягом 68 діб. Результати динаміки втрати маси дерев'яних брусків наведено на рис. 5 та в табл. 2.

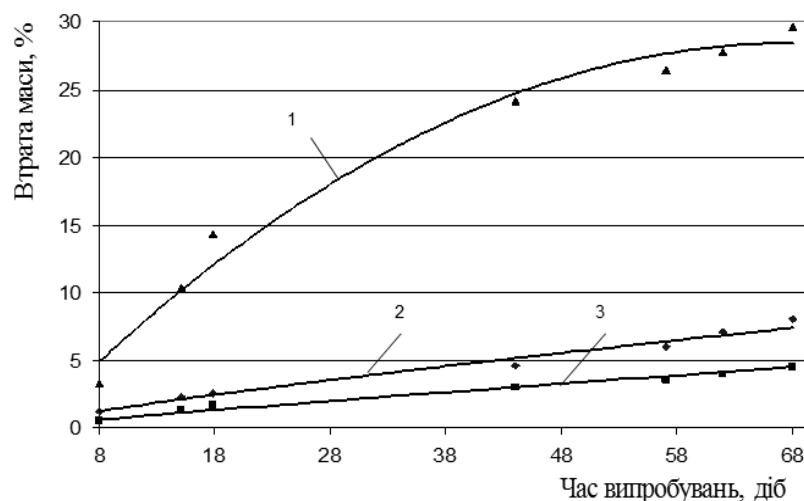


Рисунок 5. Динаміка втрати маси зразків в процесі біоруйнування:

1 – необроблена деревина; 2 – деревина оброблена антисептиком; 3 – деревина оброблена біхроматом натрію (калію) та сульфатом міді

Як видно із таблиці 2.5 зразки деревини, що оброблені тільки одним антипіреном, здатні до значного біоруйнування плісневими грибами. Зразки деревини, що оброблені комплексними

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

сполуками антисептика та антипірена показали добру стійкість до біоруйнування плісневими грибами (ГОСТ 9.048) [5]. На рис. 6 наведено поверхню деревини після дії бактерій.

Таблиця 2

Вплив полігексаметиленфосфату на стійкість деревини до біоруйнування

Матеріал	Тип біозахисного препарату	Поглинання біозахисного препарату, мас. %	Втрати маси після випробувань, %
Деревина сосни	полігексаметиленгуанідин фосфат	10,42	8,02
	полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду	12,01	8,31
	полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкілдиметил- бензиламоній хлорид	8,87	6,17
	полігексаметиленгуанідин поліфосфат амонію	6,25	6,72
	біхромат натрію (калію) + сульфат міді	3,75	4,47
	необроблена	-	39,63

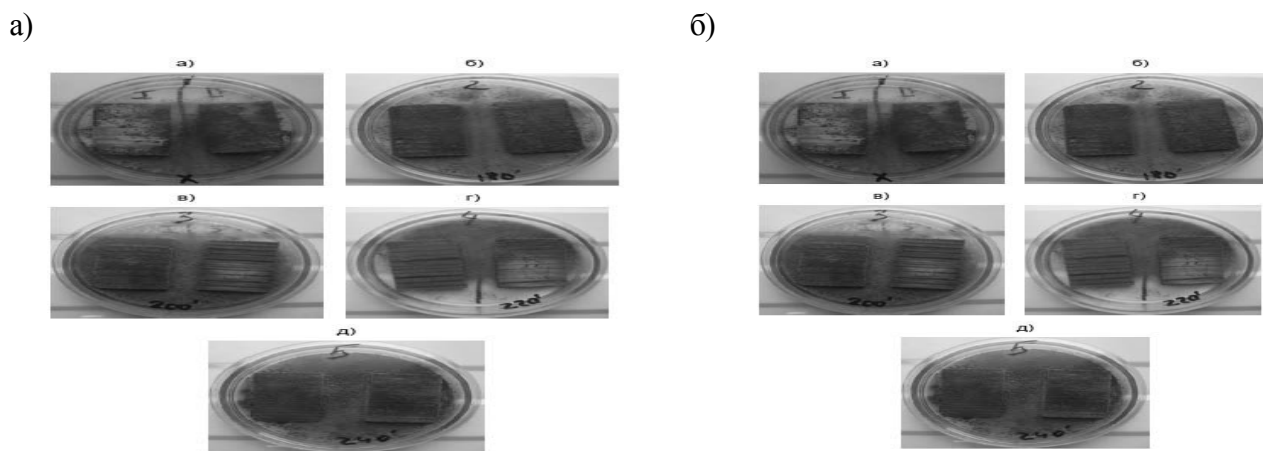


Рисунок 6. Результати біологічного впливу на деревину (сосна) протягом 30 календарних днів:
а – необроблена, б – біозахиснена поверхня

Висновки. Таким чином, при модифікуванні поверхні деревини полімерним антисептиком - полігексаметиленгуанідінфосфат, значно знижується утворення та проникність бактерій на деревині та її послідуєчого біологічного руйнування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Машкин Н.А. Повышение стойкости и долговечности модифицированной полимерами древесины: учеб. пособие. М.: НГАС, 1996. 64 с.
2. Горшин С.И. Защита памятников деревянного зодчества: учеб. пособие. М.: Наука, 1992. 279 с.
3. Ломакин А.Д. Защита древесины и древесных материалов: учеб. пособие. М.: Лесн. пром-ть, 1990. 256 с.
4. Соломатов В.И. Биологическое сопротивление материалов: учеб. пособие. М.: Изд-во Мордов. ун-та, 2001. 196 с.
5. Изделия технические. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов (ГОСТ 9.048-89. ЕСЗКС) – [Чинний від 1989-01-01]. Гос. ком. СССР по управлению качеством

продукции и стандартам. М.: 1989. – 24 с.

6. Полотна нетканые (подоснова) антисептированные из волокон всех видов для теплозвукоизоляционного линолеума. Метод определения биостойкости (ГОСТ 22603-85). - [Чинний від 1986-01-01]. – М.: Госкомстандарт СССР, 1986. – 5 с.

УДК 614.842

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРОЦЕСС БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ

© Цапко Ю.В., Гузий С.Г.

На основе анализа обобщенной информации о биологическом разрушении древесины сформулированы исходные требования к модификаторам, обеспечивающих необходимые параметры биологической защиты и функциональности, установлена эффективность биологической защиты древесины азотно-фосфорными соединениями и покрытиями.

Ключевые слова: древесина, биологическое разрушение, модификаторы, взаимосвязь

UDC 614.842

MODIFICATION EFFECT OF WOOD ON THE PROCESS OF BIOLOGICAL DAMAGE

© Tsapko Y.V., Guzii S.G.

Based on the analysis of the generalized information about the biological destruction of timber formulated initial requirements for the modifiers that provide the required parameters of the biological protection and functionality, set the effectiveness of biological protection of wood nitrogen-phosphorus compounds and coatings.

Keywords: wood, biological degradation, modifiers, the relationship

**ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ
ТА ПОКРІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ**

**ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ
И КРОВЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**WATERPROOFING
AND ROOFING MATERIALS**

Адров А.А., главный технолог,
ООО «Завод кровельных материалов «АКВАИЗОЛ»
62371, Харьковская область, Дергачёвский р-н,
пос. Подворки, ул. Свердлова, 47 «б»
тел. +38(057) 783-72-61, e-mail: adrov@aquazol.ua

АКВАИЗОЛ - РЕАГИРУЕТ СВОЕВРЕМЕННО

Освещены новые разработки завода Акваизол в сфере рулонных битумно-полимерных наплавляемых материалов.
Ключевые слова: еврорубероид, текстура, наплавление, Акваизол ЭКО.

С началом кровельного сезона 2013 года неблагоприятная экономическая ситуация и погодные условия поставили вопрос о необходимости снижения материальных и трудовых затрат при проведении кровельных работ на плоских кровлях промышленных и гражданских объектов с применением рулонных битумно-полимерных наплавляемых материалов. Положительное решение данного вопроса возможно только при выполнении следующих требований:

- 1) Увеличение скорости укладки материалов при сохранении существующего оборудования и уровня квалификации рабочих-кровельщиков.
- 2) Сохранение и улучшение существующих физико-технических характеристик материалов.
- 3) Корректирование цен на материалы полученные в результате вышеуказанных улучшений в соответствии с рыночной ситуацией - как минимум материал не должен подорожать.

Благодаря работе исследовательской лаборатории и конструкторского отдела, с начала 2013 года на все наплавляемые кровельные материалы, выпускаемые заводом Акваизол, была нанесена дополнительная текстура с наплавляемой стороны.

В результате введения дополнительного текстурирования нижней стороны кровельного материала, удалось получить следующие преимущества:

- облегчение сгорания защитной полиэтиленовой плёнки;
- увеличение площади нагреваемой поверхности;
- увеличение скорости наплавления материала;
- снижение расхода газа;
- снижение вероятности перегрева материала.

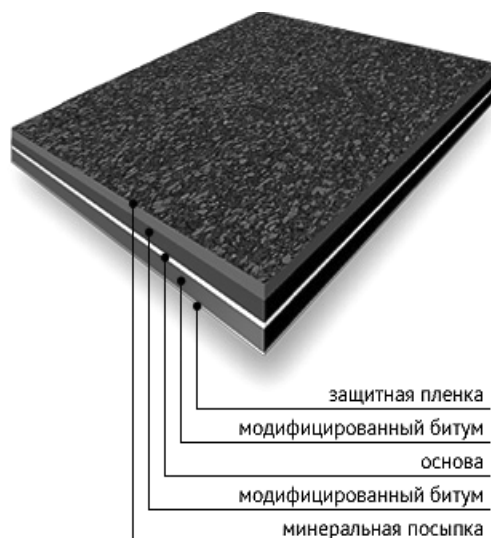


Рисунок 1. Структура наплавляемого кровельного материала

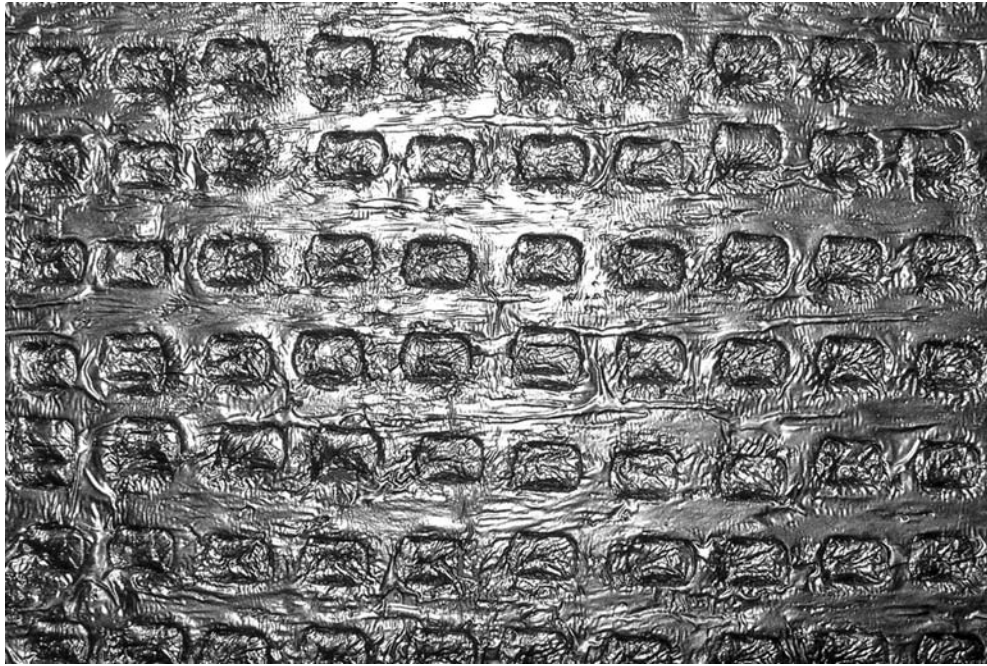


Рисунок 2. Текстура с наплавляемой стороны кровельного материала

Параллельно с усовершенствованием существующего ассортимента рулонных наплавляемых кровельных и гидроизоляционных материалов, в первом полугодии 2013 года Заводом «Акваизол» начато серийное производство девяти новых наименований, в частности СБС-модифицированного материала **Акваизол ЭКО** с характеристиками: гибкость на брусе с радиусом 25 мм за 5 сек. -10°C , теплостойкость в течении 2 часов $+90^{\circ}\text{C}$.

АКВАИЗОЛ - РЕАГУЄ СВОЄЧАСНО

©Адров А.А.

Висвітлено нові розробки заводу Акваизол у сфері рулонних бітумно-полімерних матеріалів, що наплавляються.

Ключові слова: евроруберойд, текстура, напавлення, Акваизол ЕКО.

AKVAIZOL - QUICKLY RESPOND

©Adrov A.A.

We present new development of plant Akvaizol in the production of bitumen-surfaced roll polymeric materials.

Keywords: weldable roofing material, texture, fusing, Akvaizol ECO.

УДК 699.822:691.16+625

*Бабяк І.П., кандидат технічних наук, ст.наук.співроб.,
зав. відділу цементобетонних конструкцій
ДП “ДерждорНДІ” ім. М.П. Шульгіна
проспект Перемоги, 57, м. Київ-113, 03113
тел. +38(044) 201-08-73, (050) 419-13-96
e-mail: igorbabyak@meta.ua*

ЕФЕКТИВНА ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД, ЯКУ НАНОСЯТЬ МЕТОДОМ РОЗПИЛЮВАННЯ НАД ПОВЕРХНЕЮ, ЩО ІЗОЛЮЮТЬ

Метою роботи був аналіз показників гідроізоляційного матеріалу та технологічність його влаштування для гідроізоляції плити проїзної частини мостів та шляхопроводів.

Була поставлена задача проаналізувати показники гідроізоляційного матеріалу та технологічність його влаштування для гідроізоляції проїзної частини мостів та шляхопроводів; показати основні вимоги, відображені у розробленій технологічній карті.

Ключові слова: гідроізоляція, гідроізоляційна система, метод розпилювання, бітумна емульсія, модифікація, полімери, типова технологічна карта, вимоги до матеріалів.

Гідроізоляція є важливим елементом мостового полотна, яка суттєво визначає довговічність плити проїзної частини моста.

На жаль, більшість залізобетонних мостів і шляхопроводів вже через 10-15 років експлуатації потребують значних об'ємів ремонтних робіт. Як свідчить досвід, до основних дефектів, які впливають на довговічність споруд, в першу чергу слід віднести працездатність системи водовідводу та надійність гідроізоляційного захисту. На сьогоднішній день існує цілий ряд гідроізоляційних матеріалів, які використовують при будівництві та ремонті транспортних споруд. Це полімерні мастичні, рулонні матеріали. Також, хоча і не так поширено, застосовують гідроізоляції із щільного водонепроникного бетону. Разом з тим, виконання гідроізоляційних робіт під час ремонтів, особливо в містах, де будь-які ремонтні роботи на автомобільних дорогах спричиняють значні незручності для учасників дорожнього руху, практично завжди пов'язане із значною тривалістю виконання робіт.

Вирішенню питання гідроізоляційного захисту транспортних споруд було присвячено багато робіт ДерждорНДІ (тепер ДП “ДерждорНДІ”): розробка необхідних нормативних документів щодо вимог до гідроізоляційних матеріалів та конструкцій, перевірка властивостей існуючих на ринку України матеріалів, розробка технологічних документів з влаштування гідроізоляції та ін.

В останні роки в ДП “ДерждорНДІ” було розроблено та апробовано технологію влаштування гідроізоляційних шарів з використанням сучасних гідроізоляційних матеріалів, в тому числі і на натурних об'єктах [1].

Для влаштування гідроізоляції на автомобільних мостах та шляхопроводах з восьмидесятих років ХХ-го століття широко застосовувались обклеювальні та обмазувальні гідроізоляційні матеріали на бітумній основі, в складі яких містяться полімери чи гума, що дозволяють значно покращити фізико-механічні характеристики. Ці матеріали широко застосовуються і тепер. Разом з тим, на даний час існує технологія влаштування гідроізоляції за значно коротший термін, що, при виконанні робіт в умовах міської забудови, є пріоритетом. Це технологія розпилювання гідроізоляційного матеріалу над поверхнею, яку ізолюють. Вона дозволяє значно швидше виконати

роботи по гідроізоляції. Разом з тим, в результаті отримують безшовну гідроізоляцію, що виключає протікання гідроізоляції внаслідок неякісного приклеювання, наприклад, рулонної ізоляції.

Гідроізоляційний матеріал «Drylar» є останнім поколінням модифікації полімерами і еластомерами бітумної емульсії (рис. 1). Даний гідроізоляційний склад є дисперсною системою, яка складається з двох взаємно нерозчинних рідин (бітум-вода), з яких одна дисперсна фаза (бітум) розподілена в іншому дисперсному середовищі (воді) у вигляді дрібних частинок, покритих тонким шаром емульгатора, який забезпечує технологічну стійкість такої гідроізоляційної системи.



Рисунок 1. Гідроізоляційний матеріал «Drylar»

Гідроізоляційний матеріал «Drylar» в даний час виготовляється відповідно до ТУ 2263-001-86547222-2009 (Росія). Найближча країна постачальник цього матеріалу на даний час – Росія. Розроблено гідроізоляційний матеріал «Drylar» в Канаді. ДП «ДерждорНДІ» провів випробування гідроізоляційного матеріалу «Drylar» на відповідність показників вимогам відповідних діючих в Україні нормативних документів. Було проведено дослідження гідроізоляційної системи - конструкції мембранного типу виробництва «Ліквід Раббер Раша Інк.» (Росія) 9 мм завтовшки, що складалася з:

- гідроізоляційної мембрани «Drylar» (нижній шар);
- склотканини теплоізоляційної чорного кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007);
- гідроізоляційної мембрани «Drylar» (верхній шар);
- склотканини теплоізоляційної білого кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007).

Така конструкція є армованою гідроізоляційною мембраною.

Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Результати випробувань зразків гідроізоляційної конструкції мембранного типу виробництва «Ликвид Раббер Раша Инк.» (Росія) 9 мм завтовшки, яка складається з: гідроізоляційної мембрани “Drylar”; склотканини чорного кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007); гідроізоляційної мембрани “Drylar”; склотканини теплоізоляційної білого кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007) показали, що дана гідроізоляційна система відповідає вимогам ГБН В.2.3-218-003-2010.

Таблиця 1

Результати досліджень гідроізоляційної системи - конструкції мембранного типу виробництва «Ліквід Раббер Раша Инк.»

№ п/п	Найменування показника	Величина показника	Вимоги нормативних документів
1	2	3	4
1	Розривна сила при розтягуванні в сухому стані, Н - уздовж рулону - поперек рулону	908,3 906,7	563,0, не менше 563,0, не менше
2	Відносне подовження при розтягуванні в сухому стані, % - уздовж рулону - поперек рулону	25 21	20, не менше 20, не менше
3	Розривна сила при розтягуванні в водонасиченому стані, Н - уздовж рулону - поперек рулону	888,3 998,3	563,0, не менше 563,0, не менше
4	Відносне подовження при розтягуванні в водонасиченому стані, % - уздовж рулону - поперек рулону	22 23	20, не менше 20, не менше
5	Розривна сила при розтягуванні в насиченому 5% водяним розчином хлористого натрію стані, Н - уздовж рулону - поперек рулону	910,0 988,3	563,0, не менше 563,0, не менше
6	Відносне подовження при розтягуванні в насиченому 5% водяним розчином хлористого натрію с, % - уздовж рулону - поперек рулону	20, 20,	20, не менше 20, не менше
7	Теплостійкість в електрошафі при нагріванні протягом 2 год, °С	80	80, не менше
8	Гнучкість на стрижні діаметром 20 мм, °С	Мінус 15	Мінус 15, не більше
9	Водопоглинання протягом 24 годин, % по масі	0,4	1,0, не більше
10	Морозостійкість (зміна водонепроникності та водопоглинання протягом випробування, що відповідає морозостійкості бетону F 200), %: зміна розривної сили при розтягуванні, %: - уздовж рулону - поперек рулону зміна відносного подовження, %: - уздовж рулону - поперек рулону	 10 6 3 10	 10, не більше 10, не більше
11	Водонепроникність, МПа	0,6	0,6, не менше
12	Температуростійкість по методиці ДерждорНДІ, °С	240	160, не менше

При визначенні температуростійкості встановлено, що дана гідроізоляційна система витримує вплив температури +240 °С. Відповідно до цього, вона може бути використана для гідроізоляції проїзної частини мостів і шляхопроводів та тротуарів без улаштування захисного шару при укладанні на шар гідроізоляції покриття з асфальтобетону при температурі укладки не більше 240 °С (тобто, фактично для всіх типів асфальтобетонів).

Відповідно, для можливості використання в Україні на даний час гідроізоляційна система має всі дозвільні документи, зокрема:

- технічне свідоцтво придатності будівельних виробів для застосування;
- висновок державної санітарно – епідеміологічної експертизи;
- пожежний сертифікат.

В зв'язку із появою таких матеріалів, як гідроізоляційна мембрана “Drylar” виникла необхідність у технологічній документації на влаштування такого типу гідроізоляції для забезпечення необхідних проектних показників і надійної експлуатації.

Відповідно до цього, ДП “ДерждорНДІ” у 2011 році розробив типову технологічну карту ТК 218-03450778 - 126 (рис. 2), в якій встановлено вимоги до матеріалів, обладнання та пристосувань, а також виписано особливості виконання гідроізоляційних робіт залізобетонної плити проїзної частини автодорожніх мостів методом розпилювання із застосуванням розпилюваних холодних бітумно-полімерних композицій на водній основі (далі ХБПК на ВО), армованих (за необхідності) геотекстильними матеріалами.

В склад робіт, які передбачаються цією Технологічною картою, входять такі операції:

- очистка поверхні основи під гідроізоляційний шар від сміття та пилу;
- нанесення ґрунтувального шару;
- розпилення гідроізоляційного матеріалу;
- нанесення ґрунтувального шару (при влаштуванні армуючого шару з використанням геотекстильного матеріалу);
- влаштування армуючого шару з використанням геотекстильного матеріалу (за необхідності);
- розпилення другого шару гідроізоляційного матеріалу;
- влаштування захисного покриття з дрібнозернистого асфальтобетону;
- влаштування асфальтобетонного проектного покриття.

Відповідно до ТК 218-03450778 - 126, матеріали, які застосовують для влаштування гідроізоляції, повинні бути сертифіковані на території України відповідно до стандартних технічних умов на даний вид матеріалу або мати технічне свідоцтво відповідності (видане Мінрегіоном України), мати паспорт на кожну партію, яка поставляється, мати пожежний та гігієнічний сертифікати.

Нижче подано деякі вимоги, відображені у даній технологічній карті.

У разі перевищення строків гарантійного зберігання матеріалів слід провести лабораторні випробування і встановити відповідність отриманих показників вимогам ТУ виробника.

Матеріали, необхідні для виконання робіт по гідроізоляційному захисту, повинні бути зосереджені на об'єкті в кількості, необхідній для виконання всього об'єму робіт без перерв. Таким чином забезпечується суцільність гідроізоляції та відсутність швів.

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ
(УКРАВТОДОР)

Державне підприємство

«Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П.Шульгіна»

ДерждорНДІ

РЕКОМЕНДОВАНО

науково-технічною радою
Державної служби автомобільних доріг
України (Укравтодор)
Протокол від «__» _____ 2011 р.

№ _____

Рекомендовано науково-технічною радою
ДерждорНДІ
Протокол від «__» _____ 2011 р.

№ _____

ТИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА

на влаштування гідроізоляції плити проїзної частини мостів методом розпилювання

ТК 218-03450778 - 126:2011

ПОГОДЖЕНО

Начальник Управління науково-технічної
політики Укравтодору

_____ О.Є. Крижанівський
«__» _____ 2011 р.

Директор Департаменту
автомобільних доріг

_____ О.В. Сухоносів
«__» _____ 2011 р.

Начальник відділу стандартизації та
метрології ДерждорНДІ

_____ О.В. Мозговий
«__» _____ 2011 р.

РОЗРОБЛЕНО

Директор ДерждорНДІ

_____ В.М. Нагайчук
«__» _____ 2011 р.

Завідувач відділу цементобетонних
конструкцій ДерждорНДІ

_____ І.П. Бабяк
«__» _____ 2011 р.

**Київ
2011**

Рисунок 2. Типова технологічна карта ТК 218-03450778 - 126

Для армування шару гідроізоляційного матеріалу використовують геотекстильний матеріал з температурою розм'якшення не менше ніж 160 °С, товщиною не менше ніж 0,7 мм, вагою на одиницю поверхні не менше ніж 150 г/м².

Щоб запобігти пошкодженню гідроізоляції від дії температури, механічних пошкоджень при проїзді технологічного автотранспорту та при укладанні асфальтобетонної суміші, передбачається виконання підґрунтовки матеріалом, що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.7-129 і є сумісним з гідроізоляційним матеріалом (норми витрати від 200 г/м² до 400 г/м²), після чого укладається геотекстильний матеріал (вага на одиницю поверхні – від 150 г/м² до 200 г/м²).

Загальна товщина двох шарів гідроізоляційного матеріалу, який наносять розпиленням, повинна складати не менше ніж 3,0 мм, при цьому товщина одного шару – не менше ніж 1,5 мм.

Бітумні та полімерні матеріали для ХБПК на ВО з метою запобігання погіршенню властивостей повинні зберігатись при плюсових температурах (не нижче ніж плюс 5 °С).

Гідроізоляційні роботи слід виконувати при температурі повітря не нижче ніж плюс 5 °С. В разі необхідності можливо виконання робіт при температурі повітря нижче ніж плюс 5 °С під покриттям збірно-розбірних тепляків згідно з ДБН В. 2.3-20.

Гідроізоляційне покриття влаштовують після досягнення бетоном міцності не менше ніж 80 % від проектної та вологості не більше ніж 4 % задля уникнення пароутворення при укладанні гарячої асфальтобетонної суміші.

Роботи з нанесення гідроізоляційного покриття слід виконувати в безвітряну погоду, а у разі слабого вітру таким чином, щоб люди і засоби механізації перебували з навітряного боку.

При влаштуванні гідроізоляційного покриття на мостах і шляхопроводах мають бути виконані, в першу чергу, роботи по монтажу компенсаторів, водовідвідних трубок, закладних елементів бар'єрного та перильного огороження або їх елементів, елементів кріплення тротуарних блоків та інших деталей, які можуть перетинати гідроізоляційне покриття.

Поверхню залізобетонної плити слід ретельно очистити від бруду, сміття та обезпилити продувкою стисненим повітрям.

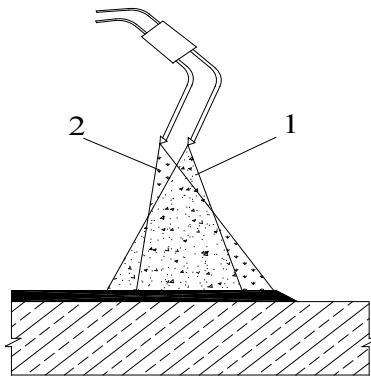
Нанесення ґрунтовки та гідроізоляційного матеріалу здійснюється шляхом безповітряного розпилення механізованим способом з використанням спеціальної установки, яка складається з:

- автономного приводу (двигуна внутрішнього згорання);
- двох шестерінчастих насосів;
- двох шлангів завдовжки 20 метрів (на котушках);
- двох шлангів завдовжки 40 метрів;
- розпилювача;
- комплекту водонапірної і всмоктувальної арматури.

Ґрунтування бетонної поверхні здійснюють ґрунтовкою з в'язкістю 30 с - 40 с. Можуть бути використані ґрунтовки, рекомендовані виробником ХБПК на ВО.

Гідроізоляційний матеріал наносять через (1,0 - 2,0) години після ґрунтування (в залежності від погодних умов), але не пізніше ніж через 16 годин.

Шар гідроізоляційного матеріалу утворюється шляхом холодного розпилювання над поверхнею, що ізолюється, двох складових частин мастики з двох форсунок спеціальної установки. Нанесення гідроізоляційного шару можливо тільки механізованим шляхом при одночасному розпиленні з двох форсунок, які розташовані під певним кутом одна відносно іншої (рис. 3). Гідроізоляційний шар утворюється на поверхні тільки при суміщенні в струмені бітумно-полімерної емульсії і коагулянта при розпиленні з двох спарених форсунок. Коагуляція диспергованого матеріалу відбувається майже миттєво.



1 - бітумно-полімерна емульсія; 2 - коагулянт

Рисунок 3 – Схема факельного розпилення гідроізоляційного матеріалу ХБПК на ВО

Висновок

1. Результати випробувань показали, що зразки гідроізоляційної конструкції мембранного типу виробництва «Ликвид Раббер Раша Инк.» (Росія) 9 мм завтовшки, що складається з: гідроізоляційної мембрани “Drylar”; склотканини чорного кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007); гідроізоляційної мембрани “Drylar”; склотканини теплоізоляційної білого кольору (виробництва ТОВ «Судогодская изоляция» (Росія) за російськими ТУ 5952-002-81564428-2007) відповідає вимогам ГБН В.2.3-218-003-2010.

2. Зазначена гідроізоляційна конструкція мембранного типу з фізико-механічними параметрами не нижчими, ніж вказані в таблиці 1, може бути використана для гідроізоляції проїзної частини мостів і шляхопроводів та тротуарів без улаштування захисного шару при укладанні на шар гідроізоляції покриття з асфальтобетону при температурі укладки не більше 240 °С.

3. Розроблена ДП “ДерждорНДІ” типова технологічна карта ТК 218-03450778 - 126, в якій встановлено вимоги до матеріалів, обладнання та пристосувань, а також виписано особливості виконання гідроізоляційних робіт залізобетонної плити проїзної частини автодорожніх мостів методом розпилювання із застосуванням розпилюваних холодних бітумно-полімерних композицій на водній основі (далі ХБПК на ВО), армованих (за необхідності) геотекстильними матеріалами, дозволяє влаштовувати гідроізоляцію даного типу із забезпеченням проектних показників гідроізоляційного захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коваль П.М., Бабяк І.П., Мозговий В.В., Онищенко А.М. Натурне експериментальне визначення властивостей гідроізоляційних матеріалів в умовах будівництва подільського мостового переходу через р. Дніпро в м.Києві.

2. ГБН В.2.3-218-003:2010. “ Споруди транспорту. Технологія улаштування гідроізоляції проїзної частини автодорожніх мостів і шляхопроводів із застосуванням полімерних матеріалів та водонепроникного бетону ”.

3. ТК 218-03450778 - 126:2011 Типова технологічна карта на влаштування гідроізоляції плити проїзної частини мостів методом розпилювання.

4. ДСТУ Б В.2.7-129 Будівельні матеріали. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.

5. ДБН В. 2.3-20-2008 Мости та труби. Виконання та приймання робіт.

УДК 699.822:691.16+625

ЭФФЕКТИВНЫЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, НАНОСИМЫЕ МЕТОДОМ РАСПЫЛЕНИЯ НАД ИЗОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ

© Бабяк И.П.

Целью работы был анализ показателей гидроизоляционного материала и технологичность его устройства для гидроизоляции плиты проезжей части мостов и путепроводов.

Была поставлена задача проанализировать показатели гидроизоляционного материала и технологичность его устройства для гидроизоляции проезжей части мостов и путепроводов; показать основные требования, отображенные в разработанной технологической карте.

Ключевые слова: гидроизоляция, гидроизоляционная система, метод распыления, битумная эмульсия, модификация, полимеры, типовая технологическая карта, требования к материалам.

UDC 699.822:691.16+625

EFFECTIVE WATERPROOFING FOR TRANSPORTATION FACILITIES, APPLIED BY SPRAYING ON THE INSULATED SURFACE

© Babyak I.P.

The purpose of job was the assaying of experience of use of materials and processibility for a waterproofing of a slab of a part of bridges and overpasses.

The task delivered to show the characteristics of waterproofing materials and processibility of its setting for a waterproofing span of a part of bridges and overpasses, to show the basic requirements are reflected in the technological map.

Keywords: waterproofing, waterproofing system, method of spraying, bitumen emulsion, modification, polymers, typical card technology, the requirements for materials.

УДК 699.822

*Божок В.А., д-р техн. наук, инженер, руководитель направления
Protection Technologies
ООО "МЦ-Баухеми",
07541, Киевская обл., г. Березань, ул. Маяковского, 38
+38(067) 4-062-043, valerii.bozhok@mc-bauchemie.ua*

ИНЪЕЦИРОВАНИЕ ТРЕЩИН И ПУСТОТ В БЕТОНЕ

В статье рассмотрены причины образования трещин и пустот в бетоне. Указаны необходимые параметры для принятия решения по проведению инъекционных работ и методы их определения. Описаны типы необходимого инъекционного оборудования, а также рассмотрены принципы расположения пакеров. Отдельное внимание уделено выбору инъекционного материала: эластомеры, дурупласты, минеральные суспензии и гидроструктурные смолы.

Ключевые слова: трещины, гидроизоляция, инъектирование, пакер, эластомеры, дурупласты, минеральные суспензии, гидроструктурные смолы.

Высокая прочность, хорошая формуемость и экономичность делают бетон преобладающим материалом для строительства сооружений, требующих особой функциональности. При этом необходимо, однако, учитывать одну особенность этого универсального строительного материала – бетон может трескаться. Поскольку крайне трудно учитывать на стадии проектирования такие специфические факторы укладки бетона, как выход теплоты гидратации и внешние температурные воздействия, полностью избежать появления трещин не удаётся. Трещины могут возникнуть при любом возрасте бетона. Пустоты же, напротив, «закладываются» в процессе бетонирования. Они являются прямым следствием технологических ошибок.

В практике строительства частичное инъектирование трещин и пустот относится к сфере бетонного строительства. Успешное применение систем инъектирования требует знания основ строительного материаловедения и инъекционных технологий.

Трещины в бетоне

Рентабельное изготовление элемента бетонной конструкции, совершенно не имеющего трещин, невозможно. Нагрузки, которые будет испытывать строительное сооружение со стороны внешних факторов или под воздействием собственного веса, нельзя полностью учесть на этапе проектирования. На практике речь идёт не о недопущении трещин, а об ограничении ширины их раскрытия безопасными пределами. Слабыми местами однородной структуры бетона являются, например, рабочие швы, благоприятствующие растрескиванию бетона.

Микротрещины, поверхностные или сквозные трещины оказывают различное влияние на свойства бетона. Для восстановления предусмотренных проектом свойств бетона трещины, превышающие допустимую величину, должны быть закрыты. Обычно допустимой шириной трещины считается 0,3 мм, а для строительных сооружений, подвергающихся повышенным эксплуатационным нагрузкам, 0,2 мм и менее.

Пустоты в бетоне

Пустотами называют дефекты структуры строительного материала, возникающие в процессе его укладки. Они, в частности, объясняются некачественным составом бетона, большой высотой падения свежей бетонной смеси, недостаточным уплотнением или сходными причинами. На рисунке 1 показана связь между захватками бетонирования и образованными гравийными гнёздами. Форма заполнителя в бетонной смеси повлияла на её плохую уплотняемость.



Рисунок 1: Пустоты и скопления крупной фракции в секции бетонирования стенки туннеля

Неоднородные участки бетона могут также концентрироваться на поверхностях, граничащих с арматурой. Потеря связи между арматурой и бетоном может наступать вследствие плотно уложенной арматуры, вибрации арматуры при уплотнении бетона, усадки свежей бетонной смеси и других подобных причин.

Технологически обусловленные пустоты имеют, как правило, пространственно ограниченный характер. Увеличение их размеров позволяет воде распространяться по более широкому фронту, что визуально сопровождается намоканием поверхностей соответствующего размера.

Проведение учёта трещин и пустот

Для герметизации водопроницаемых трещин и пустот методом инъектирования требуется использование систем инъектирования на полную мощность. Планирование и выполнение ремонтно-восстановительных работ должно осуществляться наиболее подходящим методом, с учётом особенностей каждой конкретной ситуации. Для планирования процесса инъектирования конкретного объекта требуется установить цель, вид заполнения, давление инъектирования, расположение пакеров, количество заполняющего вещества и влияние на окружающую среду.

Для оценки проницаемости бетонных конструкций, обусловленной наличием трещин, важно знать, наряду с причинами возникновения трещин, определённые их характеристики. К таковым относятся:

- ширина трещины
- глубина (разновидность) трещины
- геометрия трещины
- изменение ширины трещины (кратковременное, долговременное)
- состояние трещины (особенно влажность)
- ранее принятые меры
- доступность.

Некоторые характеристики трещин можно установить визуально.

Определение местонахождения пустот начинается с визуального осмотра бетонной поверхности. Более глубокие исследования проводятся только в случае наличия характерных признаков, например, при выступании влаги на бетонной поверхности. Заключение о наличии нарушений структуры может быть сделано после забора пробы (керн) и её экспертизы в лабораторных условиях. Однако, даже в таком случае достоверность результатов остаётся ограниченной местом забора пробы. Забор же дополнительных проб для оценки масштаба нарушений структуры бетона и определения, при необходимости, прочности на сжатие нежелателен вследствие их разрушающего действия. Здесь следует ограничиться репрезентативной выборкой. В качестве альтернативы или дополнения можно проводить эндоскопические исследования через более маленькие просверленные отверстия. Из известных неразрушающих методов испытаний можно назвать радиолокационный и ультразвуковой методы.

При обнаружении пустот необходимо установить следующие характеристики:

- положение и размер
- возможность введения заполняющего материала
- состояние (в первую очередь, влажность)
- принятые меры.

Вид и объём исследований регулируются целями заполнения. Бетон с большим количеством пустот можно инъецировать, только если пустоты обнаруживают большую степень проницаемости. Проницаемость важна для инъецирования, особенно для процесса распространения материала в строительном элементе.

Инъецирование трещин через пакеры

Под методами инъецирования подразумеваются, как известно, методы, в ходе которых инъекционный материал подаётся под давлением в строительный элемент. Различают инъецирование низким давлением (до 10 бар) и инъецирование высоким давлением (до нескольких сотен бар). При инъецировании в целях защиты от проникновения воды требуется, как правило, высокое давление инъецирования. При этом величина давления не должна превышать прочность бетона на растяжение, для того чтобы избежать повреждения структуры бетона. Считается, что лучшие результаты заполнения пустот достигаются при более длительном времени инъецирования низким давлением.

В качестве приборов для инъецирования высоким давлением используются поршневые или мембранные насосы. Они работают либо по однокомпонентному, либо по двухкомпонентному принципу. Перед инъецированием 1-компонентным насосом компоненты материала смешиваются предварительно, а затем закачиваются насосом в течение времени жизнеспособности. В 2-компонентном насосе отдельные компоненты материала подаются отдельно, смешивание их происходит непосредственно перед выходом в форсунке инъекционного насоса.

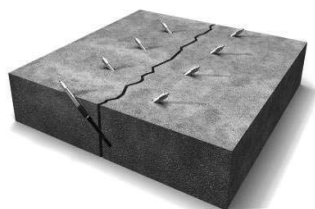


Рисунок 2: *Расположение буровых пакеров*

Ввод материала в трещину или строительную конструкцию и подключение инъекционного насоса осуществляется при помощи клеевых или буровых пакеров. Клеевые пакера приклеиваются на трещину вместе с нанесением запечатывающего материала. Решающее значение имеет клеевое соединение между пакером и строительным элементом. Это соединение зависит от прочности сцепления при растяжении бетона, а также от свойств клеящего вещества. Приклеенный пакер выдерживает давление инъецирования от 50 до 60 бар. В

соответствии с характером распространения материала в трещине клеевые пакера устанавливаются вдоль трещины с шагом, равным толщине конструкции.

Буровые пакеры закрепляются в просверленных шпурах механическим способом. Пробуренные шпуры служат также в качестве каналов инъецирования, пересекающих инъецируемую трещину. Если шпуры направлены к трещине под углом 45° , а их отступ от трещины соответствует половине её глубины, то можно с достаточной долей вероятности предположить, что они пересекут трещину где-то на половине её глубины. Шаг шпуров между собой должен также соответствовать половине глубины трещины. Расположение пакеров в шахматном порядке позволяет осуществлять инъецирование ответвляющихся трещин (рисунок 2).

Как показывает опыт, вышеуказанные принципы действительны при толщине строительного элемента до 60 см. При увеличивающейся ширине трещины возможна бóльшая глубина проникновения.

Чаще всего используются буровые пакеры, которые прочно и герметично фиксируются в шпурах, благодаря резиновому уплотнителю. Данный вид пакеров обеспечивает, даже при высоком давлении инъецирования, достаточную функциональную надёжность. Ещё одной разновидностью вставляемых в шпуры пакеров являются забивные пакеры. Как видно из их названия, забивные пакеры забиваются в шпуры. Такие пакеры фиксируются в шпурах благодаря деформации при забивании и сопротивлению трения.

Наружное «запечатывание» трещин требуется, если существует опасность вытекания материала из конструкции. При использовании клеевых пакеров необходимо всегда «запечатывать» трещины.

Процесс инъецирования состоит из основного и последующего инъецирования в пределах времени жизнеспособности материала. Последующее инъецирование необходимо, для того чтобы восполнить количество материала, ушедшего в капилляры и вытекшего наружу. Поскольку при инъецировании под напором воды незатвердевший материал может вымываться, необходимо быстрое затвердевание, возможно, в комбинации с мерами по снижению напора. Такого рода мерой может выступать, например, предварительное инъецирование быстро вспенивающимися полимерами при герметизации эластомерами.

Инъецирование пустот через пакеры

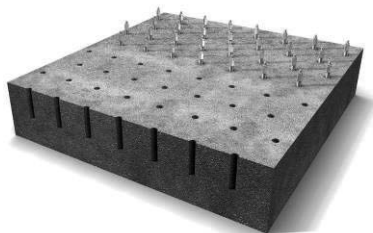


Рисунок 3. Растровое расположение пакеров

Пустоты инъецируются через буровые и забивные пакеры. Их расположение на плоскости осуществляется в виде растровой сетки, размещённой над местом повреждения (рисунок 3). Необходимая глубина шпуров устанавливается в зависимости от характера повреждения, а иногда подбирается на месте. Давление в ходе инъецирования пустот должно ограничиваться строже, чем при инъецировании трещин, чтобы не допустить избыточного давления материала внутри строительного элемента.

При использовании реактивных полимеров необходимо проверить влияние инъекционного материала на коэффициент жёсткости строительного элемента. Для инъецирования пустот используются те же инъекционные материалы, оборудование для инъецирования и их комплектующие, что и для инъецирования трещин.

Выбор материала для инъецирования

В качестве материалов для инъецирования используются материалы полимеризационного и гидравлического отверждения. Выбор материала для инъецирования осуществляется в зависимости от его механических свойств в рабочем диапазоне температур. Если инъекционные материалы на минеральной основе, имеющие в качестве вяжущего цемент, проявляют сходные с бетоном свойства, то полимерные материалы обнаруживают сильно зависящие от температуры механические характеристики (дуропласты, эластомеры).

Различные инъекционные материалы по-разному реагируют с водой в процессе отверждения. Влажностное состояние бетона является по этой причине важным краевым условием. Влажностные состояния подразделяются на: сухое, влажное и водоносное, причём водоносное состояние различается по интенсивности протекания повреждённого участка.

„Сухими“ называют трещины и пустоты, в которых не обнаружено воздействия воды. Определение „влажные“ относится к трещинам и пустотам, в районе которых наблюдается изменение окраски поверхности, обусловленное влагой, но нет следов выступающей воды („водоносное безнапорное состояние“). Если на поверхности имеются капли, это указывает на просачивание воды. Просачивание воды сквозь замкнутую плёнку является, как и вытекающая струёй вода, признаком протекания под напором („водоносное состояние под напором“).

Исключительное практическое значение для инъецирования имеет вязкость смеси заполняющего материала. Она в значительной мере определяет её границы использования. Инъекционные материалы на полимерной основе (реактивные полимеры) позволяют инъецировать трещины шириной от 0,1 мм. Применение минеральных суспензий, состоящих из мелких частичек, ограничивается инъецированием широких трещин. Структура суспензий не позволяет им полностью, до корня заполнять трещины, в результате чего не может быть гарантирована надёжная гидроизоляция.

Эластомеры

Самый широкий спектр задач гидроизоляции выполняется при помощи эластичных инъекционных материалов на полиуретановой основе. При помощи эластомеров на полиуретановой основе (PUR) возможно проведение гидроизоляции трещин или пустот, вне зависимости от их влажностного состояния, поскольку они не содержат растворителей, имеют низкую вязкость, эластичны и образуют поры.

Для гидроизолирующего инъецирования трещин с непостоянной шириной могут использоваться эластичные материалы с вязкостью около 100 мПа·с. Полимеры с более высокой вязкостью требуют при такой же ширине трещин более высокого, не при всех условиях возможного давления инъецирования. При помощи систем с особо низкой вязкостью можно прокачивать трещины шириной от 0,1 мм.

Для временного уменьшения притока воды под напором допускается предварительное инъецирование быстровспенивающимися полимерами на той же основе (SPUR). Эти полимеры при контакте с водой очень быстро увеличивают свой объём и образуют мелкоячеистую пену с открытыми порами. Из-за открытой структуры ячеек гидроизоляция пенообразующими полимерами носит временный характер. Затем для достижения длительного эффекта всегда должно проводиться инъецирование эластомерами с закрытыми ячейками.

Использование вспенивающихся полимеров должно ограничиваться случаями крайней необходимости и носить частичный характер. Хотя вспенивающиеся эластомеры реагируют очень быстро, им требуется от нескольких секунд до нескольких минут для того, чтобы смешаться и вступить в реакцию с водой. При правильном применении вспенивающихся эластомеров заполняются только те места, где это необходимо, а выход пены на поверхность носит частичный характер.

Гидроизолирующее инъецирование пустот при помощи эластомеров возможно при любых влажностных состояниях, если пустоты в бетоне не угрожают устойчивости. Использование вспенивающихся эластомеров должно быть исключено, чтобы оставить максимально свободными пути для растекания полимера с длительным гидроизолирующим эффектом.

Дуромеры

Если дефекты обнаружены в сухих строительных элементах или возможно проведение инъецирования до наступления вероятной водной нагрузки, используются терморреактивные, прочные полимеры на основе эпоксидной смолы (EP). Для инъецирования влажных или водонесущих трещин или пустот подходят только специальные влагостойкие дуromеры на основе эпоксидной смолы или полиуретана. Выбор дуromера осуществляется по таким показателям, как вязкость, нарастание прочности и влагостойчивость.



Рисунок 4: Трещины плиты основания подземной парковки

Инъецирование дуromерами пустот в целях их заполнения может быть рекомендовано только для пустот небольших объёмов размером $\leq 100 \text{ см}^3$. Экзотермическая реакция полимера, а также его термическое расширение могут послужить причиной повреждений как в структуре полимера, так и в структуре бетона. Из-за значительных различий характеристик деформации изменяется также и жёсткость инъецированного дуromером бетона.

На плите основания подземной парковки (рисунок 4) видны трещины. Восстановление надёжного, герметичного сцепления было успешно осуществлено при помощи дуromера.

Минеральные суспензии

Минеральные суспензии на основе цемента требуют, по сравнению с реактивными полимерами, большей ширины раскрытия трещин, значительно превышающей ширину трещин, считающихся водоносными. Кроме того, суспензии требуют низкого давления подачи, для того чтобы они не расслаивались во время инъектирования в результате неблагоприятных условий распространения. Таким образом, их применение связано с определёнными ограничениями, которые необходимо учитывать.

Цементные суспензии изготавливаются из цемента тонкого помола, добавок и воды. Сила сцепления соединения, полученного в результате инъектирования цементной суспензии, определяется заполнителем. Ввиду ограниченной прочности вяжущего на растяжение, нагрузка на растяжение трещин, заполненных минеральными суспензиями, должна быть ограничена. С прочностью на сжатие дела обстоят лучше. В целом, условно жёсткое соединение достигает всего лишь значений прочности бетона марки С30/37.

Структура бетона с большим количеством пустот может быть заполнена цементной суспензией в целях гидроизоляции и укрепления при любых влажностных состояниях. При этом следует учитывать ограниченную прочность на растяжение затвердевшей минеральной суспензии. При насыщенной водой структуре бетона цементная суспензия успешно применяется только при возможности вытеснения имеющейся воды при инъектировании низким давлением.

Подготовленная цементная суспензия закачивается через специальные заполнительные штуцера под низким давлением. Важным при этом является, по возможности, отсутствие давления на пути подачи до входа в строительный элемент. Обратные клапана, такие как используются при инъектировании полимерами, здесь непригодны. Для условий инъектирования при низком давлении необходимы проходимые при низком давлении пакеры с клапаном или управляемые вручную затворы.

Гидроструктурные смолы

Гидроструктурные смолы - интересные материалы, отличающиеся высокой упругостью как следствие их способности к набуханию. Прежде всего гидроструктурные смолы необходимо оберегать, но не от влаги, а наоборот, от излишнего высыхания. Их использование в строительном грунте или в близких к нему швах подземных сооружений обеспечивает такие условия. Объём сохраняется в постоянно влажной среде с нейтральным водородным показателем. Технология заполнения гелем представляет собой, при определённых условиях, технологическую и экономическую альтернативу гидроизоляционному инъектированию эластомерами. Сильными сторонами гидроструктурных смол являются, наряду с очень хорошей деформируемостью, их удивительно низкая вязкость и быстрая, управляемая скорость реакции.

Инъектирование гидроструктурными смолами возможно, в принципе, при ширине трещин $< 0,1$ мм. Гидроструктурные смолы на основе акрилатов обладают чрезвычайно низкой вязкостью, близкой к вязкости воды - около 5 мПа*с. Благодаря этому, они достигают сходных с водой пенетрационных свойств. Их распространение ограничивается временем реакции и связанным с ним нарастанием вязкости. Поскольку количество инициатора может варьироваться, необходимо стремиться к максимальной эффективности при ограниченном количестве добавки. Большое количество добавки при незначительном ускоряющем эффекте оказывает негативное влияние на экологическую совместимость, антикоррозийную защиту и даже на качество продукта.

Инъектирование гидроструктурными смолами требует наличия оборудования соответствующего класса и высокой квалификации выполняющего работы персонала. Применение 2-компонентного насоса является условием для технически правильного их использования.

Резюме

Даже при безупречном выполнении строительных работ по бетонированию невозможно

избежать незапланированного образования трещин – в противоположность к образованию пустот, образующихся в результате технологических недочётов. Причиной тому является большое количество трудноучитываемых факторов в ходе строительства. Трещины и пустоты не приведут к разрушению строительного элемента, если их тщательно заполнить, используя инъекционные системы.

Для выбора имеются различные инъекционные системы. Принципиальным является выбор инъекционного материала, который в течение длительного срока должен будет обеспечивать гидроизоляцию в месте нарушения структуры. Для планирования и проведения работ по гидроизоляции конкретного объекта параметры инъекционного материала должны наиболее соответствовать условиям инъектирования.

Необходимыми условиями являются квалифицированное планирование процесса инъектирования и специальное обучение персонала, проводящего инъектирование. Ведущееся в ходе внедрения концепции ремонта точное документирование всех работ является важным условием долгосрочного успеха.

ЛИТЕРАТУРА

[1] DIN EN 1504-5:2005-03: Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Определения, требования, контроль качества и оценка соответствия – Часть 5. Инъекция бетона.

[2] Регламент (ЕС) № 1907/2006 Европейского Парламента и Совета от 18 декабря 2006 года «О регистрации, оценке, допуске и ограничении химических веществ (REACH), о создании Европейского Агентства по химическим веществам, об изменении директивы 1999/45/EG и отмене Постановления (ЕЭС) № 793/93 Совета, Постановления (ЕС) № 1488/94 комиссии, Директивы 76/769/EWG Совета, а также Директив 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG и 2000/21/EG Комиссии» (Регламент REACH), опубликован в Бюллетене №. L 396/1 от 30.12.2006.

УДК 699.822

ІН'ЄКТУВАННЯ ТРІЩИН І ПОРОЖНЕЧ В БЕТОНІ

©Божок В.А.

У статті розглянуто причини утворення тріщин і порожнеч у бетоні. Вказані необхідні параметри для прийняття рішення з проведення ін'єкційних робіт і методи їх визначення. Описано типи необхідного ін'єкційного обладнання, а також розглянуті принципи розташування пакерів. Окрему увагу приділено вибору ін'єкційного матеріалу: еластомери, дуомери, мінеральні суспензії і гідроструктурні смоли.

UDC 699.822

INJECTION OF CRACKS AND VOIDS IN CONCRETE

© Bozhok V.A.

The article considers the reasons for the formation of cracks and voids in the concrete. Indicate the relevant parameters for the decision for the injection works, and methods for their determination. Describes the types of equipment needed, as well as location principles of the packers. Special attention is paid to the selection of injecting material: elastomers, duromers, mineral suspensions and hydro-structural resins.

УДК 662.75,621.89

*Бойко В.П.¹, кандидат хімічних наук, ст. наук. співроб.,
Дмитрієва Т.В.¹, кандидат технічних наук,
пров. наук. співр.,
Грищенко В.К.¹, кандидат хімічних наук,
пров. наук. співроб.,
Мишак В.Д.¹, кандидат хімічних наук, ст. наук. співроб.,
Клюєв Е.О.², кандидат технічних наук, ст. наук. співроб.
¹Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України,
02160, м. Київ, Харківське шосе, 48
тел. +38(044)291-0354, e-mail: boikovita@bigmir.net
²Державне підприємство «Український науково-
дослідний і проектно-конструкторський інститут
будівельних матеріалів та виробів»,
04080, м. Київ, вул. Костянтинівська, 68,
тел. +38(044) 417-16-17, 417-80-48,
e-mail: rdibmp@users.ldc.net*

РОЗШИРЕННЯ СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ВИРОБІВ

Запропоновані нові сировинні ресурси для виробництва гідроізоляційних виробів. Це відходи поліетилену після використання для покрівлі теплиць та тари для упаковки, відпрацьоване машинне масло, гумова крихта з відпрацьованих автомобільних шин та відходи при виробництві біопалива (біогліцерин). Суміш цих компонентів оброблюється поліізоціанатами з утворенням еластичних поліуретанових матеріалів.

Ключові слова: відходи поліетилену, відпрацьоване машинне масло, гумова крихта, біогліцерин, поліуретани

Гідроізоляційні вироби поряд з необхідними функціональними властивостями повинні мати невисоку вартість. Хоча сировинна база для герметизації будівель і споруд досить широка, її здешевлення залишається актуальним завданням. Особливо бажане вживання для цих цілей відходів полімерних і інших матеріалів, використовуваних у великому об'ємі в народному господарстві.

Для розширення сировинної бази ми застосували відпрацьовану плівку поліетилену (ПЕ), яка використовувалася для покриття теплиць і як тара для упаковки [1]. Плівку розчиняли у відпрацьованому машинному маслі (ВММ). Таким чином можна отримати розчини ПЕ до концентрацій 20 мас. %. Текучість розчинів зберігається до концентрацій 10 мас. %. Далі отриманий розчин змішували з відходами біопалива (ВБП) після виробництва біодизеля [2]. В результаті отримували прозорі опалесцючі розчини трьох компонентів, які зберігали задовільну текучість.

Затвердіння здійснювали з використанням рідких каучуків (РК) з гідроксильними групами по уретановому механізму. РК отримували радикальною полімеризацією з використанням як ініціатор пероксиду водню (ПВ) [3, 4]. Це знімає проблему вартості РК зважаючи на дешевизну ПВ та його екологічну безпеку. Реакція уретаноутворення з використанням ароматичних поліізоціанатів ПЦЦ йде за рахунок гідроксильних груп РК і ВБП, в якій РК є еластифікуючим компонентом, а ВБП відіграють роль зшиваючого агента. Зміною співвідношення цих компонентів, а також співвідношення ізоціанатних і гідроксильних груп можна регулювати міцнісно-еластичні властивості композицій в конкретних виробках. Композиції при необхідності можна наповнювати твердими наповнювачами, у тому числі гумовою крихтою з відпрацьованих автомобільних шин [5]. Використання цих матеріалів здійснюється за литною технологією (наливні покриття).

Таким чином, запропоновані матеріали для гідроізоляції базуються на відходах полімерів і мінеральних масел, завдяки чому комплексно вирішується завдання екологічного захисту довкілля.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мишак В.Д., Баранцова А.В., Грищенко В.К., Бусько Н.А., Семиног В.В., Лебедев Е.В. Функционализированные олигодиены для модификации резинопластов // VI Міжн. конф. "Сотрудничество для решения проблемы отходов", Харьков, 8-9 апреля 2009.
2. Дмитрієва Т.В., Бойко В.В., Кривовська С.К., Бортницький В.І., Гайдук Р.Л. Дослідження фізико-хімічних та спектральних характеристик біопалива на основі ріпакової олії, отриманого холодним способом // Вопр. химии и хим. технологи. – 2010. – № 3. – С. 46-49.
3. Грищенко В. К., Бойко В. П., Дышлова Т. И., Куликов В. В., Басов В. А., Лысанов В. А., Хайруллин И. Л., Булычева С. В. Способ получения жидких гидроксилсодержащих олигодиенов. – Пат. Российской Федерации 2028311. Кл. С 08 F 236/04. Заявл. 10.10.91. Опубл. 09.02.95. Б. И., 1995, № 4, С. 10.
4. V.K. Grishchenko, A.V. Barantsova, V.P. Boiko, N.A. Busko. Polymeric Materials on the Base of Oligomers with Terminal Functional Groups. In: Advances in progressive thermoplastic and thermosetting polymers: perspectives and applications, 2012. - 430 p.
5. Мишак В.Д., Лебедев Є.В., Баранцова А.В., Грищенко В.К., Бусько Н.А., Семиног В.В. Полімерні композити на основі термопластів та дисперсної гумової крихти // Полімерний журнал. – 2006. – N.3. – с. 246 – 254.

УДК 662.75,621.89

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

© Бойко В.П., Дмитриева Т.В., Грищенко В.К., Мышак В.Д., Ключев Э.А.

Предложены новые сырьевые материалы для производства гидроизоляционных изделий. Это отходы полиэтилена после использования в качестве покрытий теплиц и тары для упаковки, отработанное машинное масло, резиновая крошка из отработанных автомобильных шин и отходы производства биотоплива (биоглицерин). Смесь этих компонентов обрабатывается полиизоцианатами с образованием эластичных полиуретановых материалов.

Ключевые слова: отходы полиэтилена, отработанное машинное масло, резиновая крошка, биоглицерин, полиуретаны

УДК 662.75,621.89

ENLARGEMENT OF THE RAW BASE FOR PRODUCTION OF HYDRO ISOLATING ARTICLES

© Boiko V.P., Dmitrieva T.V., Grishchenko V.K., Myshak V.D., Kluev E.O.

New raw resources for production of the hydro isolating articles were proposed. They are waste of polyethylene after using for covering hot-houses and containers for the packing, wasted machine oils, rubber crumb of wasted car tyres, and waste of production of biofuel (bioglycerin). The mixture of these components is treated with polyisocyanates with forming elastic polyurethane materials.

Keywords: polyethylene waste, wasted machine oil, rubber crumb, bioglycerin, polyurethanes

УДК 691.53,666.963

*Калінченко В.М., інженер технічного відділу,
ПрАТ «Термінал-М»,
м. Київ, вул. Резервна, 8, тел./факс: +38(044) 507-03-66,
тел: +38(050) 507-03-66
e-mail: v.kalinchenko@siltek.kiev.ua*

ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПОЛІМЕРЦЕМЕНТНИМИ СУМІШАМИ ТМ SILTEK

В доповіді розглянуто класифікацію гідроізоляційних матеріалів, а також вимоги до сухих будівельних сумішей для влаштування гідроізоляції. Основні способи влаштування гідроізоляції під час зведення конструкцій та будівель, а також при їх ремонті та реконструкції. Фізико-механічні властивості гідроізоляційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих та полімерних добавок. Застосування сухих будівельних сумішей модифікованих полімерами, в системі гідроізоляції. Особливості технології виконання гідроізоляційних робіт з застосуванням полімерцементної гідроізоляції.

Ключові слова: гідроізоляція, конструкція, суха будівельна суміш, технологія

В доповіді проаналізовано основні способи влаштування гідроізоляції під час зведення конструкцій та будівель, а також при їх ремонті та реконструкції. Наведено класифікацію гідроізоляційних матеріалів, а також вимоги до сухих будівельних сумішей для влаштування гідроізоляції. Розглянуто фізико-механічні властивості гідроізоляційних матеріалів на основі мінеральних в'язучих та полімерних добавок. Висвітлено питання застосування сухих будівельних сумішей модифікованих полімерами, в системі гідроізоляції. Звернуто увагу на особливості технології виконання гідроізоляційних робіт з застосуванням полімерцементної гідроізоляції:

- при реставрації та ремонті будівель та споруд
- при влаштуванні гідроізоляції в системі теплоізоляції

Розглянуто практичні рішення застосування полімерцементної гідроізоляції. Наведено основні помилки при влаштуванні гідроізоляції.

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫМИ СМЕСЯМИ ТМ SILTEK

©Калиниченко В.М.

В докладе рассмотрена классификация гидроизоляционных материалов, а также требования к сухим строительным смесям для устройства гидроизоляции. Основные способы устройства гидроизоляции при возведении конструкций и сооружений, а также при их ремонте и реконструкции. Физико-механические свойства гидроизоляционных материалов на основе минеральных вяжущих и полимерных добавок. Применение сухих строительных смесей модифицированных полимерами, в системе гидроизоляции. Особенности технологии выполнения гидроизоляционных работ с применением полимерцементной гидроизоляции.

THE TECHNOLOGY WATERPROOFING WITH POLYMER-CEMENT MIXTURES

©Kalinichenko V.M.

The report reviewed the classification of waterproofing materials and requirements for dry mixes for waterproofing. The main methods of waterproofing during construction of structures and buildings, as well as by their repair and reconstruction. Physical and mechanical properties of waterproofing materials based on mineral binders and polymer additives. The usage of dry mixes modified by polymers, in waterproofing. Technology features of the waterproofing works with using polymer-cement waterproofing.

УДК 691.175:696

Кармазин А.М, зам. директора.
ООО Научно-техническая фирма «ПОЛИСТОК»,
г. Харьков. ул. Шевченко № 6, офис 310, 61013
+38(067) 748-09-36, e-mail: mail@polistok.com

ДРЕНАЖНЫЕ ТРУБОФИЛЬТРЫ «ПОЛИСТОК»® КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМ ВОДОПониЖЕНИЯ И ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

В данной статье представлена информация о композитных трубофильтрах «ПОЛИСТОК», примеры их использования для защиты от подтопления.

Ключевые слова: трубофильтр, горизонтальный и вертикальный дренаж, фильтрация.

Во время строительства и эксплуатации зданий, сооружений, автодорог параллельно с мерами по гидроизоляции и защите от высокого уровня грунтовых вод производится устройство дренажной системы. Отведение грунтовых вод, скапливающихся вблизи защищенных гидроизоляцией участков, является залогом нормальной эксплуатации объектов инфраструктуры. Опыт свидетельствует, что развитие подтопления может быть остановлено на любой стадии. Это зависит от качества строительства и условий эксплуатации водонесущих сетей, организации поверхностного стока и состояния ливневой канализации, а также от эффективности мер конструктивного характера – способа укладки коммуникаций, применения разных видов дренажа и гидроизоляции. Одним из эффективных и распространенных способов защиты от вредного воздействия грунтовых и инфильтрационных вод является устройство трубчатого дренажа. В зависимости от конкретных условий применяют горизонтальный, вертикальный, лучевой дренажи.

Научно-техническая фирма «Полисток» специализируется на **разработке и производстве трубчатых фильтров СПФА/СТФ для всех видов дренажа**. В качестве конструкционного материала используется композиционный материал – сетчатый многослойный стеклопластик с полимерной фильтровальной перегородкой. На рис.1 показан послойный разрез трубофильтра, где 1 – внутренний каркас в виде сетчатого стеклопластика, 2 – фильтровальная перегородка в виде сетки, 3 – наружный каркас аналогичный внутреннему.

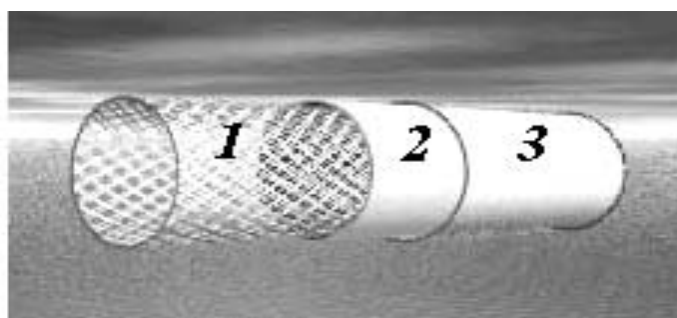


Рисунок 1. Послойный разрез трубофильтра

Изготовление завершается стадией высокотемпературной полимеризации, после которой стеклопластиковый трубофильтр приобретает монолитность конструкции и достаточную прочность (рис. 2).

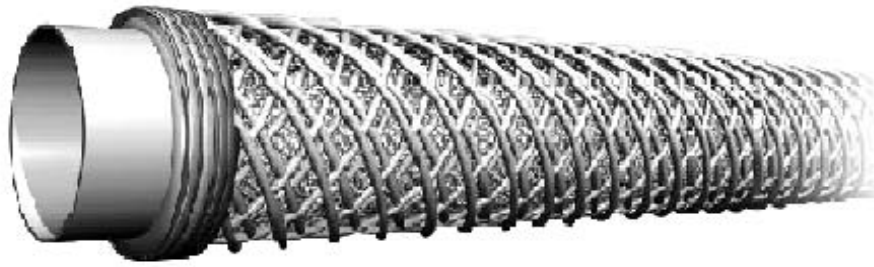


Рисунок 2. Общий вид трубофильтра «ПОЛИСТОК» для горизонтального дренажа

Отличительными чертами трубофильтров СТФ являются:

- защищенность **фильтрационной оболочки** **наружным стеклопластиковым каркасом** от механических повреждений во время транспортировки, монтажа и эксплуатации;
- **большая скважность** – до 30 % - гарантированная каркасно-сетчатой структурой фильтра;
- **стойкость к кольматации** **фильтровальной перегородки**, обусловленная применением плоскопоористой структурированной сетки из гладких мононитей.

Трубофильтры для горизонтального дренажа легки в сборке, раструбно-втулочное соединение не требует применения дополнительных элементов крепления.

Основные диаметры (внутренние) выпускаемых трубофильтров СТФ – **80, 100, 115, 125, 140, 175, 210, 270, 420 мм.**

Для оснащения вертикальных водозаборных скважин нами разработан **металлопластиковый трубофильтр СТФ-СК**. Опорным каркасом в нем служит стальная перфорированная труба, на которую наносится стеклопластиковая защитно-фильтровальная оболочка. В данном случае наружный стеклопластиковый каркас (рис. 1, поз. 3) играет защитную роль для фильтровальной перегородки во время монтажа скважинного фильтра и устройства песчаной обсыпки. Часто именно из-за этого фильтр выходит из строя. Кроме того, технология изготовления фильтров СТФ-СК позволяет «приподнять» над стальной трубой стеклопластиковую оболочку и тем самым не допустить уменьшения водоприемной поверхности. Применение металло-стеклопластиковых фильтров позволило избавиться от проблемы «блуждающих токов», разрушающих традиционные фильтры с металлическими сетками. Опыт эксплуатации таких фильтров показал полную сохранность стального каркаса и композитной оболочки.

На рис. 3 показан фрагмент чертежа защиты от подтопления в виде дамбового дренажа гидротехнического сооружения (водохранилища).



Рисунок 3. Защита от подтопления с использованием трубофильтра СТФ

В данном случае природные фильтрующие материалы использованы для расширения фильтрационной призмы дренажа, а наружный слой выполнен глинистым грунтом.

На рис. 4 показан фрагмент устройства гидроизоляции подземного паркинга с использованием дренажного трубофильтра СТФ и современных гидроизоляционных полимерных материалов импортного производства

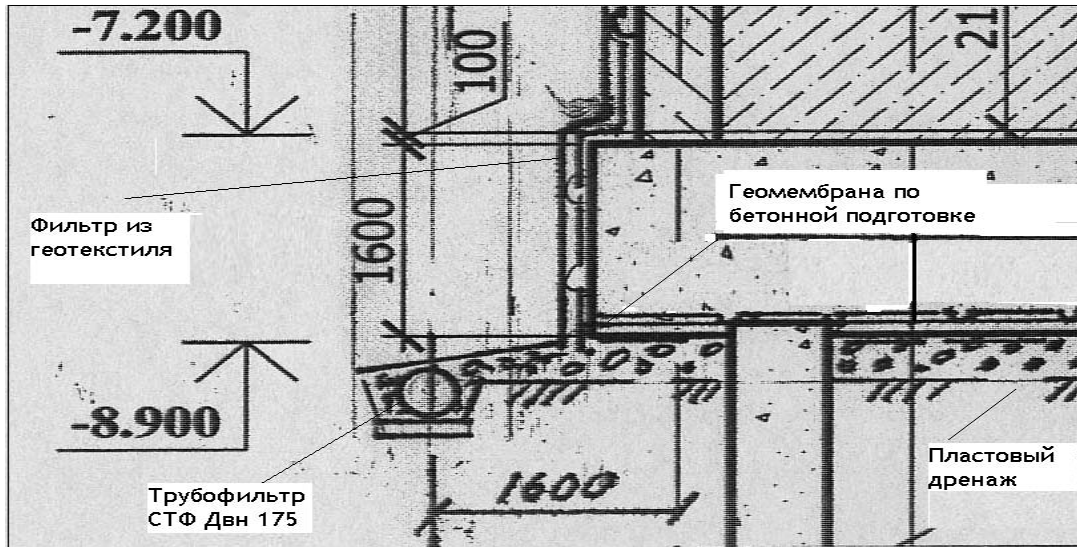


Рисунок 4. Гидроизоляция, включающая дренажный трубофильтр СТФ

На сегодняшний день существует обширная практика применения трубофильтров «ПОЛИСТОК» для различных условий эксплуатации в качестве:

- горизонтального дренажа на сооружениях ГАЭС Днепроовского каскада, Днестровской ГАЭС, вновь строящихся объектах в г. Киев (в т.ч. на НСК «Олимпийский»), Одесса, линейного дренажа отдельных участков автотрассы Киев - Житомир;

- вертикального дренажа на строительстве канализационного коллектора в г. Киев, защита от подтопления на ДМК (г. Днепродзержинск), разгрузочного дренажа дренажно-коммуникационного коллектора в г. Ашгабат (Туркменистан);

- лучевого дренажа водопонижения на жилом массиве Журавлевка (г. Харьков), дренажной штольни Днестровской ГАЭС.

Разнообразие сфер применения трубчатого фильтра СТФ обусловлено конструктивными особенностями, представляющими его как совершенную дрину из высокопрочного химстойкого материала. Технология изготовления при этом позволяет придавать трубофильтру различные фильтрационные характеристики, определяемые размерами ячеек сеток в диапазоне от 0,1 до 1,0 мм. Это необходимо для соблюдения условия (1) оптимального сводообразования в фильтрующей загрузке (обсыпке), что, соответственно, увеличивает водопримные свойства фильтра

$$1 < d_0/d_{70} < 6, \quad (1)$$

где d_0 – гидравлический эквивалент пор; d_{70} – диаметр частиц песчаной обсыпки, меньше которых в породе содержится 70 % [1].

Стеклопластиковый трубофильтр СПФА/СТФ (ТУ У 21198638-00-96) допущен к применению в сфере хозяйственно-питьевого водоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.М. Гаврилко. Фильтры водозаборных, водопонизительных и гидрогеологических скважин. – М.: Изд-во литературы по строительству, 1968. - 398с., илл.

УДК 691.175:696

**ДРЕНАЖНІ ТРУБОФІЛЬТРИ «ПОЛІСТОК»® ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА СИСТЕМ
ВОДОЗНИЖЕННЯ ТА ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ**

© Кармазін О.М.

В даній статті надана інформація про композитні трубофільтри «ПОЛІСТОК», приклади їх застосування для захисту від підтоплення.

Ключові слова: трубофільтр, горизонтальний і вертикальний дренаж, фільтрація.

UDC 691.175:696

**DRAINAGE TUBULAR FILTERS “POLISTOK”
FOR WATERFALL SYSTEMS AND WATERPROOFING**

© Karmazin Alexander

In this article described design of composite tubular filters “POLISTOK”®. Examples of their use for water fall systems are given.

Keywords: tubular filter, horizontal and vertical drainage, filtration.

УДК 699.822

Лучкін В. А., директор,
ТОВ «УКРГІДРОПРОМПОСТАЧ»
02140, м. Київ вул. Мішуги, 12, оф. 120,
тел.: +38(044) 227-14-86, e-mail: dir@ukrgidro.com.ua

КОРОТКИЙ ОГЛЯД ІН'ЄКЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ

Коротко розглянуто ін'єкційні технології гідроізолювання та матеріали, які використовуються для гідроізоляції ін'єктуванням. Окреслено пов'язані з кожним із використовуваних для гідроізоляції ін'єктуванням матеріалом особливості використання для кам'яних, цегляних та бетонних споруд. Охарактеризовано як саму технологію гідроізоляції ін'єктуванням, так і технологічні особливості кожного виду ін'єкційних матеріалів, якими й зумовлені особливості використання. Зазначено важливість використання методу ін'єктування для захисту споруд від вологи.

Ключові слова: технології гідрозахисту, ін'єктування, гідроізоляція, ін'єкційні матеріали, гідроактивні полімерні композиції, ін'єкційні смоли, кремнійорганічні високорухливі рідини для гідроізоляції ін'єктуванням, цементні ін'єкційні матеріали.

На сьогоднішній день технології гідрозахисту та герметизації стиків і швів методом ін'єктування та гідроізоляції можна назвати іноваційними. Однак ці технології давно і повсюдно застосовуються не тільки для захисту тунелів та підземних споруд, але й для зміцнення цегляних, кам'яних та бетонних конструкцій.

Технологія ін'єкційної гідроізоляції достатньо проста і може застосовуватися практично до всіх залізобетонних конструкцій. Зокрема, технологія ін'єктування, дозволяє вирішити більшість проблем залізобетонних конструкцій, не виводячи їх із експлуатації, і тим самим зекономити час на ремонт і затрати ресурсів. Крім того, завдяки цій технології можна отримати більш високі вологозахисні якості порівняно з іншими технологіями.

Головним чином ця технологія застосовується при недостатній або порушеній ізоляції від ґрунтових вод. Сама ж технологія доміжно проста – в порожнечі та тріщини закачується гель або гідроізоляційний розчин, який заповнює всі порожнечі та гарантує практично повний захист конструкції від вологи.

Існує декілька основних видів ін'єкційних матеріалів:

- Гідроактивні полімерні композиції, що спінюються;
- Ін'єкційні смоли, гідрофільні гелі;
- Кремнійорганічні високорухливі рідини;
- Цементні матеріали.

Розглянемо вищезгадані варіанти ін'єкційних матеріалів більш детально.

Цементні ін'єкційні матеріали використовуються головним чином для укріплення кам'яних та цегляних споруд (рідше – бетонних) завдяки своїй ефективності при бетонуванні дрібних елементів, які мають складну просторову конфігурацію. Перевагами цих матеріалів є висока міцність, відсутність дефектів, що можуть викликатися усадкою, висока дисперсність та реологічні властивості.

Гідроактивні полімерні композиції, що спінюються – це зазвичай полімери, які мають об'єм твердої фази у 5- 15 разів більший за об'єм рідкої фази; тобто при потраплянні вологи полімер збільшує свій об'єм та формує регулярну структуру з замкнутими порами. Таким чином за рахунок заповнення пор у структурі ізолюваного матеріалу основними перевагами таких полімерних композицій є вологостійкість та збільшення міцності ізолюваного матеріалу. Завдяки цим двом характеристикам спінювані гідроактивні полімерні композиції використовуються переважно в

ситуаціях, коли потрібен не лише гідроізоляційний захист конструкції, а й відновлення її міцності.

Ін'єкційні смоли використовуються переважно для зміцнення та ізоляції пористих структур бетону (або кам'яних) та склеювання тріщин; їх доцільно використовувати разом із спінюваними гідроактивними полімерними композиціями.

Гідрофільні гелі для ін'єкцій є еластичними полімерами, які збільшуються в об'ємі при потраплянні вологи, тому використовуються для ізоляції тріщин та швів у приміщеннях, що експлуатуються в умовах підвищеної вологості.

Кремнійорганічні високорухливі рідини для гідроізоляції ін'єктуванням існують у великій кількості різновидів, зазвичай маючи силікатну основу та застосовуються для гідроізоляції дрібнопористих структур зазвичай у комплексі з іншими матеріалами.

Висновки

Для максимально ефективної експлуатації гідротехнічних споруд та інших конструкцій необхідно мати повну, докладну та об'єктивну інформацію про існуючі на сьогодні гідроізоляційні матеріали та технології, адже будівельна хімія розвивається досить стрімко.

При цьому для ефективного використання технічних характеристик споруди не варто зупинятися на одному певному матеріалі але потрібно намагатися вирішувати поставлені задачі комплексно, вивчивши попередньо наявні варіанти гідроізоляції та прийнявши вивірене інженерно-технічне рішення.

КРАТКИЙ ОБЗОР ИНЪЕКЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

©Лучкин В.А.

В статье кратко рассмотрены инъекционные технологии гидроизоляции и материалы, которые используются для гидроизоляции методом инъектирования, их преимущества и недостатки. Определены связанные с каждым из используемых для гидроизоляции методом инъектирования материалом особенности использования для каменных, кирпичных и бетонных сооружений. Охарактеризованы как сама технология гидроизоляции методом инъектирования, так и технологические особенности каждого вида инъекционных материалов, которыми и обусловлены особенности использования. Отмечена важность использования метода инъектирования для защиты сооружений от влаги.

Ключевые слова: технологии гидрозащиты, инъектирование, гидроизоляция, инъекционные материалы, гидроактивные полимерные композиции, инъекционные смолы, кремнийорганические высокоподвижные жидкости для гидроизоляции инъектированием,, цементные инъекционные материалы

A BRIEF OVERVIEW OF INJECTION WATERPROOFING TECHNOLOGY

© Luchkin V.A.

The article briefly reviews the injection waterproofing technologies and materials that are used for waterproofing injection method , their advantages and disadvantages. Identified associated with each of the method used for waterproofing grouting material especially for the use of stone, brick and concrete structures . Characterized as the technology waterproofing injection method , and the technological features of each type of injection material , and which are due to peculiarities of use. The importance of using the method of injection to protect structures from moisture

Keywords: hydro-protection technology, grouting, waterproofing, injection materials, gidroaktivnye polymer compositions injection resins, silicones highly mobile liquid waterproofing inektirovaniem, and cement injection materials

Маковецкий И.В., зам. директора,
ООО «Гидролюкс Плюс»
г. Киев, ул. Здобуновская, 7-Г (производство),
г. Киев, ул. Канальная, 1 (офис).
тел.: +38(044) 498-09-88; (044) 574-34-12;
+38(067) 209-03-47;
e-mail: gidrolux@cc.com.ua

БИТУМОСОДЕРЖАЩАЯ ОБМАЗОЧНАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

Ключевые слова: битум, вододисперсионная мастика, гидроизоляция, диспергатор, латекс, свойства, эмульсия.

Почти любое строительство не обходится без использования средств гидроизоляции и водозащиты. Современные технологии строительства предлагают на выбор широкий спектр материалов для гидроизоляции: рулонных, наплавляемых, оклеечных, обмазочных, окрасочных, различные виды пенетрирующих и гидрофобизирующих составов и т. д. Особое место в этом ряду занимают материалы на битумной основе для обмазочной гидроизоляции.

В то время, как современные гидроизоляционные материалы, (в особенности отдельные виды рулонных) используются сравнительно недавно и в некоторых случаях ещё не успели себя зарекомендовать с точки зрения эксплуатационной надёжности на длительные сроки, битумосодержащие гидроизоляционные материалы известны человечеству с давних времён – по археологическим и письменным источникам, возможно, десятки тысяч лет, едва ли не с «каменного века».

По свидетельству греческого историка Геродота, битум широко использовался при создании стен и башен Вавилона. Асфальтовой мастикой и кирпичами укрепляли берега Тигра в Месопотамии. На территории Индии, в развалинах древнего города Мохенджо-Даро был обнаружен огромный бассейн, построенный 5 тысяч лет назад, дно и стены которого были покрыты слоем битумосодержащей гидроизоляции. Битумосодержащая гидроизоляция широко использовалась и в древнем Риме при строительстве акведуков, римских терм, оросительных систем, искусственных каналов и водоёмов. Битумосодержащей гидроизоляцией обрабатывали полы и стены зернохранилищ и амбаров для увеличения сроков хранения зерна и продуктов. По некоторым историческим данным, битумная гидроизоляция использовалась при строительстве одного из семи чудес света древности – висячих садов Семирамиды.

А вот, к примеру, как описывает применение битумосодержащей гидроизоляции Библия: *«Сделай себе ковчег из дерева гофер; отделения сделай в ковчеге и осмоли его смолою внутри и снаружи. (Быт.6:14)»* В Библии же есть упоминания о том что в Египте был асфальт и смола, ведь ею обмазали корзинку с Моисеем. *«...но не могли более скрывать его, взяла корзинку из тростника и осмолила ее асфальтом и смолою и, положив в нее младенца, поставила в тростнике у берега реки, (Исход 2:3)»*. А про жителей Месопотамии в Библии говорится: *«И стали у них кирпичи вместо камней, а земляная смола вместо извести»*.

Можно с уверенностью сказать, что битумосодержащая гидроизоляция является самой древней. Доказывая свою надёжность в течении всего периода развития человеческой цивилизации, она долгое время вообще не имела альтернативы. Под «смолою» в древности понимали такие материалы, как природный битум (природный асфальт), одним из образцов которого служит, например – гильсонит, образующийся из естественных геологических разливов нефти, подвергавшихся атмосферным воздействиям в течении сотен тысяч лет.

Археологические артефакты со следами битумосодержащей гидроизоляции находят по всему миру. Вот лишь некоторые из них: это древние государства ближнего востока (Месопотамия - Шумер, Египетские города и Вавилонское царство), государства древней мезоамерики (Ольмеки, Ацтеки, Инкские города-государства), древние государства на территории современных Индии, Бирмы, Лаоса, Шри-Ланки (Цейлон), древние поселения центральной и южной Африки, странах «Магриба», древний Карфаген, древние государства Европы – Греция, Рим, норманнские стоянки викингов на территории скандинавского полуострова и Дании, древние поселения кельтских, славянских и германских племён. Известна была битумосодержащая гидроизоляция так же и в древнем Китае и государствах юго-восточной Азии.

Столь обширная историография развития и применения битумосодержащей обмазочной гидроизоляции обусловлена во многом уникальными свойствами битумов. Ведь битум, сам по себе не является однородным продуктом. В состав битума входят как твёрдые частицы, такие как асфальтены или антрацены, так и флюорены или нафтены, представляющие собой масла и смолы. Помимо этих компонентов в состав битумов входят так же высокомолекулярные углеводороды и более 80 различных соединений, включая серу и азот. Пропорции содержания различных компонентов в составе битумов и определяют их свойства по сферам применения, в первую очередь - для гидроизоляции. Так, смолы обуславливают эластические свойства битума, масла придают битуму подвижность и текучесть, асфальтены придают битуму вяжущие свойства. От количества асфальтенов, зависят его теплоустойчивость и вязкость, а асфальтогеновые кислоты и их ангидриды, являющиеся наиболее поверхностно-активной частью битума влияют на сцепление с поверхностью материалов из природного камня. Кроме того, масла и смолы обладают высокой гидрофобностью, что очень важно для гидрозащиты зданий и строительных конструкций.

В древности битумосодержащие составы для гидроизоляции перед применением разогревали до уменьшения вязкости настолько, насколько это было необходимо для нанесения их на обрабатываемую поверхность, что было не всегда удобно с точки зрения трудозатрат и времени. Подобные материалы существуют до сих пор и получили название «горячие гидроизоляционные мастики». Однако в первой половине XX века, с развитием технологий, в особенности химического производства, когда стало возможным массово производить органические растворители битумов с высоким содержанием летучих компонентов, появились битумосодержащие гидроизоляционные материалы не требующие разогрева перед применением. Благодаря технологичности, простоте нанесения, высокой пенетрации и улучшенной адгезии к различным основаниям, такие материалы получили широкое распространения в строительстве вплоть до сегодняшнего дня.

Сегодня эта группа материалов известна под наименованием «холодные гидроизоляционные битумные мастики». Дальнейшее развитие этого направления гидроизоляционных материалов было обусловлено появлением на рынке различных технологических добавок, полимерных модификаторов, различных видов каучуков, маслянистых добавок, органических и синтетических наполнителей, химических адгезивов, пластификаторов, антипиренов, стабилизаторов, полимеризующихся смол и других составов для битумных мастик. Это привело к появлению на рынках целой плеяды битумосодержащих мастик холодного применения с различающимися (иногда кардинально) физико-химическими свойствами и по целевому назначению адаптированных под различные сферы применения.

С развитием научно-технического прогресса, в конце 80-х годов XX века в исторической цепочке развития гидроизоляционных битумосодержащих мастик холодного применения появилось отдельное ответвление, впоследствии получившее дальнейшее развитие. В это время в СССР, на территории советской Украины были разработаны, испытаны и внедрены в массовое производство гидроизоляционные битумосодержащие мастики холодного применения на водной основе. В научных кругах такие материалы получили название «Битумные мастики на твёрдых эмульгаторах». Производство этих мастик осуществлялось на основании норм РСТ УССР 50-27-89 (республиканский стандарт УССР – действующий нормативный документ).

Как стало возможным растворить битум в воде? Ведь обладая абсолютной гидрофобностью, битум в воде в принципе не растворяется. Однако все мы знаем такой продукт как молоко, которое имеет в своём составе от 2,7% до 6,0% жира. Жир, как известно, так же как и битум обладает гидрофобностью и в воде не растворяется. Весь секрет в том, что такие системы структурно представляют собой смесь как минимум из двух веществ, которые совершенно или практически не смешиваются друг с другом и не реагируют друг с другом химически, при этом более крупные частицы измельчённого гидрофобного вещества «обволакиваются» более мелкими частицами другого вещества (диспергаторами), свойствами гидрофобности не обладающими. В результате образуются более крупные частицы вещества, способного находиться в водной среде во взвешенном состоянии. Такие составы принято называть «дисперсиями», а битумные гидроизоляционные мастики на их основе, соответственно – «битумные вододисперсные мастики для гидроизоляции».

После нанесения такой мастики на обрабатываемую поверхность, по мере испарения воды (или поглощения пористой структурой основания, например – бетона), происходит процесс «слипания» частиц битума в единую структуру с образованием стойкого покрытия, которое не смывается водой и обладает водоотталкивающим действием (молочная пенка так же в воде не растворяется). Такой процесс принято называть «стабилизацией мастики». Время стабилизации вододисперсных мастик зависит от температуры и влажности воздуха, а также (в незначительной степени) от состава мастики (наличие дополнительных компонентов и связующих).

Гидроизоляционные вододисперсные мастики, в отличие от своих «собратьев», обладают рядом бесспорных преимуществ. Простота и лёгкость в нанесении не требует больших трудозатрат и привлечения высококвалифицированной рабочей силы. На обрабатываемую поверхность мастика наносится при помощи простого соргового веника или капроновой кисти (макловица). Вододисперсные мастики не имеют запаха, т. к. в составе не содержат органических растворителей, что помимо возможности внедрения экологически безопасных технологий позволяет работать с мастикой при устройстве гидроизоляции в интерьерах (в условиях замкнутого пространства).

В связи с отсутствием токсичных и легковоспламеняемых летучих компонентов, вододисперсные битумные мастики допустимо использовать в условиях повышенной пожароопасности, где по техническим условиям или особым требованиям работать с горючими и легковоспламеняющимися материалами запрещено. Вододисперсные мастики могут наноситься как на сухое, так и на влажное основание (при отсутствии поверхностно-капельной влаги). Это особенно актуально при обработке поверхностей фундаментов ниже уровня земли, в котловане, в условиях влажных грунтов, где поверхность не бывает сухой даже в летнюю жару. В таких условиях невозможно работать с битумными мастиками на органических растворителях, для которых основание обрабатываемой поверхности не должно содержать влагу. Из-за отсутствия в составе вододисперсных мастик дорогостоящих растворителей, их стоимость, как правило, ниже стоимости битумных мастик на растворителях (экономический аспект).

Благодаря наличию воды в составе вододисперсных битумных мастик, при нанесении на пористое основание бетонной поверхности глубина проникновения значительно выше, в сравнении с мастиками на растворителях, что улучшает адгезию и долговечность покрытия. Однако не смотря на это, производители вододисперсных гидроизоляционных мастик, для увеличения глубины проникновения и улучшения свойств адгезии к основанию, перед применением рекомендуют огрунтовывать обрабатываемую поверхность предварительно разведённой водой этой же мастики в соотношении 1:1 или 1:2.

Появление на рынке совместимых с битумными водными дисперсиями высокотехнологичных латексов дало возможность выпускать вододисперсные битумные мастики с улучшенными характеристиками. На сегодняшний день на рынке представлены битумно-латексные вододисперсные мастики с улучшенными характеристиками адгезии к основанию, мастики с кардинально улучшенными показателями эластичности, морозоустойчивости, химстойкости и т. д. Стало возможным производить битумно-латексные вододисперсионные

мастики с функціями, раніше не характерними для битумних мастик. Так, наприклад, появились мастики для приклеивания плит утеплителя из пенополистирола, пенополиуретана или пеностекла к бетонным и другим поверхностям. При этом наличие в составе латексов и отсутствие органических растворителей предотвращает разрушающее действие клеящих битумных мастик на утеплители из пенополистирола при прямом контакте с ними.

В настоящий момент ведущим производителем гидроизоляционных битумосодержащих мастик в Украине является ООО «Гидролюкс Плюс».

На промышленной базе ООО «Гидролюкс Плюс» налажен выпуск широкого спектра битумосодержащих гидроизоляционных мастик в следующих композиционных вариантах:

- Мастика битумно-эмульсионная под маркой «БиЕМ» ;
- Мастика битумно-латексно эмульсионная под маркой «БиЛЕП»;
- Мастика клеящая битумно-латексно эмульсионная под маркой «БиЛЕМ»
- Мастика битумно-бутилкаучуковая под маркой «МГББ»;
- Мастика битумно-полимерная под маркой «ЭЛАСТИМ»;
- Битумно-полимерная грунтовка «ПРАЙМЕР».
- Битумная маслосодержащая морозоустойчивая мастика под маркой «МБ-50»
- Герметизирующий материал «Гермабутил 2М»

Современная технология производства, квалифицированный персонал позволяют ООО «Гидролюкс Плюс» производить и предлагать потребителю продукцию с оптимальным комплексом физико-механических свойств, с учетом типа и состояния поверхности, оснащенности подрядчика спецтехникой и оборудованием, опытом проведения работ и прочих факторов.

БІТУМВМІЩУЮЧА ОБМАЗОЧНА ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ

©Маковецький І.В.

Ключові слова: бітум, вододисперсійна мастика, гідроізоляція, диспергатор, латекс, властивості, емульсія.

BITUMINOUS SURFACE WATERPROOFING

© Makovetskiy I.V.

Keywords: asphalt, water dispersion sealant, waterproofing, dispersant, latex, properties, emulsion.

УДК 692.433

Маяцкий И.В., кандидат физико-математических наук, руководитель департамента инновационных технологий

ООО «ВИТОР Системс», г. Киев

01103, г. Киев, бул. Дружбы народов, д. 28-А, офис 55

тел./факс: +38(044) 501-16-64

e-mail: info@vitor.com.ua

ТЕРРАСНЫЕ СИСТЕМЫ. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ КРОВЛИ НА ПЛОСКИХ КРЫШАХ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Раскрыта актуальность эксплуатируемых кровель в современном строительстве и требования к ним. Рассмотрены существующие на сегодняшний день технологии, их проблематика и несовершенство при создании современной террасы на плоской крыше, а также предложен альтернативный способ, основанный на идее пространственного разделения поверхности пола террасы и кровли с помощью опор изменяемой геометрии Vuzon.

Ключевые слова: опора, бузон, кровля, крыша, эксплуатируемая, терраса, ВИТОР Системс.

Эксплуатируемые крыши приобретают все большую популярность во всем мире. Особенно актуальным является использование свободных площадей крыш в условиях крупных городов.

С одной стороны, постоянный рост цены городской земли и ограниченность земельных ресурсов города привела к возникновению стойкой тенденции к использованию плоских кровель в качестве полезных эксплуатируемых площадей. Это могут быть и полноценные зоны отдыха, солярии, летние площадки кафе и ресторанов.

С другой стороны, повышение требований к качеству жилья привело к возникновению таких архитектурных решений, как пентхаусы, где крыши домов превращается в уютные дворики со своими газонами, фонтанами, скульптурными композициями и зонами отдыха.

Прежде, чем приступить к обсуждению существующих технологий устройства таких кровельных конструкций, хотелось бы определить, что же собственно такое современная терраса, ее основные характерные черты, и по отношению к ним оценивать ту или иную технологию. Так что же такое современная терраса?



Рисунок 1



Рисунок 2

- Прежде всего, это абсолютно ровный пол, по которому не бегут потоки воды, пол, покрытие которого долго не теряет свой внешний вид и за которым легко ухаживать.

- Во-вторых, мы должны иметь возможность выполнить его из максимально широкого спектра материалов, чтобы дать максимальный простор для воплощения различных архитектурских и дизайнерских решений.

- Необходимо предусмотреть возможность создания «зеленых зон», причем выполненных так, чтобы газон располагался непосредственно у Вас под ногами.

- Необходимо также предусмотреть технологическую возможность скрытой прокладки коммуникаций, например, электрической для освещения и сантехнической для полива. Очень важно также, чтобы сам способ прокладки предполагал высокую степень ремонтпригодности, а лучше даже, чтобы мы имели легкий доступ к коммуникациям по всей трассе прокладки.



Рисунок 3



Рисунок 4

Рассмотрим теперь существующие на сегодняшний день технологии, с точки зрения реализации идеи современной террасы, основные черты которой мы с Вами только что описали.

Если мы обратимся к основополагающим для строителей документам, например к ДБН В.2.6-14-97 «Конструкции домов и сооружений. Покрытия домов и сооружений», а также к аналогичным документам Белоруссии и России или к техническим рекомендациям крупных производителей кровельных материалов, мы найдем там ряд решений, которые можно объединить под общим названием «технология выполнения эксплуатируемой кровли».

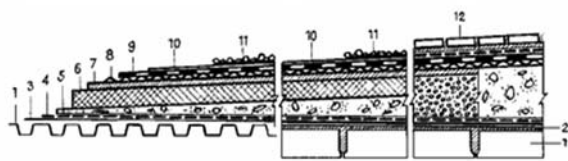
Не рассматривая техническую сторону этих решений, так как она достаточно подробно описана в вышеуказанных источниках, остановимся лишь на общих характерных чертах этой технологии с точки зрения построения описанной нами в начале современной террасы.

Первое, на что хотелось бы указать - это то, что при данной технологии крыша: кровля и эксплуатируемая поверхность представляют собой единую конструкцию или кровельный «пирог».

При этом эксплуатируемая поверхность полностью повторяет контуры кровли с существующими уклонами для стока воды.

Очевидно, что максимально комфортной и пригодной к эксплуатации, является плоская ровная поверхность. В процессе монтажа, мы можем попытаться изменить уклон финишной поверхности и постараться сделать ее как можно более ровной. При этом мы получаем ситуацию, когда у нас на чашах весов лежат две взаимонеприемлемые тенденции: с одной стороны находится наше желание сделать как можно более плоский пол, а с другой стороны - замедление стока воды, лужи, стоящие на поверхности, и быстрое загрязнение финишного покрытия.

Практика показывает, что декоративная поверхность теряет свой внешний вид в течение одного сезона при уклонах поверхности менее 2,5%. Следующий аспект, на который хотелось бы обратить внимание, - это значительный вес конструкции защитного покрытия (или пола), трудоемкость и длительное время выполнения работ.



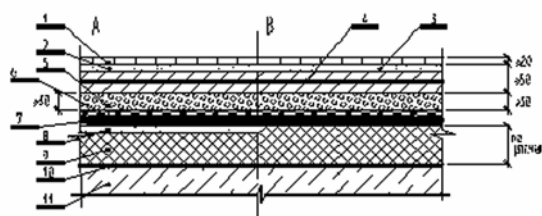
ДБН В.2.6-14-97

Обязательные элементы:

1 – несущие элементы (плиты покрытия, профнастил); 3 - пароизоляционный слой; 6 - теплоизоляционный слой; 8 - вентиляционная (осушающая) система - воздушная прослойка в сочетании с продухами и каналами; 9 - кровельный ковер; 10, 11, 12 - защитные слои

Дополнительные элементы: 2 - выравнивающий слой; 4 - разделяющие слои (слои "скольжения"); 5 - уклонообразующий слой; 7 - выравнивающая стяжка.

Рисунок 5



Доп.П1-03 к СНБ 5.08.01

Разрез кровельного пирога:

1 – плиточный пол; 2 – раствор М100, F100, W4; подготовка из мелкозернистого бетона класса по прочности на сжатие не менее В15; 4 – арматурные сетки 3Вр-I (3В-Io) с ячейкой не более 100x100мм; 5 – демпферно-дренирующий слой крупнозернистого песка; 6 – геотекстиль; 7 – водоизоляционный ковер; 8 – стяжка; 9 – теплоизоляция; 10 – пароизоляция; 11 – несущая конструкция

Рисунок 6



Рисунок 7



Рисунок 8



Рисунок 9

Например, вес пола, выполненного из керамогранита, достигает 300 кг на кв.м., а срок выполнения работ (при соблюдении необходимых технологий) по устройству террасы площадью 250 кв.м. составляет приблизительно 90 рабочих дней.

Следующий, очень актуальный для архитекторов и дизайнеров момент, это серьезное ограничение в выборе отделочных материалов. Фактически при данной технологии отделка пола может осуществляться только камнем - натуральным, тротуарной плитой, ФЭМ или керамической плиткой и керамогранитом.

Что же касается «зеленых зон», то сделать их мы можем единственным способом. Это выделить определенный участок кровли, значительно приподнять его над общим уровнем пола и отделить от основного покрытия высоким бордюром.

При данной технологии также представляет собой значительные сложности прокладка коммуникаций. В этой ситуации у нас есть две возможности: либо заложить все коммуникации в слой между финишным покрытием и кровлей и получить практически неремонтопригодные магистрали, либо расставить по всей террасе столбы электропередач и проложить трубопроводы.

Таким образом, подводя итог, мы можем констатировать факт, что такое направление с одной стороны имеет право на существование, но с другой стороны - даже в перспективе не приближает нас к реализации идеи современной террасы, основные черты которой мы наметили себе в начале.

Однако существует другое направление террасного строительства, которое все более широко используется по всему миру - в Европе, Азии, Америке, и уже более четырех лет проходит апробацию в Украине.

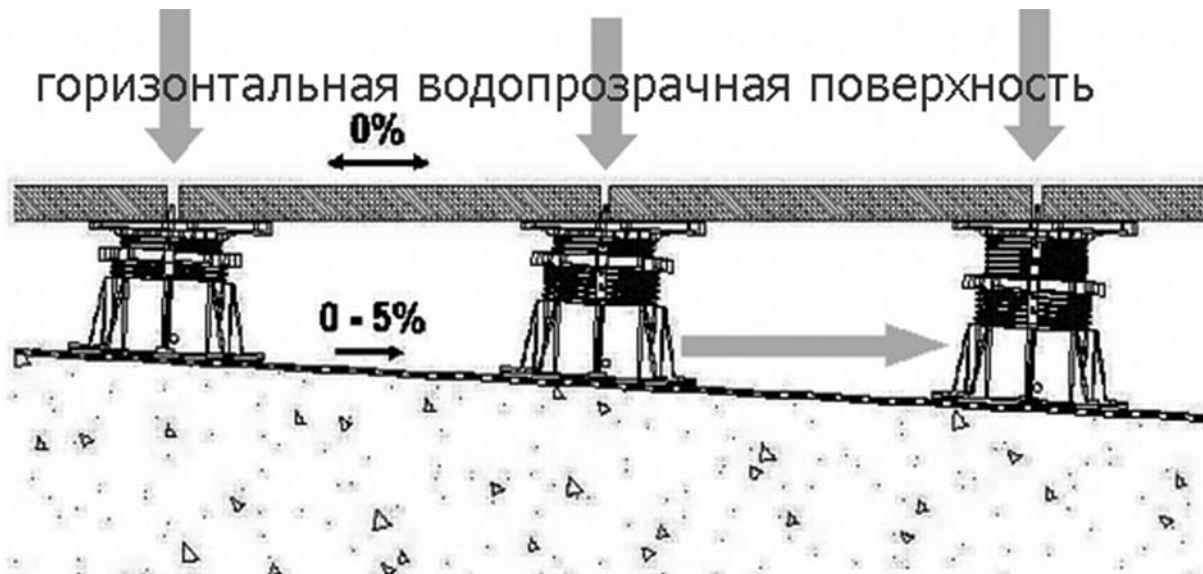


Рисунок 10

Это технология, основанная на простой идее пространственного разделения поверхности пола террасы и кровли. В этом случае мы, с одной стороны, получаем абсолютно плоскую поверхность, а с другой стороны, сохраняем кровлю в нетронутом виде со всеми необходимыми уклонами для стока воды. Делая поверхность пола водопрозрачной, мы переносим все проблемы, связанные с водой и грязью, на уровень кровли, получая при этом дополнительные возможности в виде хорошего проветривания покрытия пола, защиты гидроизоляции от ультрафиолета и свободного пространства между полом и кровлей.

Ключевым элементом для реализации данной технологии, является опора изменяемой геометрии, где регулировка возможна не только по высоте (что не ново), а самое главное, по взаимной ориентации опорных площадок.

Такая опора была изобретена, запатентована и изготовлена господином Клодом Бузоном, основателем и владельцем бельгийской компании «Buzon Pedestal International» (BPI).

Сама опора, как инженерная конструкция, имеет массу интересных особенностей. Для архитектора - это, прежде всего, модульность системы и возможность очень точной регулировки высоты опоры в любой точке террасы. В базе система опор состоит из двух нерегулируемых по высоте опор (17 и 28 мм), четырех регулируемых опор, которые позволяют плавно перекрывать высоты от 35 до 170 мм и удлинительной муфты, при помощи которой, мы можем легко достичь высот до 900 мм. Диапазоны высот, на которые регулируется каждая из опор, перекрываются между собой не более чем на 3-10 мм, имеют удобную маркировку, что позволяет безошибочно составлять проектную документацию.

Второй важный момент, на который хотелось бы обратить внимание, это корректор уклона, интегрируемый в головку опоры. Корректор позволяет компенсировать отклонение уклона кровли от горизонтали до 5% с шагом в 0,5%, а после некоторых простых преобразований до 10%!

Для конструктора - это, прежде всего, способность выдерживать нагрузку более 4-х тонн до разрушения, и гарантией производителя на 1 тонну на опору с огромным запасом прочности.



Рисунок 11

Высокая степень безопасности конструкции, обеспеченная наличием блокираторов и специальных резьб, предотвращающих ее самопроизвольное раскручивание.

Очень важный для нашего климата параметр - морозостойкость, составляет - 30°C.

Что же касается химической стойкости, то перечень веществ, к которым опора является стойкой состоит из более чем 300 наименований, среди которых присутствуют кислоты и щелочи.

Теперь рассмотрим вопрос, какие материалы мы можем применять при такой технологии для отделки террасы? Ответ прост. Практически любые, стойкие к погодным условиям - это дерево, камень, стекло, металл, пластик и композитные материалы. Покрытие выполняется из плит размером 600х600 мм, и толщиной, позволяющей плите выдерживать необходимые нагрузки.

При монтаже между плитами оставляется фиксированный зазор для обеспечения дренажа воды. Толщина зазора 2, 4, 6 или 10 мм, регулируется специальными пластинами, входящими в комплект системы.

Немного подробнее хотелось бы остановиться только на двух видах покрытия, это прозрачное покрытие и покрытие из композитного материала, ввиду того, что компанией «ВРІ» разработаны для этих видов покрытий специальные изделия.

Для прозрачных покрытий (это могут быть стеклянные или поликарбонатные плиты) компанией ВРІ разработана и выпущена специальная прозрачная опора из поликарбоната. Она позволяет выполнить оригинальные элементы подсветки пола террасы или смонтировать полностью прозрачные полы интерьеров помещений.

Что касается композитной доски, то компанией ВРІ разработана специальная система скрытого крепежа, позволяющая собрать пол на лагах и опорах без применения гвоздей, саморезов и т.п. По простоте монтажа она представляет собой на самом деле большой конструктор для строителей. Так как композитные материалы обладают рядом специфических свойств, например, не выгорают под солнцем, не поражаются грибок, на их поверхности не скользит нога, их рекомендуется использовать в качестве отделки прибрежных участков.

Теперь, вернувшись к первоначально намеченной нами идее современной террасы, посмотрим, как решаются те проблемы, которые были нами отмечены вначале.

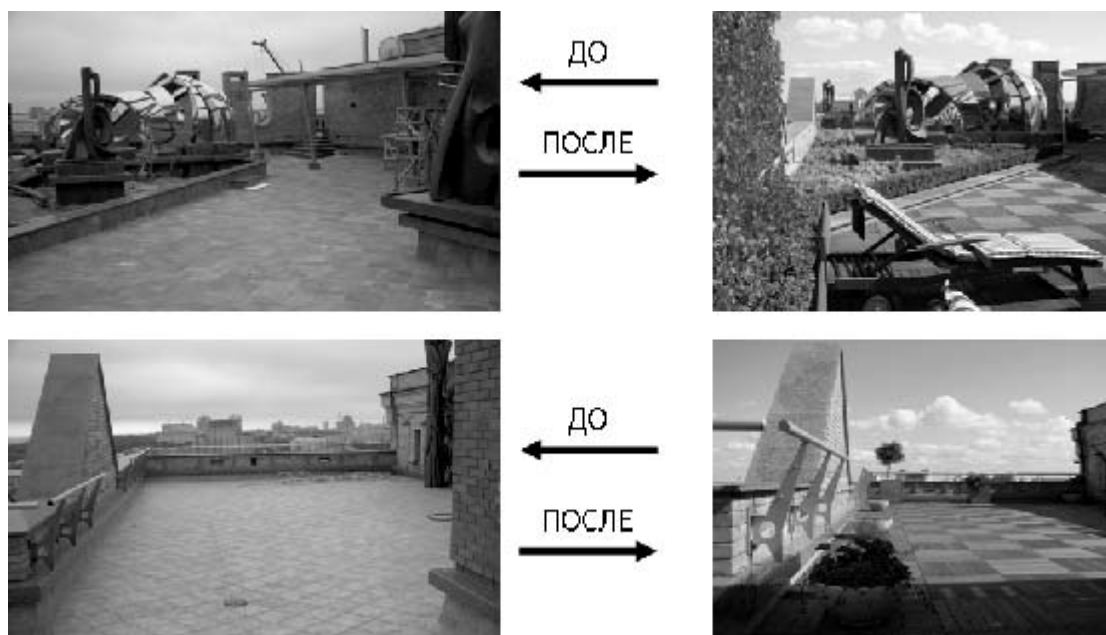


Рисунок 12

На рисунках вы видите:

- как легко достаточно сложная поверхность может быть превращена в ровную и пригодную к эксплуатации поверхность;
- как можно сделать зеленую зону, не выходящую по высоте за общий уровень покрытия пола;
- возможность выполнения беспороговых выходов на террасу;
- возможность прокладки коммуникационных магистралей с высокой степенью ремонтпригодности.



Рисунок 13



Рисунок 14

Нельзя также не отметить одну важную особенность, значительно расширяющую возможности применения системы. Площадь основания опоры составляет 315 кв.см., что позволяет устанавливать ее, на различные основания не повреждая их.

Это и различные виды гидроизоляции - обмазочная, ПБ, ПВХ, ЕПДМ; это и бетон и пенополистирольный утеплитель, и в конце концов - хорошо утрамбованный грунт.

Таким образом, учитывая чрезвычайную надежность системы опор Vuzon, их стойкость к погодным условиям и возможность установки на различные основания, кроме террасного строительства они могут применяться:

- при устройстве садовых террас;
- при отделке прибассейновых участков;

- для создания летних площадок ресторанов и кафе;
- при устройстве фонтанов;
- при отделке интерьеров;
- и даже при устройстве промышленных полов в химическом производстве, гальванических цехах и т.п.

УДК 692.433

ТЕРАСНІ СИСТЕМИ. ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕКСПЛУАТОВАНОЇ ПОКРІВЛІ НА ПЛОСКОМУ ДАХУ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

© Маяцький І.В.

Розкрито актуальність експлуатованих покрівель у сучасному будівництві та вимоги до них. Розглянуто існуючі на сьогоднішній день технології, їх проблематика та недосконалість при створенні сучасної тераси на плоскому даху, а також запропоновано альтернативний спосіб, заснований на ідеї просторового розподілу поверхні підлоги тераси та покрівлі за допомогою опор змінної геометрії Buzon.

Ключові слова: опора, бузон, покрівля, дах, експлуатована, тераса, VITOR Системс.

UDC 692.433

TERRACE SYSTEM. PROBLEM SOLVING OF MULTIPURPOSE FLAT ROOFING ON DECK ROOF IN MODERN CONSTRUCTION

©Mayatsky Illya V.

Nowadays multipurpose flat roofing using and their requirements are an actual topic in modern construction. Today's existing technologies, their problems and imperfections in creating a modern terrace on the flat roof have been contemplated, and also proposed an alternative method based on the idea of spatial separation of the terrace floor and roof with pedestal of variable geometry Buzon.

Keywords: support, buzon, roofing, roof, operated, terrace, VITOR Systems.

УДК 666.972

*Мишутин А.В., доктор технических наук, профессор,
Кровяков С.А., кандидат технических наук, доцент
Одесская государственная академия строительства и
архитектуры, ул. Дидрихсона. 4, г. Одесса, 65029
тел. +38 (048) 717-99-21, e-mail: mishutin52@mail.ru,
serg_kr_@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРЕНИЦАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ВОДОПРОПУСКНЫХ И ВОДООТВОДНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА АВТОДОРОГАХ

Показано, что применение комплексного модификатора, включающего современную кольматирующую добавку, суперпластификатор и наполнитель, позволяет эффективно снизить проницаемость бетона, благодаря чему повышается долговечность конструкций водопропускных и водоотводных сооружений на автодорогах.

Ключевые слова: водопропускные сооружения, модификатор, водонепроницаемость, морозостойкость, долговечность.

Водопротускные сооружеия предназначены для отведения поверхностных вод с верховой стороны земляного полотна автомобильной дороги на низовую. К водопротускным сооружеиям относятся также водоотводы, служащие для пропуса ирригационных, мелиорационных и других каналов под автомобильной дорогой. Основным назначением водоотводных сооружеия является сбор и удаление воды от откосов земляного полотна и отвод к водопротускным сооружеиям.

Современное дорожное строительство в условиях Украины требует устройства большого числа водопротускных сооружеия. Качество работы данных сооружеия во многом определяет эксплуатационные свойства и долговечность дороги. Соответственно важной задачей является обеспечение долговечности систем водоотведения, поскольку разрушение водопротускных сооружеия приводит не только к нарушению нормальной эксплуатации дороги, но и развитию эрозий и оползней в прилегающей местности, а также к загрязнению окружающей среды.

В Украине большинство водопротускных сооружеия на автодорогах являются железобетонными, при этом достаточно широко применяются тонкостенные конструкции толщиной 8...16 см. Тонкостенные конструкции экономически выгодны, поскольку обладают низкой материалоемкостью и весом, а также они более удобны при монтаже. Однако в сложных условиях эксплуатации возникает проблема разрушения бетона тонкостенных конструкций под напорным действием воды, а также в результате замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания [1-3]. Таким образом, одними из основных показателей качества, обеспечивающих долговечность железобетонных конструкций водопротускных и водоотводных сооружеия в климатической зоне Украины, являются водонепроницаемость и морозостойкость бетона [4-6]. Помимо того следует учитывать, что часть водопротускных сооружеия на автодорогах в процессе эксплуатации подвергаются динамическим воздействиям от движущегося транспорта, а также в результате ударов льда и плавущих предметов. Для подобных сооружеия, или по крайней мере для их наиболее динамически нагруженных частей, также важными показателями качества можно считать ударо- и трещиностойкость бетона.

Одним из наиболее эффективных методов обеспечения водонепроницаемости бетона в конструкции является нанесение влагозащитных покрытий (вторичная защита). Однако помимо достаточно высокой стоимости мер вторичной защиты бетона можно выделить еще один

недостаток - при механическом повреждении поверхности конструкции возникает фильтрация. При этом в реальных условиях эксплуатации водопропускных водоотводных сооружений поверхностные повреждения, в том числе морозные, весьма вероятны, а возобновление покрытий весьма затруднительно. Таким образом, применение первичных мер защиты, т.е. обеспечение водонепроницаемости бетона, предпочтительнее вторичной защиты (покрытий).

На основе накопленных при обследованиях тонкостенных гидротехнических и транспортных сооружений данных [7] был проведен анализ механизмов формирования локальных и интегральных температурно-влажностных деформаций в бетоне конструкций данных сооружений. Ввиду неравномерного распределения влаги по высоте конструкций деформации переходят от набухания, в подводной их части, к усадке, в зонах пониженного влагосодержания [8]. Колебания уровня воды вызывает изменение распределения влаги по высоте и по сечению конструкции, что приводит к изменению величины и направления действия влажностных деформаций. В материале возникают интегральные влажностные деформации, которые распространяются как вдоль, так и по сечениям тонкостенной конструкции. Аналогичное распределение деформаций связано с изменением температуры материала в конструкции. Интегральные деформации формируются путем взаимодействий локальных деформаций, которые зависят от капиллярно-пористой структуры материала.

Наиболее эффективным методом целенаправленного изменения капиллярно-пористой структуры бетона для снижения его проницаемости является применение специальных добавок-модификаторов. Более равномерно распределять локальные деформации по объему материала, изменяя условия формирования интегральных деформаций, также можно при помощи объемного дисперсного армирования.

Структура бетона в процессе эксплуатации сооружения непрерывно изменяется в результате эксплуатационных воздействий (рабочих нагрузок, напорного действия воды, замораживания и оттаивания, капиллярного подсоса, накопления солей и пр.). Среди положительных процессов, способствующих адаптации [9] модифицированного бетона тонкостенных конструкций водопропускных и водоотводных сооружений следует назвать, во-первых, кольматацию пор за счет действия химдобавок [4], во-вторых, кольматацию пор продуктами коррозии, и в третьих, позднюю гидратацию цемента.

Для повышения долговечности бетона тонкостенных водопропускных, водоотводных и прочих гидротехнических и транспортных сооружений специалистами Одесской государственной академии строительства и архитектуры был разработан комплексный модификатор [5], включающий кольматирующую и пластифицирующую добавку, а также мелкодисперсный наполнитель – молотый кварцевый песок. Модификатор позволяет не только уменьшить общий объем открытых пор, но и повысить однородность пор по размерам. На данные комплексные модификаторы [Пенетрон А + суперпластификатор С-3] и [Пенетрон А + С-3 + наполнитель] получены декларационные патенты [10,11]. Накоплен положительный практический опыт применения данных модификаторов в транспортном строительстве [12].

Применение разработанных комплексных модификаторов в бетонах тонкостенных конструкций позволяет в 1.5-2 раза увеличивать водонепроницаемость материала и на 150-200 циклов его морозостойкость. Модификаторы снижают общую пористость бетона на 10..12%, а капиллярную пористость, которая и определяет проницаемость, снижают почти в 2 раза. За счет применения модификаторов водонепроницаемость бетона и фибробетона достигает марки W16, а морозостойкость уровня F550-F650. Общая тенденция изменения водонепроницаемости и морозостойкости бетона за счет применения различных добавок и дисперсного армирования показана на рисунке 1.

Изучение структуры модифицированного комплексной добавкой бетона показало, что эффект кольматации Пенетрона А обеспечивается за счет последовательных химических реакций проходящих между составляющими цемента и компонентами добавки. В результате образуются

нерастворимые и малорастворимые новообразования, которые заполняют капилляры, поры и микротрещины. Новообразования обеспечивают эффект кольтматации путем блокирования пор, капилляров и трещин кристаллогидратами новообразований в структуре цементного камня. Размер пор после образования кристаллов уменьшается в среднем три раза, что подтверждается анализом микроструктуры модифицированного цементного камня.

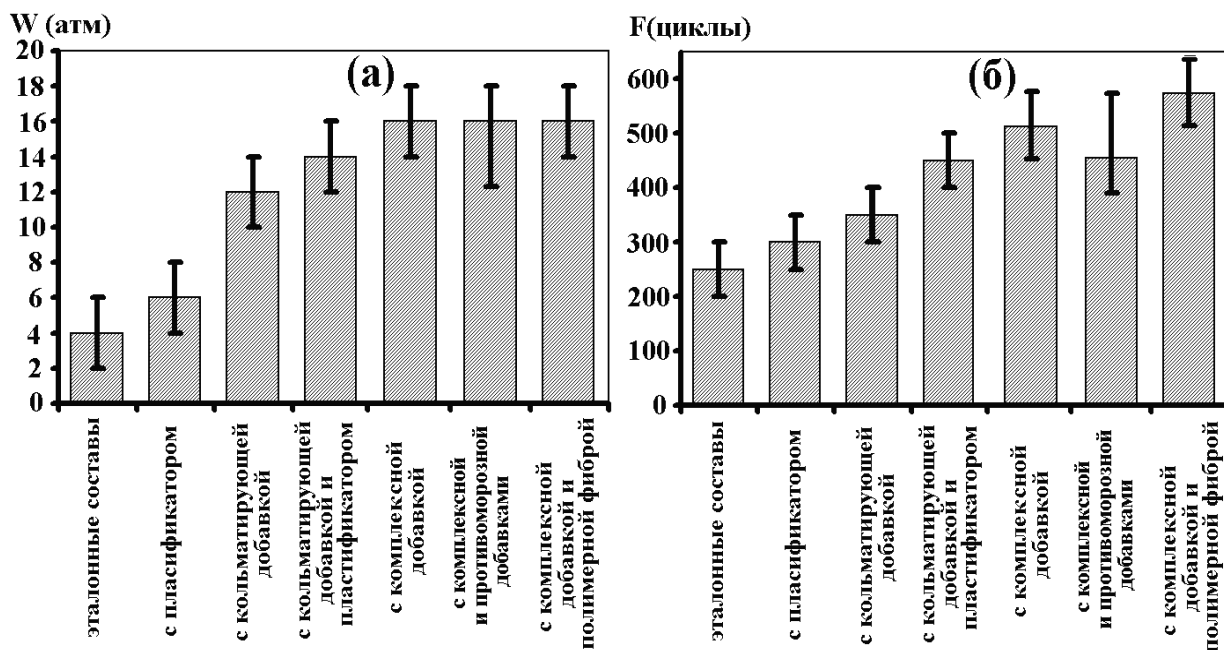


Рисунок 1. Тенденция изменения водонепроницаемости (а) и морозостойкости (б) бетона тонкостенных водопропускных, водоотводных и прочих гидротехнических сооружений за счет применения модификаторов и дисперсного армирования

Проведенные методом акустической эмиссии исследования показали, что наличие мелкодисперсного наполнителя приводит к улучшению однородности структуры бетона. Разрушение под нагрузкой на микроуровне носит равномерный характер без регистрации пиков. То есть наличие наполнителя в структуре улучшает эксплуатационные характеристики путем, во-первых, снижения количества микродефектов, формирующихся на стадии твердения, и, во-вторых, перераспределения нагрузки в материале.

Исследования акустической эмиссии фибробетона показали, что дисперсное армирование обеспечивает стойкость к микротрещинообразованию. Материал имеет высокое сопротивление к деструкции и разрушение происходит при разрыве волокон фибры в зоне максимального растяжения. При этом развитие макротрещины останавливается на $\frac{1}{2}$ сечения образца. При испытании армированных фиброй бетонов первые сигналы акустической эмиссии появляются лишь перед разрушением образца, следовательно, при нагружении продольные усилия компенсирует фибра, повышая стойкость бетонов к растяжению. Таким образом, дисперсное армирование существенно повышает стойкость бетона к развитию дефектов структуры, а раскрытие трещин в фибробетоне имеет более выраженный угасающий характер.

То есть наполнитель способствует не только снижению проницаемости бетона, но и повышению его стойкости к динамическим нагрузкам. А использование фибры значительно повышает долговечность конструкций в условиях ударных, истирающих и прочих динамических воздействий, являющихся вероятными в процессе эксплуатации водопропускных сооружений на автодорогах.

В целом, за счет применения модификаторов возможно получение бетона для тонкостенных конструкций водопропускных и водоотводных сооружений со следующими уровнями физико-

механических свойств: прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии 65-75 МПа, прочность на растяжение при изгибе 7-8.5 МПа, водонепроницаемость W10-W16, морозостойкость F500-F600, трещиностойкость (критический коэффициент интенсивности напряжений) 0.55-0.65 МПа \times м^{0.5}. При этом используются высокоподвижные исходные бетонные смеси с ОК 14-16 см, что обеспечивает высокую технологичность при изготовлении конструкций сооружений, в том числе монолитным методом.

Также с учетом частой технологической потребности проводить бетонные работы в зимнее время исследовалась возможность использования разработанного комплексного модификатора совместно с противоморозными добавками. Применялась противоморозная добавка Антифриз С (Antigelo S), производства фирмы Marei (1% от массы цемента), а также «Амкироз» РМР-3 (Зима-Универсал) и Криопласт СП15-1 производства «Полипласт-Новомосковск». Две последние пластифицирующе-противоморозные добавки вводилась в количестве 1.5% от массы цемента, при этом не вводился «ординарный» пластификатор, т.к. добавка выступает и в данной роли. Исследуемые бетоны твердели при температуре -5°C. Наиболее аффективными можно признать пластифицирующе-противоморозную добавку Криопласт СП15-1, которую можно применять в условиях зимнего бетонирования вместо «ординарного» пластификатора, и противоморозную добавку Антифриз С. Применении последней можно считать технологически менее выгодным, так как требует введения дополнительной операции, а также ввиду достаточно высокой стоимости самой добавки [13]. Хотя следует отметить, что использование противоморозной добавки в сочетании с комплексным модификатором несколько снижает уровень морозостойкости бетона по сравнению с аналогичным модифицированным бетоном без противоморозной добавки, однако твердевшим в нормальных условиях.

Результаты научной работы прошли внедрение в практику дорожного и гидротехнического строительства. Разработаны и утверждены в советующих ведомствах перечисленные ниже нормативные документы:

- Регламент по технологии приготовления и применения модифицированного бетона для гидротехнических сооружений мелиорации и водопропускных сооружений автодорог с применением полимерной фибры;

- Регламент по обследованию и оценке технического состояния бетонных и железобетонных гидротехнических сооружений.

Таким образом, разработанная комплексная добавка [Пенетрон А + суперпластификатор С-3 + наполнитель], применяемая совместно с объемным дисперсным армированием полимерной фиброй, является эффективным модификатором для повышения долговечности материала конструкций, эксплуатируемых во влажных условиях и подверженных одностороннему гидростатическому давлению. Применение модифицированных данной комплексной добавкой бетонов позволяет значительно снизить проницаемость конструкций водопропускных и водоотводных сооружений на автодорогах, а также повысить их устойчивость к морозным и динамическим воздействиям, за счет чего значительно увеличивается надежность и долговечность сооружений.

ЛИТЕРАТУРА\

1. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / [В.М. Москвин, Ф.М. Иванов, С.Н. Алексеев, Е.А. Гузев] – М.: Стройиздат, 1980 – 535 с.
2. Элбакидзе М.Г. Фильтрация воды через бетон и бетонные гидротехнические сооружения / М.Г. Элбакидзе. – М.: Энергия, 1974 – 145 с.
3. Иванов Ф.М. Защита железобетонных транспортных сооружений от коррозии / Ф.М. Иванов. – М.: Стройиздат, 1968. – 176 с.
4. Бабушкин В.И. Защита строительных конструкций от коррозии, старения и износа / В.И.

Бабушкин. – Харьков: Вища школа, 1989. – 168 с.

5. Дорофеев В.С. Повышение долговечности бетона тонкостенных гидротехнических сооружений за счет применения комплексных модификаторов / В.С. Дорофеев, А.В. Мишутин // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск 27 - Одеса: Місто майстрів, 2007, - С. 160-164.

6. Гапоненко Е.А. Обеспечение долговечности бетона водопропускных и водоотводных сооружений на автомобильных дорогах /Е.А. Гапоненко,С.А.Кровяков//Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Випуск 26. – Рівне: НУВГП, 2013. – С.53-58.

7. Мишутин А.В. Повышение долговечности бетонов морских железобетонных плавучих и стационарных сооружений / А.В.Мишутин, Н.В.Мишутин. – Одесса: Эвен, 2011. – 292 с.

8. ВыровойВ.Н. Механизм изменения структуры строительных композитов в условиях переменной влажности /В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Мишутин, Л.И. Резникова, Г.В. Суханов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск 29 – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2008, – С. 54-63.

9. Чернявский В.Л. Адаптация бетона / В.Л. Чернявский – Днепропетровск: Нова ідеологія, 2002. – 216 с.

10. Патент № 19814, Україна, Бетонна суміш з добавками Пенетрон А + С-3 / ДорофеевВ.С., Мишутін А.В., Романов О.А. Заявник і утримувач патенту ОДАБА, 2006 р.

11. Патент № 32920, Україна, Бетонна суміш з наповнювачем (меленим піском), полімерною фіброю і комплексною добавкою [Пенетрон А + С-3] / Дорофеев В.С., Мишутін А.В., Кровяков С.О., Гапоненко К.О. Заявник і утримувач патенту ОДАБА, 2008 р.

12. Мишутин А.В. Структура и свойства модифицированных бетонов тонкостенных гидротехнических сооружений / А.В. Мишутин. Е.А. Гапоненко // Будівельні конструкції. - Вип. 78, Книга 2. – К.: НДІБК, 2013, - С.577-581.

13. Мишутин А.В. Модифицированные фибробетоны для конструкций плавучих сооружений/ А.В. Мишутин // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск 38– Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010, – С. 442-448.

УДК 666.972

ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАХ БЕТОНІВ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ПРОНИКНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВОДОПРОПУСКНИХ ТА ВОДОВІДВІДНИХ СПОРУД НА АВТОДОРОГАХ

©Мишутин А.В., Кровяков С.А.

Показано, що застосування комплексного модифікатору, якій включає сучаснукольматурючу добавку, суперпластифікаторі наповнювач дозволяє ефективно знизити проникність бетону, завдяки чого підвищується довговічність конструкцій водопропускних і водовідвідних споруд на автодорогах.

Ключові слова: водопропускні споруди, модифікатор, водонепроникність, морозостійкість, довговічність.

UDC 666.972

USE OF MODIFIED CONCRETE STRUCTURES TO REDUCE THE WATERPROOF CULVERT AND DRAINAGE FACILITIES ON THE ROADS

© Mishutin A., Kroviakov S.

It is shown that the use of complex modifier comprising modern kolmatur additive, super-plasticizers and filler, can effectively reduce the permeability of concrete. Using the modified concrete culvert increases the durability of structures and drainage facilities on the roads.

Keywords: culverts, modifier, water-resistance, frost-resistance, durability.

УДК 625.852

Мозговий В.В., доктор технічних наук, професор,
 Ольховий Б.Ю. аспірант, Баран С.А. асистент
 Кафедра дорожньо-будівельних матеріалів і хімії
 Національний транспортний університет,
 м. Київ, вул. Суворова, 1
 тел. +38(044) 285-95-28, e-mail: mozgoviy@gmail.com

ПОКРАЩЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ МОСТІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДИХ ВУГЛЕВОДНІВ

В даній статті проаналізовані проблеми, пов'язані з недостатньою гідроізоляцією на мостах, причини і наслідки виникнення таких проблем, а також шляхи їх вирішення. Розглянуто можливість застосування теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для покращення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття мостів. Наведені результати дослідження впливу енергозберігаючих добавок на основі твердих вуглеводнів для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей на в'язкість бітуму, а також на можливість зменшувати технологічні температури, що знизить пошкодження полімер бітумної гідроізоляції.

Ключові слова: гідроізоляційна здатність, асфальтобетонне покриття мостів, теплі асфальтобетонні суміші, тверді вуглеводні.

Постановка проблеми

Проблеми недостатньої гідроізоляційної здатності покриття на мостах можуть приводити до проникання води під асфальтобетонне покриття і її замерзання, поглиблення відшарування асфальтобетонного покриття. Це спричиняє ямковість, вибоїни, просадки, сітки тріщин. Наявність води під покриттям вірогідно призводить до дезінтеграції бетону захисного шару і прогонової будови і руйнування гідроізоляції за рахунок гідродинамічних ударів, протікання води крізь покриття та прогонову будову, погіршення технічного стану елементів мосту, замокання і ослаблення прогонової будови і опор, погіршення комфортності та безпеки руху (Рис.1) [1 - 3].

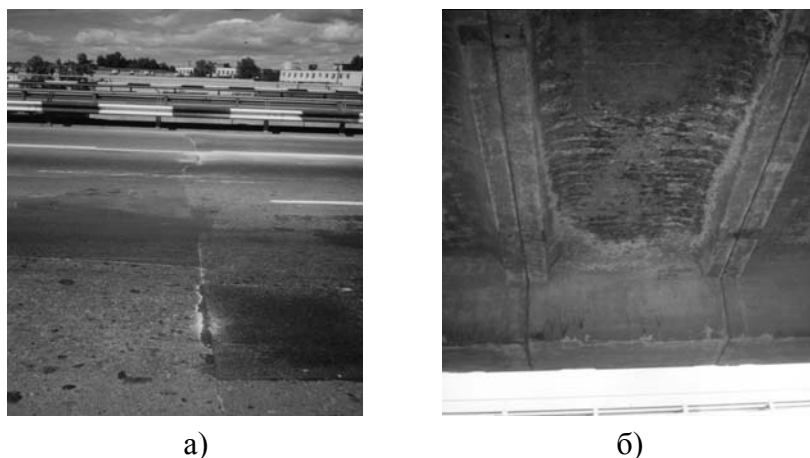


Рисунок 1. Поперечні тріщини, результати ремонту дефектів, білясті сліди від результатів дезінтеграції бетонного захисного шару на поверхні покриття (а) та висоли і сліди промокання по нижній грані ПРК (б) Південного мостового переходу через р. Дніпро в м. Києві (2001 р)

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В останні роки широкого застосування набуло використання полімер-бітумної гідроізоляції, що наплавляється або напиляється, при влаштуванні асфальтобетонного покриття на мостах [3 - 5]. Однак поширеною проблемою їх застосування є взаємодія таких полімер бітумних мембран з гарячим асфальтобетоном, що ущільнюється катками. При цьому виникає проблема проплавлення такої мембрани та пробивання її гострокутними зернами гарячої асфальтобетонної суміші, в результаті чого погіршується або повністю втрачається гідроізоляційна здатність як самої полімер бітумної мембрани, так і асфальтобетонного покриття в цілому. Щоб уникнути таких негативних наслідків в чинних нормативних документах [6, 7] передбачено підвищені вимоги до термостійкості полімер-бітумного в'язучого гідроізоляційних матеріалів, а також перевірку самих гідроізоляційних матеріалів на стійкість до впливу гострокутних зерен і високих температур асфальтобетонних сумішей. Однак ці вимоги є занадто високими, і не всі види асфальтобетону (наприклад, на бітумах модифікованих полімерами), які застосовуються при влаштуванні покриття, можуть відповідати таким вимогам. Тому, доцільно було б мати можливість застосовувати асфальтобетонні суміші, які можуть укладатися безпосередньо на полімер-бітумні гідроізоляційні матеріали при більш низьких температурах, що не будуть призводити до руйнування і пошкодження гідроізоляційних матеріалів. Саме до таких видів асфальтобетонних сумішей відносяться так звані теплі асфальтобетонні суміші, що знаходять в останні роки все ширше застосування в практиці дорожнього будівництва [8 - 12].

В Україні найбільшого розповсюдження для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей набуло використання спеціальних добавок, що мають широкий спектр дії, таких як структуруючі добавки на основі органічних кислот та їх похідних, тобто твердих вуглеводнів [13, 14]. Для забезпечення ефективності застосування таких добавок основний компонент – віск, повинен бути твердим при найбільш високій температурі експлуатації асфальтобетонного покриття, але при температурі, що вище за максимальну температуру експлуатації, такий віск повинен плавитися і ставати рідким, досягаючи текучого стану з в'язкістю близько 10^{-2} Па·с. При цьому, це зменшує в'язкість суміші, таким чином забезпечуючи виробництво і укладання асфальтобетонних сумішей при нижчих для традиційних гарячих асфальтобетонів температурах [13].

Для успішного застосування технологій теплих асфальтобетонів в Україні було проведено їх дослідження провідними науковими установами в дорожній галузі [15 - 20], а також розроблені нормативні документи: ГБН Влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу при низьких температурах [21], Рекомендації по використанню в бітумних в'язучих енергозберігаючих добавок для виготовлення та ущільнення асфальтобетонних сумішей [13] та СОУ Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі синтетичних восків [14].

Формулювання цілі статті

Оцінити переваги теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для вдосконалення технологічності влаштування асфальтобетонного покриття мостів та покращення його гідроізоляційної здатності, а також дослідити вплив модифікаторів, що застосовуються для теплих асфальтобетонних сумішей в Україні на зменшення технологічних температур.

Виклад основного матеріалу

Традиційно, гарячі асфальтобетонні суміші готують і укладають при температурах: 150 - 170 °С – при приготуванні, 140 - 150 °С – на початку ущільнення. Високі температури необхідні для досягнення бітумним в'язучим такої в'язкості, що дозволить здійснити відповідні технологічні операції. Так, для забезпечення повного покриття кам'яного матеріалу бітумом необхідно, щоб його динамічна в'язкість становила 0,15 – 0,2 Па·с, для ефективного перемішування суміші - 0,2 – 0,3 Па·с, для ефективного ущільнення асфальтобетонної суміші – 0,3 - 1,4 Па·с [8, 11, 13, 17, 22]. При використанні енергозберігаючих добавок для приготування теплих асфальтобетонів можна отримати в'язкості, необхідні для тих чи інших технологічних операцій при температурах нижчих на 20-50 °С ніж для традиційного бітумного в'язучого.

Ефект зниження технологічних температур досягається за рахунок використання різних підходів, способів і технологій, серед них: введення органічних добавок, що знижують в'язкість, в бітумне в'язуче або безпосередньо у асфальтобетонну суміш; використання піноутворювачів; використання бітумних емульсій.

Серед органічних добавок для пониження технологічних температур асфальтобетону на ринку представлені наступні: Licomont BS 100, Sasobit, Asphaltan B, CECABASE RT, Rediset WMX 8017 та інші. Під час транспортування асфальтобетонної суміші в кузові самоскида її поверхневий шар та суміш в місцях контакту її з металевим кузовом значною мірою остигає швидше ніж середня частина суміші. За рахунок цього відбувається нерівномірне охолодження у вигляді своєрідного температурного розшарування. Це явище має характер технологічної спадкоємності і впливає відповідним чином на подальші технологічні операції та якість асфальтобетонного покриття. Такий ефект температурного розшарування названо температурною сегрегацією [23]. Так температура в кузові автосамоскида в різних точках може мати перепад до 50°C. Низька теплопровідність асфальтобетонної суміші приводить до того, що охолоджені до температури 70 - 80°C конгломерати асфальтобетонної суміші, попадаючи під плиту асфальтоукладача, не розігріваються до температури основної маси асфальтобетонної суміші. Це призводить до нерівномірного ущільнення асфальтобетонної суміші. Такі недоущільнені місця в подальшому будуть мати схильність до збільшеного водонасичення, зменшеної морозостійкості і довговічності, а через 1-2 роки експлуатації можуть утворювати вибоїни. Також, при транспортуванні важкі фракції асфальтобетонної суміші осідають на дно самоскида, особливо гостро виявляється цей дефект суміші при транспортуванні щєбенево-мастикового асфальтобетону, що характеризується надлишком бітуму [23].

Крім того, під час укладання суміші може відбуватися суттєве швидке охолодження крайок суміжних смуг, що укладаються декількома укладачами (в прохолодну та вітряну погоду). Це також є фактором, що призводить до температурної сегрегації укладеного шару і створює місця з температурою суміші, нижче якої не досягається її повноцінне ущільнення.

Повне забезпечення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття та збільшення його довговічності не можливе без усунення температурної і фракційної сегрегації [23].

Для дослідження впливу модифікаторів, що застосовуються для теплих асфальтобетонних сумішей в Україні на зменшення технологічних температур проводили випробування по дослідженню залежності в'язкості модифікованих бітумів від температури в лабораторії ДерждорНДІ на реометрі Brookfield RV III Ultra під керівництвом Кіщинського С.В.

В результаті проведених випробувань було встановлено залежність в'язкості бітуму від температури для різних видів енергозберігаючих добавок (рис. 2), що застосовуються для приготування теплих асфальтобетонних сумішей.

Як показують результати досліджень, добавки на основі природних і синтетичних восків (Sasobit, Rediset, Licomont, Asphaltan) значною мірою структурують бітум при відносно низьких температурах і підвищують температуру розм'якшення [17, 19, 20]. Це пояснюється тим, що при охолодженні воски, що входять до складу таких добавок, кристалізуються і виконують у в'язучому роль маломіцного наповнювача. При температурах, що відповідають температурам їхнього плавлення, воски різко досягають в'язкості 0,1 Па·с при цьому пластифікуючи бітум [13, 17].

При чому для кожного виду добавки ці температури мають свої значення (рис. 2), які в основному залежить від походження добавки. Було встановлено, що найбільший вплив на зміну в'язкості має Licomont, за походженням - амідний віск, продукт реакції суміші довголанцюгових жирних кислот з аліфатичними діамінами. Ця добавка суттєво збільшує температуру розм'якшення в'язучого, а найбільш суттєво пластифікує бітум після температури 121 °С. Для Sasobit, що є за походженням воском синтезу Фішера-Тропша, температура плавлення складає близько 99 °С, а в результаті суміщення з бітумом суттєва пластифікація його починається з 112 °С. Rediset, що є комплексною добавкою на основі синтетичного воску та катіонних ПАР, має найнижчу температуру плавлення серед таких добавок – 80 – 90 °С, суттєво пластифікує бітум починаючи з температури

102 °С. Asphaltan основна складова якого - буровугільний віск природного походження, має температуру плавлення 99 °С, починає помітно зменшувати в'язкість бітуму з 110 °С.

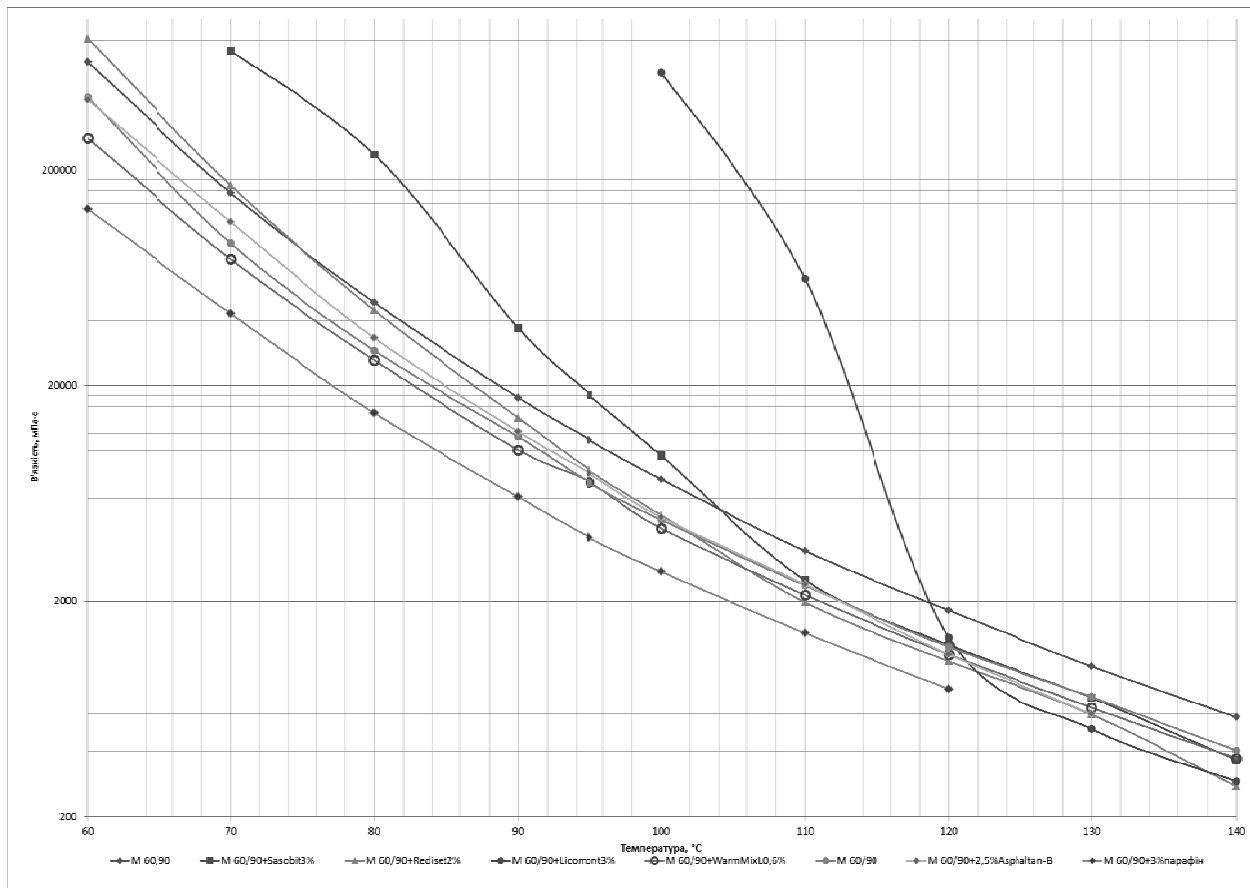


Рисунок 2. Вплив температури на в'язкість бітуму від виду використаної добавки

Також було встановлено, що технічний парафін зменшує в'язкість бітуму при низьких температурах, оскільки має досить низьку температуру плавлення і зберігає цей рівень пластифікації протягом всього діапазону випробування.

Добавки, що не мають в основі синтетичних чи природних восків, WarmMix, а є комплексними добавками на амідній основі, мають рідку форму при нормальних умовах, пластифікують бітум, зменшуючи в'язкість на 50-80% протягом усього температурного діапазону випробування.

В залежності від походження, а також складу добавки, вплив на в'язкість бітуму різний і ступінь впливу змінюється в залежності від температури. Добавки на основі природних і синтетичних восків підвищують температуру розм'якшення бітуму, а при температурах вищих на 10 - 15 °С за температуру їх плавлення суттєво пластифікують бітум. Добавки на амідній основі пластифікують бітум в тому числі і при низьких температурах, зменшуючи в'язкість бітуму приблизно однаково протягом всього температурного діапазону. Проведені дослідження дають можливість попередньо призначати технологічні температури приготування і ущільнення теплих асфальтобетонних сумішей на основі таких добавок.

Висновки

Було проаналізовано та встановлено переваги теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для вдосконалення технологічності влаштування асфальтобетонного покриття мостів та покращення його гідроізоляційної здатності. Це досягається завдяки зменшенню небезпеки проплавлення полімер-бітумної гідроізоляції асфальтобетонною сумішшю та її пошкодження гострокутними зернами кам'яного матеріалу, а також за рахунок

зменшення явища температурної сегрегації, що унеможливить недоуцільнення асфальтобетонної суміші в покритті.

Використання твердих вуглеводнів, а також інших енергозберігаючих добавок для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей дає можливість знизити технологічні температури виготовлення, укладання і ущільнення на 20 - 50 °С. Зниження температур укладання відповідно не буде призводити до руйнування і пошкодження гідроізоляційних матеріалів і, таким чином, дасть покращення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття мостів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іщенко О.М. Розробка методики розрахунку на температурну тріщиностійкість асфальтобетонного покриття штучних споруд автомобільних доріг//Дис. Канд. Техн. Наук. Київ, 2003, — 123с.
2. Мозговий В.В., Мозговий О.В., Куцман О.М. Особливості експлуатації асфальтобетонного покриття дорожнього одягу мостових споруд.//Дороги і мости: Збірник наукових праць. В 2-х томах: Т.ІІ. – К.: ДерждорНДІ, 2007. – Випуск 7. - с.70-74
3. Мозговий В.В., Скакун А.В., Куцман О.М., Онищенко А.М. Досвід використання вітчизняної гідроізоляції « сполімоств » при ремонті проїзної частини Московського мостового переходу через р. Дніпро в м. Києві.//Міжнародна науково-практична конференція «Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на ринку України. Технології виробництва та застосування в сучасному будівництві». Матеріали конференції. - Київ, 2005. – с.57-60.
4. Натурна оцінка ефективності гідроізоляційних матеріалів. Мозговий В.В., Бабяк І.П., Онищенко А.М., Старікова О.С., Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Випуск 30. – 2008. – с.47-55
5. Гидроизоляция мембраны производства «Технониколь» - системный подход. Антропова Т.В., Будівельні матеріали, виробництва та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Випуск 30. – 2008. – с.26-28
6. ТУ У 26.8-00292787-005-2004 «Матеріали бітумно-полімерні для транспортного будівництва. Технічні умови»
7. ТУ У В.2.7-45.2-003450778-199 –2002 «Материалы рулонные битумно-полимерные для гидроизоляции мостов, путепроводов и других искусственных сооружений на автомобильных дорогах»
8. Радовский Б.С. Прогресс технологий производства теплого асфальтобетона в США// Автомоб. Дороги. - 2011. - №8. - С. 29-39
9. Warm mix asphalt: European practice. Publication no. FHWA-PL-08-007, US Federal Highway Administration, 2008 [Електронний ресурс]. Режим доступа: www.international.fhwa.dot.gov.
10. Ольховий Б.Ю. Підвищення якості асфальтобетонного покриття за рахунок добавок, що забезпечують технологічність укладання і ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей // Наукові нотатки. Луцький національний технічний університет, вип.№36, Луцьк, 2012.-С.220-227.
11. J. Keith Davidson P.Eng. Warm asphalt mix technology an overview of the process in Canada. Warm Asphalt Technology as a Sustainable Strategy for Pavements Session Of the 2008 Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Toronto, Canada 2008.
12. Temperaturabgesenkte Asphalte. Ratschläge aus der Praxis für die Praxis [Електронний ресурс]. Режим доступа: http://www.asphalt.de/media/exe/134/c773c33a550a0fb325b42ca50226f1e7/temperaturabgesenkte_asphalte.pdf.
13. Р В.2.7-218-02071168-740:2008 «Рекомендації по використанню в бітумних в'язучих енергозберігаючих добавок для виготовлення та ущільнення асфальтобетонних сумішей.» – К.:2008
14. СОУ 45.2-00018112-068:2011 «Будівельні матеріали. Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі синтетичних восків. Технічні умови» – К.:2011
15. Експертний висновок щодо застосування рідкої добавки Warmmix L на амідній основі

для приготування сумішей асфальтобетонних і асфальтобетону дорожнього та аеродромного, ДерждорНДІ, Київ, 2012. – 15с

16. Звіт про науково-дослідну роботу «На основі різних видів органічних в'язучих розробка нових довговічних матеріалів, енерго- та ресурсозберігаючих технологій будівництва і ремонту автодоріг», ДерждорНДІ, Київ, 2012.

17. Особенности влияния парафиновых добавок на технические свойства вязких дорожных битумов. В.А. Золотарев// Наука и техника в дорожной отрасли. – 2009. - № 1. – С. 13-17

18. Отчет по научно-исследовательской работе: «Использование добавок SECABASE RT ВЮ и SECABASE RT 945 для снижения температуры уплотнения асфальтобетона», [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ceca.fr/pdf/EN/bitumen_additives/cecabase_cyrillique/homologation_omsk_seka_rt.pdf

19. Висновок про вплив структуруючої добавки Sasobit на властивості бітумів та асфальтобетонів, ДерждорНДІ, Київ, 2008. – 11с

20. Вирожемський В.К., Кіщинський С.В. Вплив структуруючої добавки Licomont BS 100 на властивості бітумів і асфальтобетонів // Автошляховик України. – 2007. – №2. – С.38-40.

21. ГБН В.2.3-218-547:2010 «Устройство асфальтобетонных слоев дорожной одежды при низких температурах» - К.:2010

22. The asphalt handbook. MS-4 7th edition, Asphalt institute, Lexington, 2007, 788p.

23. Радовский Б.С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США// Дорожная техника 2007 с.26-40.

УДК 625.852

УЛУЧШЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ МОСТОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

©Мозговой В.В., Ольховый Б.Ю., Баран С.А.

В данной статье проанализированы проблемы, связанные с недостаточной гидроизоляцией на мостах, причины и последствия возникновения таких проблем, а также пути их решения. Рассмотрена возможность применения теплых асфальтобетонных смесей с использованием твердых углеводородов для улучшения гидроизоляционной способности асфальтобетонного покрытия мостов. Приведенные результаты исследования влияния энергосберегающих добавок на основе твердых углеводородов для изготовления теплых асфальтобетонных смесей на вязкость битума, а также на возможность уменьшать технологические температуры, при этом снижаются повреждения полимер битумной гидроизоляции.

Ключевые слова: гидроизоляционная способность, асфальтобетонное покрытие мостов, теплые асфальтобетонные смеси, твердые углеводороды

UDC 625.852

IMPROVEMENT OF WATERPROOFING ABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGES BY USING WARM ASPHALT MIXES BASED ON HARD HYDROCARBON

©Mozgovyy V., Olkhovyy B., Baran S.

This paper analyzes the problems associated with a lack of waterproofing on bridges, causes and consequences of such problems and their solutions. The possibility of application of warm asphalt mixtures using solid hydrocarbon to enhance the ability of asphalt waterproofing coating bridges. The results of the study of the effect of warm asphalt additives on solid hydrocarbons for the production of warm mix asphalt on the viscosity of bitumen, as well as the opportunity to reduce the process temperature, which will reduce damage of the polymer bitumen waterproofing materials.

Keywords: waterproofing ability, asphalt pavement of bridges, warm asphalt mixes, hard hydrocarbon.

УДК 624.21

Онищенко А.М.¹, кандидат технічних наук, доцент,
Різніченко О.С.², аспірант,
Невінговський В.Ф.³, аспірант
кафедра ДБМіХ, Національний транспортний
університет, м. Київ, вул. Суворова, 1
¹тел. +38(067)144-23-55; e-mail: artur_onish@bigmir.net
²тел.+38(097)443-92-79; e-mail: nevinglovskiy@ukr.net
³тел. +38(096)216-49-70; e-mail: aleksr87@mail.ru

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТИ МІЦНОСТІ ЗЧЕПЛЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ МІЖ АСФАЛЬТОБЕТОНОМ І ЦЕМЕНТОБЕТОННОЮ ОСНОВОЮ ПРИ ЗСУВІ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ВОДОМОРОЗНИХ ФАКТОРІВ

В статті розглянуто методику визначення втрати міцності зчеплення гідроізоляційного матеріалу. Наведено визначення коефіцієнту морозостійкості з метою забезпечення більшої довговічності гідроізоляційного матеріалу.

Ключові слова: міцність зчеплення, зразок-композит, асфальтобетон, коефіцієнт морозостійкості.

Вступ

В останні роки завданням із забезпечення тріщиностійкості, зсувостійкості та колієстійкості асфальтобетонного покриття з використанням сучасних типів гідроізоляційних матеріалів на мостових спорудах набула особливу актуальність, як в теоретичному так і в практичному відношенні. Як відомо всі теоретичні дослідження базуються на надійних експериментальних дослідженнях. Тому актуальність роботи обумовлена тим, що необхідно оцінювати коефіцієнт морозостійкості гідроізоляційного матеріалу за показником втрати міцності зчеплення при зсуві з асфальтобетоном та цементобетонною основою.

Аналіз публікацій

Надійний гідроізоляційний захист є однією з умов забезпечення довговічності автодорожніх мостів [1, 2]. Проте серед домінуючих причин руйнування залізобетонних прогонових будов автодорожніх мостів є передчасне руйнування гідроізоляції [3], яка є одним із найменш довговічних елементів прогонової будови. Строк служби гідроізоляції становить від 5 до 10 років [4-6], у окремих випадках він може сягати 25 років [7], а розрахунковий термін служби гідроізоляції становить 15 років [8]. Імовірно, така розбіжність обумовлена якістю гідроізоляційних матеріалів, конструкцією одягу мостового полотна, погодно-кліматичними та експлуатаційними умовами.

Основний текст

Сутність методу полягає в оцінці показника морозостійкості гідроізоляційного матеріалу за втратою міцності зчеплення між асфальтобетоном та цементобетонною основою при зсуві зразків-композитів після впливу на них встановленої кількості циклів заморожування та відтавання. За критерій показника морозостійкості гідроізоляцій приймають коефіцієнт морозостійкості. Зниження коефіцієнта морозостійкості свідчить про зниження показника морозостійкості гідроізоляції.

Морозостійкість гідроізоляційного матеріалу – це здатність зберігати міцність зчеплення при зсуві між асфальтобетоном та цементобетонною основою при багаторазовому заморожуванні-відтаванні.

Методика виготовлення зразків-композитів

Попередньо виготовляються цементобетонні зразки розмірами 228×158×20 з класом бетону за міцністю на стиск не менше В 30 згідно з ДСТУ Б.В.2.7-43. Підготовка зразків до випробування повинна передбачати очищення цементобетонної поверхні від цементного молока. Після чого на цементобетонну поверхню наносять підґрунтовку з раціональною витратою між шарами композиції, для забезпечення максимального зчеплення. Поверх влаштовують гідроізоляційний матеріал. Підготовлений таким чином зразок розміщуються у форму для секторного пресу [9] та засипають асфальтобетонною сумішшю. Для випробування використовуються дрібнозернисті асфальтобетони типів А і Б з максимальною крупністю зерен 10 мм. Приготування сумішей повинно виконуватись з використанням нафтового дорожнього бітуму марки БНД 60/90. По зерновому складу та показникам фізико-механічних властивостей асфальтобетони повинні відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.7-119, а також ДСТУ Б.В.2.7-127. Ущільнення асфальтобетонної суміші здійснюється за допомогою секторного пресу [9]. Після охолодження форму розбирають і не раніше ніж через добу даний зразок-композицію відбирають kern діаметром 150 мм за допомогою kernовідбірника. Для випробувань необхідно виготовити 24 однакових зразків-композитів циліндрів.

Проведення випробувань. Необхідно 12 зразків – композитів, попередньо термостатують на повітрі за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом двох год, після їх розміщують в морозильній камері, у якій підтримують температуру згідно таблиці 1. При такій температурі зразки-композити витримують протягом шести год.

Після цього зразок-композит виймають з морозильної камери і витримують на повітрі за температури $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ протягом шести год. Таку процедуру охолодження – нагрівання циліндричних зразків-композитів, здійснюють 25 разів.

Таблиця 1

Температура в морозильній камері при випробуванні зразків-композитів в залежності від району кліматичних умов роботи асфальтобетонного покриття на мостах

Райони за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття	Температура в морозильній камері, °C
А-1...А-7 (крім Гірсько-Карпатського і Закарпатського підрайонів, а також Південного берегу Криму та Кримських гір за ДСТУ–Н Б В.1.1-27)	-30± 1
Гірсько-Карпатський підрайон (ДСТУ–Н Б В.1.1-27)	-30± 1
Закарпатський підрайон (ДСТУ–Н Б В.1.1-27)	-25± 1
Південний берег Криму (ДСТУ–Н Б В.1.1-27)	-15± 1
Кримські гори (ДСТУ–Н Б В.1.1-27)	-20± 1

Обробка результатів. Коефіцієнт морозостійкості визначають як відношення границі міцності при зсуві зразків-композитів, які піддавали двадцяти п'яти циклам заморожування та відтавання ($\tau_{зсув}^H$), до границі міцності при зсуві зразків-композитів, які не піддавали заморожуванню та відтаванню ($\tau_{зсув}$), за формулою:

$$K_{мрз} = \frac{\tau_{зсув}^H}{\tau_{зсув}} \geq K_{мрз}^H \quad (1)$$

де, $\tau_{зсув}$, $\tau_{зсув}^H$ - середньоарифметичне значення границі міцності при зсуві зразків-композитів відповідно до впливів циклічного охолодження і після них.

$K_{мрз}^n$ - нормативне значення коефіцієнта морозостійкості наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Нормативне значення коефіцієнта морозостійкості гідроізоляційного матеріалу за показником міцності зчеплення при зсуві зразків-композитів в залежності від району кліматичних умов роботи асфальтобетонного покриття на мостах

Райони за кліматичними умовами роботи асфальтобетонного покриття	Нормативне значення коефіцієнта морозостійкості
А-1...А-7 (крім Гірсько-карпатського і Закарпатського підрайонів, а також Південного берегу Криму та Кримських гір за ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	0,75
Гірсько-карпатський підрайон (ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	0,75
Закарпатський підрайон (ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	0,80
Південний берег Криму (ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	0,90
Кримські гори (ДСТУ-Н Б В.1.1-27)	0,85

Границю міцності при зсуві зразків композитів визначають згідно з СОУ 45.2-00018112-046 [10] при температурі випробування +50 °С, в МПа, за формулою

$$[\tau_{зсув}] = \sigma \times f + c, \quad (2)$$

$$[\tau_{зсув}^n] = \sigma \times f^n + c^n \quad (3)$$

де σ – нормальне напруження, МПа; f, f^n – коефіцієнт тертя до впливів циклічного охолодження і після них; c, c^n – питоме зчеплення до впливів циклічного охолодження і після них.

Оцінку зчеплення гідроізоляційного матеріалу між асфальтобетоном і цементобетонною основою для розрахункової групи автомобілів А₁ згідно з ВБН В 2.3-218-186 та [10] виконують перевіряючи умову:

$$[\tau_{зсув}] \geq 1,3 \times \tau_{\max}, \quad (4)$$

де τ_{\max} – горизонтальне дотичне напруження, що діє від навантаження на границі асфальтобетонних шарів (прийнято на основі нормативних даних) [10]; $[\tau]$ – розрахункове допустиме граничне дотичне напруження (розраховується на основі отриманих результатів експериментального визначення параметрів зчеплення гідроізоляційного матеріалу між асфальтобетоном і цементобетонною основою за виразом (2)).

Розходження між результатами випробування окремих зразків не повинно перевищувати $\pm 15\%$.

Запропонована методика дозволить вибирати гідроізоляційні матеріали підвищеної морозостійкості, що в свою чергу дозволить підвищити тріщиностійкість, зсуво- та колієстійкість асфальтобетонного покриття на залізобетонних мостах, а також довговічність прогонових будов мостів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Джигит С.Г., Родин Ю.Л., Джигит Д.Г. Проблемы долговечности авто-дорожных железобетонных мостов // Автотранспортник Украины. – 1990. – № 2. – С. 32 – 34.
2. Джигит С.Г., Родин Ю.Л., Кузьміна Н.А. та ін. Надійний гідроізоляційний захист – запорука довговічності транспортних споруд // Автошляховик України. – 2001. – № 2. – С. 39 – 42.
3. Daly A. Modelling of deterioration in bridges. 1st draft. – March, 1999. – 72 p.
4. Виноградский Д.Ю., Руденко Ю.Д., Шкуратовский А.А. Эксплуатация и долговечность мостов. – К.: Будівельник, 1985. – 104 с.
5. Кисина А.М., Ладыженская Л.Л., Попченко С.Н. и др. Новые гидроизоляционные и кровельные материалы и их долговечность. – Л.: Энергия, 1980. – 80 с.
6. Шевченко В.П., Лозицкий А.С., Безбабичева О.И. и др. О некоторых направлениях продления срока службы мостов // Сучасні проблеми проектування, будівництва та експлуатації споруд на шляхах сполучення. Автомобільні дороги та дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – Київ, 2002. – С. 263-266.
7. Золотов М. С., Жданюк К. В. До питання про гідроізоляційний захист залізобетонних прогонових будов мостів та шляхопроводів на авто-мобільних дорогах // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій: Зб. наук. праць. – Львів: Каменяр, 2005. – Вип 7. – С. 42-45.
8. ДБН В.2.3-14:2006 – Споруди транспорту. Мости і труби. Правила проектування
9. Онищенко А. М., Мозговий В. В., Різніченко О. С. та ін. Управління якістю по забезпеченню зсувостійкості та колієстійкості асфальтобетонного покриття на мостах // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка – Київ, 2010. – № 38. – С.88-98.
10. СОУ 45.2-00018112-046:2009 Асфальтобетон дорожній. Методика оцінки зчеплення між асфальтобетонними шарами

УДК 624.21

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРИ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА МЕЖДУ АСФАЛЬТОБЕТОНОМ И ЦЕМЕНТОБЕТОННОЙ ОСНОВОЙ ПРИ СДВИГЕ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОМОРОЗНЫХ ФАКТОРОВ

© Онищенко А. Н., Ризниченко А. С., Невингловский В. Ф.

В статье рассмотрена методика определения потери прочности сцепления гидроизоляционного материала. Приведены определения коэффициента морозостойкости с целью обеспечения большей долговечности гидроизоляционного материала.

Ключевые слова: прочность сцепления, образец-композит, асфальтобетон, коэффициент морозостойкости.

UDC 624.21

METHODS OF DETERMINING THE LOSS OF ADHESION BETWEEN ASPHALT WATERPROOFING MATERIAL AND CEMENT CONCRETE BASE SHEAR AFTER EXPOSURE WATER-FROST FACTORS

© Onishchenko A. N., Riznichenko O.S., Nevinglovsky V. F.

In the article the method for determining loss of grip strength waterproofing material. Shows the determination of frost resistance coefficient to ensure greater durability of waterproofing material.

Keywords: bond strength, sample – composite, asphalt, the coefficient of frost resistance.

УДК 699.822

Собко Ю.М.¹ кандидат технических наук, ст. науч. сотр., доцент;

Захаров А.С.,² технический консультант

¹Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, ул. Карпинского, 6, 79013
тел. +38 (032) 294-93-63, (050) 317-17-09;

e-mail: Sobko.yuriy@ua.sika.com,

²ООО «Сика Украина»,

г. Киев, ул. Смольная, 9 Б, 03680

тел.: +38(044) 492-94-19, факс: +38(044) 492-94-18

e-mail: info@sika.ua

SIKA® DILATEC® SYSTEM МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ И ПРИМЫКАНИЙ

В статті розглядається нова система матеріалів Sika® Dilatec® System, що значно покращує існуючі технології гідроізоляції.

Ключові слова: Sika, Dilatec, стрічка, гідроізоляція, мембрана, деформаційний шов.



Концерн Sika®, основанный в Швейцарии, уже более 100 лет успешно решает проблемы гидроизоляции тоннелей, подвалов, кровель, резервуаров, мостов и очистных сооружений. За время существования концерна было разработано и внедрено множество гидроизоляционных материалов и технологий: жесткие и эластичные обмазочные и напыляемые материалы, рулонные ПВХ, ТПО и битумные мембраны, добавки уплотняющие структуру бетона и придающие ему водонепроницаемые свойства, системы гидроизоляции швов - гидрошпонки, набухающие герметики и профили, эластичные ленты и инъекционные составы.

Сложные технологические задачи, смелые архитектурные проекты и позиция лидера в области гидроизоляции подстегивают компанию Sika® вкладывать миллионы евро ежегодно в разработку новых материалов и модернизацию существующих технологий.

В частности, в последние годы компания работала над усовершенствованием технологии рулонной гидроизоляции, которое позволило бы:

- значительно улучшить герметичность примыканий к различным основаниям;
- упростить и удешевить гидроизоляцию сложных узлов;
- обеспечить надежное соединение несовместимых ранее материалов;
- применять технологии восстанавливаемых гидроизоляционных систем в конструкциях,

где прежде они были недоступны.

В результате, была разработана система Sika® Dilatec® System [1] включающая линейку эластичных лент на основе ПВХ Sika® Dilatec® Tapes и двухкомпонентный эпоксидный клей Sikadur®-31 CF (Рис.1).



Рисунок 1. Sika® Dilatec® System

Sika® Dilatec® Tapes представляют из себя готовые к применению ленты из ПВХ устойчивого к битумным материалам и УФ-излучению, отличающиеся шириной и конфигурацией края из нетканого текстиля [5].

Ленты позволяют надежно и профессионально выполнить переходы:

- от бетона к ПВХ-мембране или к битумной мембране,
- от ПВХ-мембраны к жидкой полиуретановой мембране или к битумной мембране,
- а также выполнить надежную герметизацию швов между бетонными элементами и швов в гидроизоляционных покрытиях из битумных мембран (Рис.2).



Рисунок 2. Варианты соединений

Прочно интегрированный в структуру ленты текстильный край позволяет достичь безупречного примыкания ленты к основанию [2].

Перечисленные выше комбинации переходов от одного материала к другому помогают легко решить целый ряд задач, прежде представлявшихся непосильными или трудновыполнимыми.

Итак, какие же это задачи:

Полностью водонепроницаемое примыкание ПВХ-мембраны к основанию. Традиционное решение с металлической планкой и герметиком остается уязвимым в местах стыков планки и не может обеспечить 100% гарантию водонепроницаемости. Эпоксидный клей Sikadur®-31 CF обладает отличной адгезией к большинству материалов и при приклеивании на него ленты Sika® Dilatec® получается соединение способное выдерживать высокое давление воды, в том числе, отрицательное.

Эстетичное окончание гидроизоляции. Надежность соединения ленты Sika® Dilatec® с основанием позволяет отказаться от выполнения окончания мембраны на отметке, где на него воздействовало бы давление дождевых или талых вод. Теперь можно спрятать такое окончание в толщине слоев эксплуатируемого покрытия (Рис. 3).



Рисунок 3. Крепление ПВХ-мембраны к бетонному основанию [3]

Выполнение гидроизоляции сложных конструкций и узлов жидкой полиуретановой мембраной, а простых поверхностей – ПВХ-мембраной Sikaplan®

Гидроизоляция сложных поверхностей рулонными материалами иногда становится настоящей проблемой (Рис.4). Однако, даже более изощренные узлы можно надежно гидроизолировать однокомпонентными полиуретановыми мембранами Sikalastic® (Рис.5), а лента Sika® Dilatec® обеспечит ее надежное сопряжение с мембраной Sikaplan® (Рис.6), уложенной по основной, простой, части кровли.

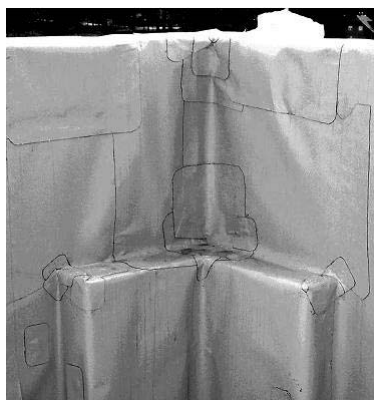


Рисунок 4.
Узел с ПВХ-мембраной



Рисунок 5.
Узел с жидкой полиуретановой мембраной

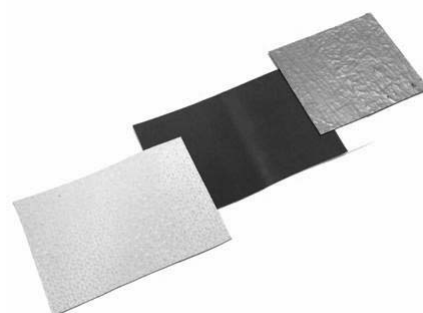


Рисунок 6.
Сопряжение через ленту Sika® Dilatec®

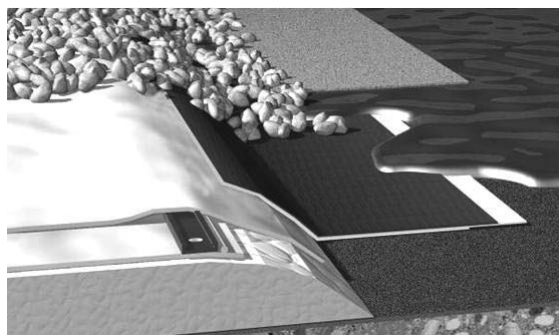


Рисунок 7. Сопряжение ПВХ-Битум

Сопряжение ПВХ-мембраны с битумными гидроизоляционными материалами. Широко известно, что битумные материалы и ПВХ-мембраны не совместимы, а все варианты их соединения с использованием различных прижимных планок, герметиков и самоклеющихся бутиловых лент не работают или крайне ненадежны.

Широкий текстильный край, вклеенный на горячую битумную мастику, прочно удерживает ленту между двумя слоями «еврорубероида» (Рис.7).

При этом, специальные модификаторы делают ПВХ-ленту Sika® Dilatec® устойчивой к битуму и предотвращают деструктивные процессы. Еще никогда сопряжение этих двух материалов не было таким простым и надежным.

Разделение гидроизоляционного слоя на сектора для локализации и устранения протечек. Система состоящая из мембраны Sikaplan®, инъекционных штуцеров и гидрошпонок Sika® Waterbar®, физически разделяющих гидроизоляционный ковер на секции, позволяет определить место протечки и устранить ее [5]. Однако, эту систему невозможно было применить на эксплуатируемых перекрытиях, и некоторых других конструкциях.

Теперь такую задачу легко решить – уже описанное крепление ленты Sika® Dilatec® на эпоксидный клей Sikadur®-31 CF служит водонепроницаемым барьером между секциями и не уступает по надежности гидрошпонкам Sika® Waterbar®.

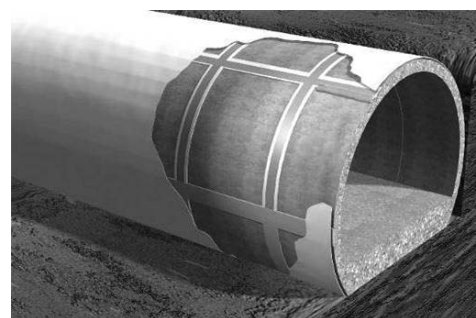


Рисунок 8.
Разделение на секции

Водонепроницаемые, долговечные деформационные швы и окончания в гидроизоляционных системах на основе битумных рулонных материалов. Устойчивые к битуму ленты Sika® Dilatec® усовершенствовали конструкцию деформационных швов и окончаний, значительно повышая надежность гидроизоляции на битумной основе. Разные типы лент Sika® Dilatec® совместимы и могут свариваться между собой, гарантируя водонепроницаемость деформационных швов и окончаний.



Рисунок 9. Усовершенствование гидроизоляции на основе битумных рулонных материалов

Уникальные возможности Sika® Dilatec® System уже нашли применение на многих проектах по всему миру и завоевали доверие профессиональных подрядчиков и проектных организаций.



Рисунок 10. Эксплуатируемая кровля, Киев. Деформационные швы в кровле из битумной мембраны



Рисунок 11. Подземная часть здания, Москва. Разделение гидроизоляции на секции [6]



Рисунок 12. Тоннель, Швейцария. Разделение гидроизоляции тоннеля на секции



Рисунок 13. Мостовой переход, Швейцария. Окончания гидроизоляции и деформационные швы

Выводы

Применение системы Sika® Dilatec® System позволяет значительно улучшить существующие технологии гидроизоляции подземных сооружений, мостов, кровель и резервуаров. Данная система обеспечивает водонепроницаемые окончания гидроизоляции, дает возможность комбинировать гидроизоляционные материалы, в том числе, химически несовместимые. Sika® Dilatec® System также позволяет применить технологии восстановления целостности гидроизоляции эксплуатируемых кровель, где это было невозможно ранее. Гидроизоляция на основе битумных рулонных материалов также может быть усовершенствована, получив надежные окончания и деформационные швы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sika Services AG, "Joint sealing with Sika Dilatec System", Pfäffikon, 2008
2. Michael Leahey, "Method Statement Sika Dilatec System", Pfäffikon, 2008
3. Michael Leahey, презентационные материалы «Sika Dilatec System», Pfäffikon, 2008
4. ООО «Зика», Техническая карта «Sika Dilatec System», Москва, 2012
5. Носов А.Н., Гуца Е.В., Салматов Д.В., Фадеев М.Г., «Руководство по применению материалов Sika для гидроизоляции строительных конструкций», Москва, 2008
6. Гуца Е. В. Презентационные материалы «Практическая укладка гидроизоляционных лент Sika Dilatec», Москва, 2010

УДК 699.822

SIKA® DILATEC® SYSTEM МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ ШВОВ И ПРИМЫКАНИЙ

©Собко Ю.М., Захаров А.С.

В статье рассматривается новая система материалов Sika® Dilatec® System, которая значительно улучшает существующие технологии гидроизоляции.

Ключевые слова: Sika, Dilatec, лента, гидроизоляция, мембрана, деформационный шов

УДК 699.822

SIKA® DILATEC® SYSTEM MULTYFUNCTIONAL SYSTEM FOR JOINT SEALING

©Yuriy Sobko, Artem Zakharov

Article considers new Sika® Dilatec® System, which significantly improves existing waterproofing technologies.

Keywords: Sika, Dilatec, tape, waterproofing, membrane, movement joint.

УДК 624.95:622.17.241

*Тимофєєва К.А., аспірантка,
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка,
36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24,
тел. +38(0532) 56-98-94, e-mail: rector@pntu.edu.ua*

СПОСІБ ВИКОНАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ АМБАРІВ-НАКОПИЧУВАЧІВ ВІДХОДІВ ПРИ БУДІВНИЦТВІ СВЕРДЛОВИН НА НАФТУ ТА ГАЗ

Представлено застосування ґрунтоцементу як протифільтраційного екрану амбарів-накопичувачів відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин.

Ключові слова: ґрунтоцемент, протифільтраційний екран, свердловина, амбар-накопичувач, відходи буріння.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. При бурінні та наступній експлуатації нафтогазових свердловин виникають значні об'єми відходів, які негативно впливають на навколишнє середовище. Це – відпрацьована промивальна рідина, видалена порода та бурові стічні води. До складу відходів входить широкий спектр речовин органічного та неорганічного походження. При експлуатації свердловин для інтенсифікації видобутку вуглеводневої сировини використовують концентровані розчини різних кислот, поверхнево-активних речовин, інгібіторів тощо. На різних етапах виробництва трапляються викиди нафти та конденсату.

При бурінні свердловин для приготування бурових розчинів використовуються хімічні реагенти й речовини 3-го та 4-го класів небезпеки. Потрапляння бурових розчинів у водоймище, ґрунт, ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Технологія будівництва свердловин і природоохоронні заходи, передбачені проектами будівництва, в першу чергу, повинні бути зорієнтовані на попередження можливих причин і шляхів надходження забруднювачів в навколишнє природне середовище, ліквідацію джерел і наслідків їх негативної дії, особливо на виконання комплексу техніко-технологічних та екологічних заходів по збереженню родючого шару ґрунту, захисту від забруднення поверхневих, ґрунтових і підземних вод.

Основними потенційними джерелами забруднення навколишнього середовища при будівництві свердловин є бурові розчини, бурові стічні води, буровий шлам та пластові флюїди.

При бурінні свердловин для приготування бурових розчинів в більшості випадків використовується хімічні реагенти і речовини 3 та 4 класу небезпеки. Потрапляння бурових розчинів у водоймище, ґрунт, ґрунтові води у великих кількостях є екологічно небезпечними. Екологічна небезпека виникає при періодично-повторювальних процесах, які супроводжуються накопиченням токсичних і забруднюючих речовин у відкритих водоймах, ґрунтах і ґрунтових водах [1].

Технологія будівництва свердловин передбачає можливість проведення бурових робіт одним з наступних способів: амбарним або безамбарним. При безамбарному способі проведення бурових робіт площадки можливого забруднення екранують, а відходи буріння (відпрацьований буровий розчин і шлам) стужавіють, нейтралізують і вивозять в спеціально відведені місця для захоронення, які часто знаходяться за декілька сотень кілометрів від місця проведення робіт. Безамбарний спосіб потребує високого ступеню організації проведення бурових робіт, досить значних матеріальних, трудових та фінансових витрат на його здійснення, тому використовується

у виключних випадках при будівництві свердловини на землях природно-заповідного, курортно-оздоровчого, рекреаційного призначення, в зонах санітарної охорони вод. Технологія будівництва свердловини передбачає проведення бурових робіт амбарним способом, при якому збір, накопичення, утилізація, нейтралізація і захоронення відходів буріння здійснюється в шламових амбарах безпосередньо на місці проведення бурових робіт.

Розміри амбарів визначаються проектом і повинні відповідати обсягам відходів буріння свердловин. Умови будівництва амбарів-накопичувачів бурових відходів та їх конструкція залежить від інженерно-геологічних умов площі, виділеної під будівництво свердловини та характеристик ґрунтів цієї площі (їх фізико-хімічного складу, фільтраційних властивостей та ін.).

Після закінчення будівництва котловану під амбар-накопичувач з метою захисту від забруднення ґрунтів та підземних вод проводяться роботи по облаштуванню його поверхні протифільтраційним екраном. Протифільтраційний екран амбару-накопичувача повинен забезпечувати захист поверхневих і ґрунтових вод від забруднення рідкими відходами буріння (стічними водами, фільтратами відпрацьованого бурового розчину, бурового шламу).

В якості протифільтраційних екранів можуть бути використанні: ґрунтові протифільтраційні екрани із слабо проникливих ущільнених глинистих ґрунтів, стійких до дії солей, які містяться в рідкій фазі бурових відходів; кольматаційні протифільтраційні екрани із поверхнево-активних речовин і полімерів; колоїдно-хімічні екрани на основі водної суспензії гідролізованого поліакриламід (ГПАА) і бентонітової глини; протифільтраційні екрани із поліетиленових плівок. Цей спосіб виконання гідроізоляції вважається найкращим серед існуючих. Однак, недоліком цього способу є те, що виконана таким чином гідроізоляція амбарів-накопичувачів відходів буріння не забезпечує гарантований захист поверхневих і ґрунтових вод від забруднення внаслідок наступних причин: можливої геофільтрації рідких відходів через відсутність герметичності з'єднань поліетиленових полотен; можливих поривів поліетиленових плівок на стінках амбарів через труднощі в улаштуванні на цих ділянках підстилаючого та захисного шару ґрунту; розтріскування поліетиленової плівки через невисоку її стійкість до дії низьких температур в зимовий період; недостатніх міцностних характеристик матеріалу.

Такий спосіб захоронення відходів буріння в шламових амбарах на місці проведення бурових робіт не виключає можливості наступної міграції забруднюючих компонентів відходів буріння внаслідок попадання дощових і паводкових вод у ложе амбару.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Перелічені способи виконання водонепроникних екранів є трудомісткими, коштовними і з часом їхня ефективність протистояти хімічній дії компонентів відходів буріння знижується.

Формулювання мети роботи. Метою роботи є дослідження створення такого способу виконання гідроізоляції амбарів-накопичувачів та захоронення відходів буріння при будівництві свердловин на нафту і газ, який би забезпечив гарантований захист поверхневих, ґрунтових і підземних вод від забруднення внаслідок проникнення шкідливих речовин відходів буріння у ґрунт, повну екологічну безпеку проведення бурових робіт амбарним способом та збереження навколишнього середовища.

Ця мета досягається шляхом виконання суцільної гідроізоляції шламових амбарів із ґрунтоцементу. Ґрунтоцемент – суміш глинистого ґрунту, цементу та води. Він є не простою механічною сумішшю, а системою, що складається з двох дуже складних за своїм складом і властивостям багатокомпонентних систем – цементу та ґрунту. Основним провідним фактором у корінному перетворенні властивостей ґрунту є цемент, який є полідисперсною й полімерною системою, котра може після додавання води утворювати кам'яноподібне тіло [2].

Виклад основного матеріалу дослідження. На рис. 1 зображено амбар-накопичувач, стінки та днище якого вкриті протифільтраційним екраном із ґрунтоцементу, де 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод.

Будівництво шламового амбара починається зі зняття родючого шару ґрунту та складування його в тимчасові відвали, потім риття земляного котловану й складування ґрунту для подальшого його використання при приготуванні ґрунтоцементу, зведення по периметру амбара обвалування висотою 0,5 м для запобігання попадання в нього талих вод, виконання гідроізоляції дна та стінок котловану із ґрунтоцементу. Ґрунтоцемент готується на будівельному майданчику в горизонтальному бетонозмішувачі безперервної дії із ґрунту (суглинок, супісок), портландцементу марки 400 в кількості 20% від ваги сухого ґрунту та води і за допомогою автобетононасоса укладається на дно і стіни котловану рівномірним шаром товщиною не менше 0,2 м. Стінки котловану укриваються ґрунтоцементом за допомогою опалубки. Термін його тужавіння триває 28 діб. Дослідження показують, що міцність ґрунтоцементу, як і бетону, зростає в часі й такий процес може тривати роками. Найбільш швидко зростання міцності спостерігається у початковий період. Підвищення температури й вологості середовища значно прискорює процес тужавіння ґрунтоцементу. При зберіганні ґрунтоцементу у воді спостерігається більш інтенсивне зростання міцності. Водонепроникність ґрунтоцементу при цьому становить не менше ніж W12. У часі міцність і водонепроникність ґрунтоцементу збільшуються.

Розміри шламових амбарів, їх об'єм, профіль і глибину визначають на стадії робочого проектування стосовно до конкретної ділянки будівництва свердловини з урахуванням категорії ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та інших характеристик.

Заповнення шламового амбара відходами буріння здійснюють після тужавіння ґрунтоцементу. Процес заповнення відбувається до тих пір, поки рівень шламу не досягне проектної відмітки – верхньої кромки ґрунтоцементу на стінах котловану на глибині не менше 1 м від поверхні землі.

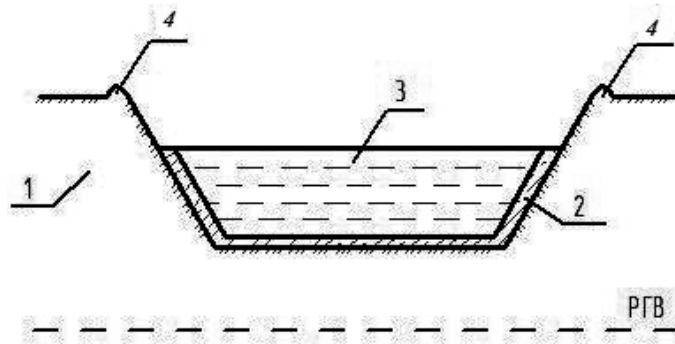


Рисунок 1. Застосування ґрунтоцементу як протифільтраційного екрану амбарів-накопичувачів для відходів буріння при будівництві нафтогазових свердловин:
1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам,
4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод

Для зниження токсичності та з метою затвердіння напіврідких відходів буріння проводиться їх нейтралізація, яка досягається шляхом прискорення біологічного розкладу органічних сполук. Для цього в шламові амбари вводиться композиція, що містить фосфогіпс, соломку та органічне добриво. Виконання цього комплексу робіт призводить до того, що напіврідкі відходи буріння перетворюються у тверду фазу. Після виконання робіт з нейтралізації відходів буріння здійснюється повна герметизація амбара шляхом укладання шару ґрунтоцементу товщиною не менше 0,2 м на нейтралізовані й затверділі відходи. Після тужавіння ґрунтоцементу виконується технічна рекультивация – засипання мінеральним ґрунтом та рівномірне нанесення родючого шару ґрунту на мінеральний ґрунт. На рис. 2 зображено амбар-накопичувач із суцільним ґрунтоцементним протифільтраційним екраном для захоронення бурового шламу та виконання рекультивации землі, де 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 5 – шар ґрунтоцементу, що забезпечує повну герметизацію вмісту амбара від навколишнього середовища, 6 – шар мінерального ґрунту, 7 – шар родючого ґрунту, РГВ – рівень ґрунтових вод.

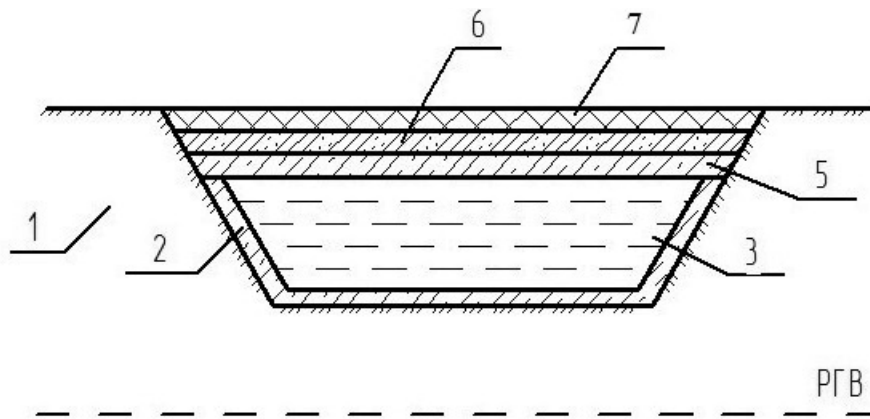


Рисунок 2. Амбар-накопичувач із суцільним ґрунтоцементним протифільтраційним екраном для захоронення бурового шламу: 1 – ґрунт, 2 – протифільтраційний екран із ґрунтоцементу, 3 – буровий шлам, 4 – обвалування, РГВ – рівень ґрунтових вод

Лабораторні дослідження ґрунтоцементу показують, що його міцність, як і бетону, зростає в часі, й такий процес може тривати роками. Підвищення температури й вологості середовища значно прискорює процес тужавіння ґрунтоцементу. При зберіганні ґрунтоцементу у воді спостерігається більш інтенсивне зростання міцності [3].

У часі міцність і водонепроникність ґрунтоцементу збільшуються. Міцність при 20% вмісті цементу становить 2,02 МПа при терміні тужавінні 28 діб і 4,30 МПа у віці двох років. Водонепроникність становить не менше ніж W12. Це свідчить про ефективність використання ґрунтоцементних протифільтраційних екранів при влаштуванні шламових амбарів для відходів буріння й експлуатації нафтогазових свердловин. Також приготування ґрунтоцементу на будівельному майданчику, використовуючи глинистий ґрунт із котловану, здешевлює на 50% виготовлення протифільтраційного екрану порівняно з бетонуванням дна й стінок котловану.

Відповідно до СН-23-58 для виготовлення ґрунтоцементу придатні піски різної крупності, леси, лесовані й карбонатні суглинки та супіски. Уміст водорозчинних солей – не більше 3%, у тому числі сірчанокислих – не більше 2%. Оптимальною для утворення ґрунтоцементу слід вважати величину водневого показника рівною 8.

Експериментально доведено високу водонепроникність ґрунтоцементу [4, 5]. Зразки-циліндри висотою та діаметром 150 мм випробовувалися стандартним методом «мочної плями» (МП) [6]. Перед випробуванням вони витримувалися у приміщенні лабораторії протягом доби. Після встановлення зразків у гнізда установки до них прикладали тиск водою. Тиск води підвищували ступенями по 0,2 МПа й витримували на кожному ступені протягом 24 годин. Водонепроникність серії зразків оцінювалася максимальним тиском води, за якого на чотирьох із шести зразків не спостерігалось просочування води.

Дослідження ґрунтоцементу на водонепроникність проводили на двох групах по шість зразків із додаванням портландцементу в кількості 20% від маси сухого ґрунту. У першій групі цемент додавали до лесового суглинка, а в другій до кварцового піску середньої крупності. Результати досліджень зведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати визначення водонепроникності ґрунтоцементу

№ з/п	Ґрунт	Кількість зразків	Марка ґрунтоцементу за водонепроникністю W	
			Марка	Коеф. кореляції
1	суглинок лесовий	6	W12	0,16
2	пісок середньої крупності	6	W6	0,12

При проектуванні гідроізоляції треба враховувати вплив перепаду температур атмосферного повітря, зокрема показники температури повітря, нижчі від 0 °С. Тобто враховувати морозостійкість матеріалу, що використовується для гідроізоляції амбарів-накопичувачів.

Морозостійкість – один з основних факторів, що визначають довговічність матеріалу. При повторних циклах заморожування і відтаювання кристалічні зв'язки можуть поступово руйнуватися під дією внутрішніх тисків. Ці руйнування є необоротними. Слід також відмітити, що кристалізація гелів низькоосновних гідросилікатів, яких більшість у складі новоутворень ґрунтоцементу, відбувається повільно (до 1 – 2 років), що також впливає на міцність кристалізаційних зв'язків. Разом з тим у ґрунтоцементі переважають мікро- та ультрамікропори, в яких вода знаходиться у зв'язаному та міцнозв'язаному стані й не замерзає навіть при дуже низьких температурах. Установлено, що твердіння цементу в ґрунтоцементі продовжується і при температурах – 8 – 10° С, цим пояснюється продовження твердіння в'язучого за рахунок незамерзеної зв'язної води.

Проводилися випробування зразків ґрунтоцементу на морозостійкість із лесового суглинку та портландцементу М 400 за такою схемою. Усі зразки з дозуванням портландцементу 12, 15 та 18% (до маси висушеного ґрунту) витримали 50 циклів змінного заморожування. Зразки з 18% цементу, ущільнені під тиском 2 МПа, після 50 циклів заморожування мали границю міцності на стиск у водоносиченому стані 17,9 МПа, а до випробування на морозостійкість – 13,2 МПа. Зразки ґрунтоцементу з 30% піску (оптимальна ґрунтова суміш) демонструють найбільш високу міцність на стиск і найбільшу щільність. Границя міцності на стиск після пропарювання таких зразків становить 15,5 МПа, а після 50 циклів заморожування – 17,4 МПа. Коефіцієнт морозостійкості залежить від відсотка ґрунту та цементу в розчині. При вмісті 100% ґрунту і 18% цементу в розчині коефіцієнт морозостійкості коливається від 0,92 до 1,4, а при 100% ґрунту і 12% цементу цей коефіцієнт знаходиться в межах від 0,97 до 1,14.

Для поліпшення морозостійкості відомі випадки додавання нафти до ґрунтоцементного розчину. Значно впливають на морозостійкість ґрунтоцементу технологічні фактори: отримання однорідності замісу, ступінь ущільнення розчину, умови твердіння матеріалу. Необхідно відмітити, що морозостійкість ґрунтоцементу, який зберігається у нормально-вологодому і водному середовищі збільшується із часом та свого максимуму досягає у віці 1 – 2 років [2].

Для підвищення щільності та міцності ґрунтоцемент необхідно ущільнювати. Найпоширеніший метод ущільнення – за допомогою віброустановки. На сьогодні відомо велика кількість віброустановок для роботи з різними площами. Для виконання гідроізоляції рекомендується використовувати віброрейку, яка має по ширині захват від 6,2 м. Маса рейки дозволяє ущільнювати на глибину до 200 мм. Віброрейка являє собою конструкцію з профілю та двигуна. Профіль – частина конструкції, що вирівнює й ущільнює ґрунтоцемент. Двигун (вібратор) автоматизує інтенсивність ущільнення ґрунтоцементу. Віброрейки є електричні та бензинові.

Висновки. Виконання гідроізоляції з ґрунтоцементу – це економічний та один із найбільш передових і надійних на сьогодні спосіб гідроізоляції штучних водойм: ставків, басейнів, фонтанів, резервуарів, шламових амбарів для токсичних відходів буріння та експлуатації нафтогазових свердловин.

Переваги такого способу: водонепроникність, висока морозостійкість (за рахунок основного вмісту мікро- й ультрапор у ґрунтоцементі), простота та швидкість застосування (залучення мінімальної кількості засобів і матеріалів при виготовленні), термін експлуатації практично безмежний, стійкість до агресивних складових води (корозійна стійкість), низька собівартість робіт, екологічна безпека цього матеріалу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 48471 Україна, МПК 6 E21B 33/00. Спосіб виконання гідроізоляції амбарів-накопичувачів та захоронення відходів буріння при будівництві та експлуатації свердловин на нафту і газ / Зеленський І.І. Любченко В.Ф; заявник і власник Товариство з обмеженою

відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Імпульс-с» – № 2001085956, заяв. 27.08.2001; публік. 15.08.2002, Бюл. № 8.

2. Токин, А. Н. Фундаменты из цементогрунта / А. Н. Токин – М.: Стройиздат, 1984. – 184 с.

3. Ларцева, І.І. До визначення фізико-механічних характеристик ґрунтоцементу / І.І. Ларцева, М.В. Петруняк // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во). – Полтава: ПолтНТУ, 2010. – Вип. 2 (27).– С. 127 – 134.

4. Виленкина, Н. М. Цементно-грунтовые камни / Н. М. Виленкина. – М.: Госстройиздат, 1961. – 84 с.

5. Дослідження водонепроникності ґрунтоцементу / [М.Л. Зоценко, О.І. Наливайко, І.І. Ларцева, О.М. Панько] // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: ДНУЗТ, 2010. – Вип. 32.– С. 43 – 48.

6. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності. – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 38 с.

УДК 624.95:622.17.241

СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ АМБАРОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ОТХОДОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

©Тимофеева Е.А.

Представлено применение ґрунтоцемента в качестве противофильтрационного экрана амбаров-накопителей отходов бурения и эксплуатации нефтегазовых скважин.

Ключевые слова: ґрунтоцемент, противофильтрационный экран, скважина, амбар-накопитель, отходы бурения.

UDC 624.95:622.17.241

THE TECHNIQUE WATERPROOFING OF SLUDGE WAREHOUSES FOR WASTE DRILLING AND WORK OIL AND GAS WELLS

© Tymofaiava K.A.

Submitted the application a soilcement as waterproofing screen a sludge warehouses for waste and work drilling oil and gas wells.

Keywords: soilcement, waterproof screen, well, sludge warehouse, waste drilling.

Чертков О.Ю., кандидат технических наук,
директор ИСК «СТРЭКОЛ»,
доцент кафедры ТСП КНУСА,
03087, Украина, г. Киев, ул. Ереванская, 30 оф. №9
тел. +38(050) 383-65-04, (067)658-52-95,
+38(04594) 7-29-60
e-mail: strecol@strecol.kiev.ua

УСТРОЙСТВУ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ – ПРОЕКТНОЕ РЕШЕНИЕ В РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Устройству гидроизоляции в проектной документации отведено неоправданно мало места, по сравнению с тем, какое она должна занимать на самом деле, исходя из огромной стоимости работ по устранению ущерба, вызванного дефектами или разрушением ее слоев и самих конструкций зданий и сооружений. Как правило, от правильности выбора гидроизоляции, в условиях агрессивной деятельности воды и газов, зависит прочность и долговечность любой строительной конструкции.

Кто должен сделать этот выбор и на какой из стадий инвестиционно-строительной части проекта?

Достаточно ли четки указания и инструкции в директивных документах по проектированию? Или их нет вообще?

По мнению автора, уже пришло время для того, чтобы в проектной документации появился новый, специальный раздел, посвященный устройству наружной и внутренней гидроизоляции зданий и сооружений, включая и появление новой марки чертежей Конструкции гидроизоляционные – КГ. Наличие такого раздела, состав его документации должен быть таким, чтобы все участники строительства понимали, что во-первых, имеют дело с проектными решениями, и то, во-вторых, какие будут последствия и ответственность, при их нарушении.

Ключевые слова: гидроизоляция, рабочая, документация, защита от воды и газов, проектирование гидроизоляции, устройство гидроизоляции

«Коллеги проектировщики, как вы проектируете гидроизоляцию? Обмазочная оклеечная?

У нас нет СНиПа по гидроизоляции мы просто клеим и мажем. Не кажется ли вам что отношение к этому вопросу несерьезное и везде и всюду течет только потому что мы легкомысленно относимся к этому вопросу?

Признайтесь, что мы не считаем гидроизоляцию конструкцией здания. Нас не очень интересует ее надежность, ведь здание не упадет если гидроизоляция не удалась...

Как считаете, может стоит что-то менять?» <http://forum.dwg.ru/showthread.php?t=47029>

1. Среди многочисленных стандартов, руководств и инструкций по устройству гидроизоляции нет ни одного, который бы определил обязанности проектировщиков на любой из стадий создания проектной документации необходимость разработки ее конструкции и технологии нанесения на конкретном строительном объекте.

2. Не существует даже марки чертежей, которые должны были бы вобрать в себя достаточные сведения, для предоставления возможности строителям выполнить работы по устройству гидроизоляции, или, говоря точнее, возвести гидроизоляционную конструкцию. Хотя всем известно, что при разработке рабочих чертежей производятся уточнения и детализация предусмотренных проектом (и даже техническим заданием на проектирование) решений в той

степени, в которой это необходимо для производства строительных и монтажных работ. Поэтому, зачастую, скромная надпись в примечаниях или пояснительной записке к рабочей документации: «... нанести за два раза...» многими воспринимается как достаточная для принятия решений при производстве работ по устройству защиты конструкций от проникающей влаги. По этой же записи производится и выбор строительных материалов, и назначается технология выполнения работ. В этой связи, конечно необходимо вспомнить о типовых технологических картах или, даже о ППР (проекте производства работ), которые должны разрабатываться строительной организацией – генподрядчиком или непосредственным исполнителем гидроизоляционных работ, но, как правило, это – в лучшем случае.

3. Даже при беглом взгляде на рис. 1, где показано элементарное, знакомое специалисту «с детства» конструктивное решение, достаточно понять, что для его исполнения, в соответствии с требованиями норм, оно нуждается в таких простых вещах, как:

- ведомости техномонтажной (см. рис. 2);
- ведомости потребности в материалах;
- ведомости объемов строительных и монтажных работ;
- эскизных чертежах общих видов нетиповых гидроизоляционных конструкций, изделий, предназначенных для разработки технологической документации;
- локальной смете! Как можно догадаться, это и есть то, что должно

а) входить в состав рабочей документации в чертежах и сметах марки КГ- конструкции гидроизоляции, и

б) выполняться в соответствии с требованиями конкретного стандарта и других взаимосвязанных стандартов Системы проектной документации для строительства.

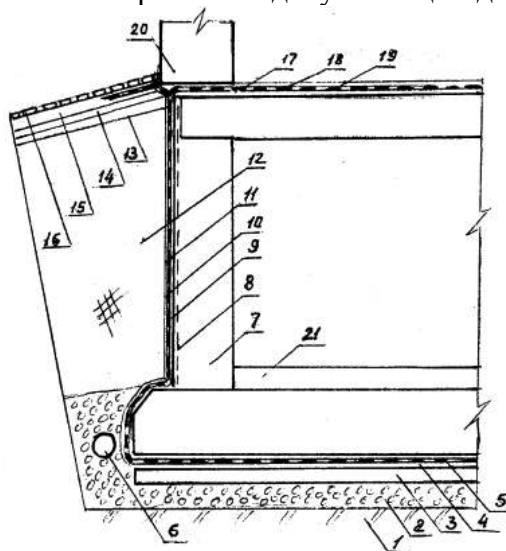


Рисунок 1. Конструктивное решение гидрозащиты фундамента строящегося здания

1 - уплотненный грунт, 2 - гравийная дренирующая отсыпка, 3 - тощий бетон, 4, 9 - битумно-каучуковая мастика, слоем около 1,5 мм, 5, 10 - армирующая тканевая основа с защитным покрытием той же мастикой, 6 - кольцевой дренаж, 7 - монолитный фундамент, 8 - зона очистки (пунктир), 11 - защитное приспособление, 12 - обратная уплотненная засыпка, 13 - уплотненный слой отмостки, 14 - дренирующий слой отмостки, 15 - песчаная отсыпка, 16 - брусчатка, 17 - мастика, 18 - армирующая ткань, 19 - защитный слой мастики горизонтальной гидроизоляции, смыкающейся с вертикальной гидроизоляцией и изоляцией отмостки, 20 - цоколь здания.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Гидроизолируемые конструкции						Гидроизоляционная конструкция					Обозначение документа	Примечание
Марка, поз.	Наименование	Размеры		Кол.	Температура цементности, °С	Назначение и расположение	Толщина слоя, мм			Состав гидроизоляционного слоя, м ³		
							гидроизоляционного	покровного	Поверхность, м ²			

						...-...-КГ		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Сталня	Лист	Листов
Директор						Р		
Гл. инж. пр.								
Исполнил								
Н. контр.								

Рисунок 2. Ведомость техномонтажная конструкции гидроизоляции (КГ)

4. Кроме того, принятие решение проектировщиком о применении гидроизоляции и проектировании ее конструктивного решения, должно базироваться на необходимости применения гидроизоляции только в тех случаях, когда она по сравнению с другими мероприятиями по защите от проникновения влаги и газов будет иметь преимущества по эксплуатационным, техническим, экономическим и другим параметрам. Он же, проектировщик, при выборе типа и состава гидроизоляции, должен вначале установить степень допустимого увлажнения с учетом назначения подземного помещения (сооружения), а также другие параметры (см. ниже) защищаемых конструкций, и только после этого установить пригодность и эффективность выбранных им типов гидроизоляции по требуемым свойствам, и только после этого определить состав принятой гидроизоляции (конструкцию). В данном контексте, более точно:

а) при выборе параметров конструкции гидроизоляции должны учитываться:

- тип и особенности здания или сооружения;
- глубина заложения фундамента;
- свойства грунтов;
- расположение грунтовых вод и величина гидростатического напора;
- агрессивность водной среды;
- воздействие микроорганизмов;
- трещиностойкость ограждающих подземных конструкций;
- величина температурно-усадочных и силовых деформаций;
- дополнительные технологические нагрузки;
- степень опасности технологических операций;
- специальные нагрузки и воздействия.

б) при выборе типа и конструктивного решения гидроизоляции необходимо учитывать что гидроизоляция должна быть:

- замкнутой сплошной по контуру изолируемой части здания;
- водонепроницаемой по всей изолируемой поверхности;
- водо-, био-, и химически стойкой;
- тепло-, морозостойкой и эластичной во времени и интервале расчетных температур;
- эксплуатационно-надежной при длительных воздействиях воды, грунта, деформаций бетона и эксплуатационных нагрузок;
- сохранять целостность при образовании на изолируемой поверхности трещин с раскрытием, допускаемых нормами проектирования;

- не содержать компонентов, оказывающих коррозионное воздействие на бетон и арматуру.(10).

5. Несмотря на систематическое увеличение номенклатуры разных типов гидроизоляционных материалов и конструкций, в правилах и стандартах, регламентирующих состав и порядок разработки проектной документации, устройству гидроизоляции, отведено, не оправданно мало места.

6. На первый взгляд, все просто: общая задача гидроизоляции – не допустить проникновения воды к изолируемому материалу. Для этого можно либо устроить водонепроницаемый слой между водосодержащей средой и изолируемой конструкцией, либо придать самому материалу конструкции водонепроницаемость. Для осуществления этих мероприятий применяются гидроизоляционные материалы. Круг таких материалов очень разнообразен, а методы их использования зависят как от самого материала, так и от вида конструкции и условий ее работы. Однако, всегда гидроизоляционные материалы и изделия из них предназначены для защиты строительных конструкций, зданий и сооружений от воздействия воды и находящихся в ней химических реагентов, способных:

- а) вызвать коррозионные повреждения;
- б) привести к разрушению строительных элементов, нарушению нормального режима эксплуатации здания или сооружения, и в конечном итоге –
- в) угрожать безопасности населения.

Здесь, в отличие от других строительных материалов и конструкций, прочностные свойства не являются основными, главными показателями являются – водонепроницаемость, стабильность при действии воды и сохранение сплошности (отсутствие трещин и разрывов) при различных воздействиях в течение всего периода эксплуатации. Надежность и долговечность гидроизоляционных материалов – важнейшие качества, т.к. восстановление гидроизолирующих слоев, находящихся, как правило, внутри конструкции или на недоступной поверхности, крайне затруднительно.

7. Исходя из вышеизложенного, видится две проблемы, постановке и конкретизации которых, и посвящена данная статья. Во-первых, в состав проектной документации необходимо включить чертежи марки КГ –конструкции гидроизоляционные, в том числе и сам состав этой документации, а во-вторых из инструкций, рекомендаций и методик по разработке проектной документации, должно быть ясно в какой последовательности и специалистами каких специальностей разрабатываются указанные выше марки чертежей.

В рамках данной статьи, говоря о гидроизоляции или конструкции гидроизоляции, ограничимся защитой подземных частей зданий и сооружений, а также помещений с мокрыми процессами. В этом же контексте, под привычным нам словом гидроизоляция, понимаемым двояко - и как материал и как работа, будем понимать - устройство конструкции гидроизоляции, а также на комплекс мер для защиты конструкций от вредного воздействия воды и газов.

8. Понятно, что с целью обеспечения нормальных условий эксплуатации этих конструкций, на фоне заданных гидроизоляции функций: в определенных условиях эксплуатации, в течение определенного времени, при сохранении значений своих основных параметров в установленных пределах, обеспечить для конструкций максимально возможный межремонтный срок службы и быть экономичной в процессе эксплуатации.(3) Следовательно, если речь идет о плохой или неправильно устроенной гидроизоляции, то это, так или иначе, будет касаться каких-либо несоответствий из указанного выше.

9. При устройстве гидроизоляции необходимо учитывать, что в связи со скрытым ее характером, дефекты и повреждения гидроизоляции, особенно подземных сооружений, нередко находящихся ниже уровня грунтовых вод, устранить очень тяжело. Более того, часть повреждения гидроизоляции и проникание влаги в помещения происходят в наиболее уязвимых местах конструкций: сопряжениях гидроизоляции с коммуникациями, трубами, воронками, надстройками; сопряжениях горизонтальной и вертикальной гидроизоляции; соединениях гидроизоляции из

разных материалов; стыках сборных бетонных и железобетонных конструкций; швах сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций и др. Дефекты гидроизоляции появляются при несоблюдении правил производства гидроизоляционных работ, применении некачественных или нестойких гидроизоляционных материалов, выборе типа гидроизоляции без строгого учета правил ее эксплуатации, нарушении режима эксплуатации гидроизоляции.

Основными причинами нарушения гидроизоляционных свойств защитного покрытия являются:

- отсутствие или низкая прочность сцепления гидроизоляции с основанием в результате загрязнения основания, а также его влажности свыше нормативной;
- срыв гидроизоляции во время ее схватывания;
- низкое качество гидроизоляционных материалов или их компонентов;
- нарушение дозировки компонентов мастик, растворов;
- неоднородность состава мастик, растворов;
- несоблюдение правил нанесения и ухода за гидроизоляцией;
- использование нестандартных мастик для наклейки рулонной, пленочной и листовой гидроизоляции;
- излишнее количество слоев оклеечной и окрасочной гидроизоляции;
- недопустимо толстый слой штукатурной гидроизоляции и др.

Основными причинами увлажнения подземных частей зданий и сооружений являются:

- повреждения гидроизоляции при деформациях зданий и сооружений;
- старение гидроизоляции; поднятие уровня горизонта грунтовых вод при обводнении участка застройки;
- подсыпка грунта вокруг здания или сооружения выше расположения гидроизоляции.

Одним из факторов, уменьшающих срок службы строительных конструкций, является агрессивное воздействие внешней среды, в особенности воды. Поэтому современные гидроизоляционные материалы должны обладать кроме повышенной водонепроницаемости и прочности, стойкостью к химическим и биологическим воздействиям.

Выход из строя гидроизоляции приводит к серьезным авариям, наносящим большой ущерб и требующим значительных средств на ремонтные работы (4). Анализ опыта эксплуатации подземных сооружений показывает, что железобетонные конструкции сооружений, подвергаясь в период эксплуатации физическому износу, перестают удовлетворять требованиям значительно раньше проектного нормативного срока. Сроки службы конструкций в нормативных документах остаются неопределенными, а затраты на ремонт значительно превышают нормативы. Технология, время проведения и объемы ремонтных работ назначаются без учета текущего и будущего состояния конструкций.

По данным отечественного и зарубежного опыта, ущерб от коррозии бетона и железобетона подземных сооружений очень велик и доходит до 40% общих инвестиций в строительство подобных объектов. Этот ущерб складывается из стоимости материалов, расходуемых на ремонтно-восстановительные работы, стоимости выполнения ремонтных работ, стоимости нарушения режима эксплуатации объекта в период ремонта в связи с остановкой производства (5). Именно повреждения гидроизоляции являются наиболее частой причиной выхода из строя подземных сооружений.

Ремонт поврежденной гидроизоляции обычно представляет собой сложную и дорогую операцию, а порой и просто невозможен. Поэтому при выборе материала и схемы гидроизоляции необходимо прежде всего рассмотреть вопросы их надежности, то есть степени гарантированности сохранения водозащитных свойств устраиваемой гидроизоляции (6).

10. Выбор гидроизоляции зданий – это не только вопрос намокания стен подвальных помещений и санитарного состояния зданий, но и - безопасности и долговечности для его обитателей. Нарушения гидроизоляции и неприятны, и опасны: невидимые глазу разрушения арматуры при некачественной гидроизоляции, являются следствием соприкосновения арматуры с водой, где

коррозия металла происходит быстрыми темпами. Поэтому состояние подземных помещений является важнейшими факторами качества здания или сооружения.

11. Несмотря на то, что для решения задачи устройства конструкции гидроизоляции на теоретическом уровне разработаны комплексные методики и инструкции, проводятся многочисленные исследования, начиная от изучения механизма адгезии и заканчивая вероятностными и статистическими методами анализа результатов, на практическом уровне, т.е. непосредственно на самом строительстве зданий и сооружений проблемы остаются.

12. Простой пример: в примечаниях раздела КЖ подземной части сказано о необходимости в устройстве обмазочной или оклеечной гидроизоляции из битумных материалов.

13. Как известно, обмазка и наклейка битумно - полимерных и полимерных материалов может производиться лишь по сухим поверхностям. Существует вариант аналогичных мастичных материалов в виде водных дисперсий, которые можно наносить на влажные поверхности. Но они образуют сплошное водонепроницаемое покрытие лишь после высыхания. Для изоляции бетонных и железобетонных конструкций и сооружений можно использовать и метод покрытия изолируемых поверхностей составами на основе минеральных вяжущих (штукатурная гидроизоляция). В общем, круг материалов очень разнообразен, а методы их использования зависят не только от самого от самого материала, но и от вида конструкции и условий ее работы.

14. Перед началом работ, инженерно-технический состав стройки становится перед дилеммой выбора. Вот беглый анализ предложений только одной компании:

- битумно-полимерные материалы эконом класса – 4 наименования;
- битумно-полимерные материалы – 12 наименований;
- модифицированные материалы эконом класса – 7 наименований;
- модифицированные материалы – 7 наименований;
- модифицированные материалы – 8 наименований;
- гидроизоляция - модифицированные материалы с повышенными характеристиками для гидроизоляции – 2 наименования и т.д., а на рис.1. приведена незначительная часть продуктовых линеек фирм-поставщиков гидроизоляционных материалов.



Рисунок 3. Продуктовые линейки фирм-поставщиков гидроизоляционных материалов.

Возникает вопрос: как произвести правильный выбор материалов для конструкции гидроизоляции?

Однако, главной проблемой, все же, является отсутствие в рабочей документации комплексной разработки системы гидроизоляции, включая технические решения и ссылки на каталоги изготовителей материалов, узлы, спецификации и локальные сметы и др., оставляет право выбора материалов и способов выполнения работ, за исполнителями общестроительных работ. В свою очередь, последние, будучи ограниченными, при принятии технических решений известной всем триадой «качество – цена – сроки», формируя договорную цену и сам договор, делают свой выбор не всегда адекватно, и даже в том случае, если генподрядчик поручает проведение гидроизоляционных работ специализирующейся в этом организации.

Вариантов устройства гидроизоляции очень много. Но для получения надежной гидроизоляции нужно не только выбрать оптимальные для каждого конкретного случая метод и материал, но и организовать правильное производство гидроизоляционных работ.

15. Во многих случаях, эти проблемы могли бы быть сведены к минимуму, если все сведения и требования, а также решения по исполнению защиты от проникающих в конструкции влаги и газов, были бы включены в такой, например, раздел рабочего проекта или рабочей документации, как – конструкции гидроизоляции или КГ.

16. Соответственно, а) разработка проектных конструктивных решений, материалов и технологий в области гидроизоляции б) проработка узлов, в) расчеты и г) пояснительная записка, включая технологическую инструкцию применения гидроизоляционных материалов и указания по эксплуатации конструкций гидроизоляции, должны изготавливаться аттестованными специалистами-проектировщиками, имеющими, во-первых, соответствующую подготовку, и, во-вторых, в функциональные обязанности которых, входит разработка проектной документации указанного выше типа.

17. Говоря о научном сопровождении проектирования и строительства гидроизоляционных конструкций, нельзя не сказать о необходимости разработки актуальной нормативно-технической базы, которая вберет в себя не только все многообразие гидроизоляционных материалов, но и конкретизирует их применение по основным группам

а) гидроизоляционных материалов мембранного типа – защищающих поверхности от внешней среды и б) гидроизоляционных материалов проникающего действия, повышающих водонепроницаемость бетона и сохраняющую его прочностные характеристики. Вот только стартовые темы для научного сопровождения проектирования и строительства: подземная гидроизоляция, гидроизоляция фундамента, гидроизоляция строительных конструкций, стен и пола, бассейнов, подземных сооружений, а также гидроизоляцию между элементами строительных конструкций, вводами коммуникаций; примыканий кровли, оконных рам, балконных плит, стыков плитки, которые разрушаются под воздействием влаги и перепадов температуры и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://doc-load.ru/SNiP/Data1/50/50450/index.htm> Год: 2007
2. Производство гидроизоляционных работ. Справочник В. Я. Бабиченко. Издательство «Будевельник» Год: 1987.
3. Гидроизоляция. Гидроизоляционные работы <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-93-gidroizolyacia/1.htm>
4. Диссертация: Повышение эксплуатационной надежности зданий и сооружений с использованием проникающей гидроизоляции. Кривоносов, Сергей Иванович Год: 2000 <http://www.dissercat.com/content/povyshenie-ekspluatatsionnoi-nadezhnosti-zdaniy-i-sooruzhenii-s-ispolzovaniem-pronikayushche>
5. Диссертация: Обоснование и разработка технологии ремонта и гидроизоляции подземных сооружений, обеспечивающей их долговечность. Гончаров, Алексей Степанович, Год: 1999 <http://www.dissercat.com/content/obosnovanie-i-razrabotka-tekhnologii-remonta-i-gidroizolyatsii-podzemnykh-sooruzhenii-obspe>

6. Диссертация: Гидроизоляция подземных частей зданий Петербурга при их реставрации и реконструкции. Муравинская, Наталия Юрьевна Год: 2001 <http://www.dissercat.com/content/gidroizolyatsiya-podzemnykh-chastei-zdaniy-peterburga-pri-ikh-restavratsii-i-rekonstruktsii>
7. Материалы Научно-практического семинара «Гидроизоляционные материалы, используемые при строительстве подземных сооружений, и технология их применения». Год: 2011 <http://gidronatlen.ru/about/news/5>
8. Строительные нормы проектирование гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений СН РК 3.02-36-2006 <http://konstruktoru.ucoz.ru/load/7-1-0-163> Год: 2009

УЛАШТУВАННЮ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ - ПРОЕКТНЕ РІШЕННЯ В РОБОЧІЙ ДОКУМЕНТАЦІЇ

© Чертков О.Ю.

Влаштуванню гідроізоляції в проектній документації відведено невідповідно мало місця, порівняно з тим, яке вона повинна займати насправді, виходячи з величезної вартості робіт з усунення збитку, викликаного дефектами або руйнуванням її захисних шарів, а потім і самих конструкцій будівель і споруд. Як правило, від правильності вибору гідроізоляції, в умовах агресивної діяльності води і газів, залежить міцність і довговічність будь-якої будівельної конструкції. Хто повинен зробити цей вибір і на якій із стадій інвестиційно - будівельної частини проекту? Чи достатньо чіткі вказівки та інструкції в директивних документах з проектування? Чи їх немає взагалі? На думку автора, вже прийшов час для того, щоб у проектній документації з'явився новий, спеціальний розділ, присвячений влаштуванню зовнішнього і внутрішнього гідроізоляції будівель і споруд, включаючи і поява нової марки креслень Конструкції гідроізоляційні - КГ. Наявність такого розділу, складу його документації повинен бути таким, щоб всі учасники будівництва розуміли, що по-перше, мають справу з проектними рішеннями, і те, по-друге, які будуть наслідки і відповідальність, при їх порушенні.

Ключові слова: гідроізоляція, робоча, документація, захист від води та газів, проектування гідроізоляції, влаштування гідроізоляції

DEVICE WATERPROOFING - DESIGN SOLUTION IN THE WORKING DOCUMENTS

© Chertkov O. Yu.

The waterproofing project documents allocated unduly little space compared to what it should occupy in fact, based on the huge cost of the work to address the damage caused by defects or destruction of the protective layers of buildings and structures. Typically, selection of proper waterproofing, in aggressive gases and water activities depends strength and durability of any building structure. Who should make this choice and what stage of the investment and construction of the project? Sufficiently clear guidance and instruction in the policy documents for the design? Or none at all? According to the author, it is time for that project documents a new, special section on the external and internal waterproofing of buildings and structures, including the emergence of a new brand design drawing waterproofing – CG(CWp). The existence of this section, the composition of its documentation should be such that all participants understand the construction, first, that deal with design decisions, and then secondly, what are the consequences and responsibility, if they are violated.

Keywords: waterproofing, work, documentation, protection from water and gas, engineering waterproofing, waterproofing installation.

КЕРАМІКА

КЕРАМИКА

CERAMICS

УДК 666.5.015

Палиенко Е.А., кандидат технических наук,
ГП «НИИСМИ»
ул.Константиновская,68, г. Киев, 04080,
тел. +38(044) 417-72-57, e-mail: mineral@meta.ua

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ФАРФОРООБРАЗОВАНИЯ ПУТЕМ ВВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ

Рассмотрена возможность снижения температуры обжига фарфора на основе каолина Немильнянского месторождения благодаря интенсификации процесса фарфорообразования при введении комплексной добавки, представленной оксидами кальция, магния и цинка. Выявлены закономерности действия комплексной добавки на основных этапах обжига. Предложен структурный коэффициент, отражающий изменение содержания муллита по отношению к содержанию остаточного кварца в процессе обжига

Ключевые слова: фарфор, температура обжига, структурный коэффициент, каолин Немильнянского месторождения, муллит.

Одна из актуальных задач, стоящих перед производителями фарфоро-фаянсовых изделий - создание энергосберегающих технологий. Она может быть решена путем интенсификации процесса образования керамического материала и снижения тем самым конечной температуры его обжига.

Формирование структуры фарфора при более низких температурах возможно при интенсификации процессов, характеризующихся твердофазовым взаимодействием исходных компонентов массы и проходящих в присутствии полевошпатового расплава. Достигнуть этого можно при использовании комплексных минерализующих добавок.

В работе было исследовано влияние комплексной добавки, состоящей из оксидов кальция, магния и цинка, на процесс образования фарфора. Состав комплексной добавки выбирали, принимая во внимание кристаллохимические и энергетические характеристики катионов второй группы. Кроме того, учитывали результаты ранее проведенных исследований минерализующей способности оксидов кальция, магния и цинка. [1]

С целью более равномерного распределения комплексной добавки в фарфоровой массе ее вводили в виде водорастворимых солей - нитратов, что обеспечило сравнимость результатов и исключило влияние разнотипных анионов. Кроме того, такое введение добавки способствовало появлению в системе катионов, обладающих большей химической активностью по сравнению с одноименными оксидами на более ранних стадиях спекания. [2]

Исследования проводили на фарфоровой массе следующего шихтового состава (массовое содержание, %): 43 каолина Немильнянского месторождения, 20 каолина Глуховецкого месторождения, 5 кварцевого песка, 13 каолина Просьяновского месторождения, 19 глины Вескогранитик. Комплексную добавку вводили сверх 100 % - от 1,5 до 3% (по массе). При этом изменяли массовое содержание лишь одного оксида при постоянном содержании двух других (табл. 1).

Молярное содержание оксидов в добавке вычисляли следующим образом. Общее количество добавки в каждой массе относили к максимальному количеству добавки в массе № 4 и находили молярные доли каждого оксида комплексной добавки от этого количества.

Изучение основных параметров спекания (пористости, усадки, механической прочности) опытных масс показало, что они спекаются при более низких температурах и достигают нулевой пористости, максимальной усадки и механической прочности. Спекание исходной массы заканчивается при 1350 °С.

Таблиця 1

Номер массы	Содержание в добавке							
	массовые, %				мольные доли			
	CaO	ZnO	MgO	Σ	CaO	ZnO	MgO	Σ
1	0,5	1,0	1,0	2,5	0,16	0,22	0,46	0,84
2	1,0	0,5	1,0	2,5	0,32	0,11	0,46	0,89
3	1,0	1,0	0,5	2,5	0,32	0,22	0,23	0,77
4	1,0	1,0	1,0	3,0	0,32	0,22	0,46	1,00
5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,16	0,11	0,23	0,50
6	1,0	0,5	0,5	2,0	0,32	0,11	0,23	0,56
7	0,5	1,0	0,5	2,0	0,16	0,22	0,23	0,61
8	0,5	0,5	1,0	2,0	0,16	0,11	0,46	0,73

Выделенные таким образом наиболее характерные массы были исследованы методами комплексного дифференциально-термического и рентгенофазового анализа (табл. 2). Энергию активации термических эффектов рассчитывали по методике. [3]

Нитраты цинка и магния разлагаются до температуры 460°C, деструкция нитрата кальция происходит в интервале 500-760°C, причем наиболее глубокий эндоэффект, связанный с отщеплением двух молей NO₂, приходится на область 585-760°C с температурным максимумом 660°C, что совпадает с областью температур эндоэффекта каолинита. Таким образом, оба процесса, проходящие одновременно, в одном и том же температурном интервале, сопровождающиеся поглощением энергии, должны характеризоваться более высокой энергией активации и, как следствие, смещаться в область более высоких температур, что и наблюдалось в процессе нагревания опытных масс (табл. 2).

Таблиця 2

Номер массы	Температура, °C		Интервал, °C		Энергия активации, кДж/моль		Предэкспоненциальный множитель			
	Эндоэффекта		Экзоэффекта		Эндо-эффект	Экзо-эффект	Эндо-эффект	Экзо-эффект		
	начала	конца	начала	конца					Экзоэффект	Экзоэффект
Эталонная	460	490	940	990	230	50	164	742	2,58	277
5	500	690	930	1000	190	70	192	724	140	49,6
2	490	690	900	1000	200	100	185	671	52,7	0,252
7	470	680	910	980	210	70	171	688	5,75	1,35
4	460	680	930	990	220	60	164	744	2,2	45

Установлено, что смещение эндоэффекта каолинита в указанном направлении зависит в основном от массового содержания (в расчете на 1 кг фарфоровой массы) цинка и магния в комплексной добавке (рис. 1).

Начало эндоэффекта массы № 4, содержащей наибольшее количество оксидов цинка и магния, совпадает с температурой начала эндоэффекта (460°C) эталонной массы (табл. 2). Это обусловлено тем, что катионы цинка и магния способствуют разложению нитрата кальция, уменьшая энергию, необходимую для его деструкции.

Наибольшее снижение температуры эндоэффекта каолинита (на 30°C) при увеличении вдвое количества оксида цинка (от массы № 5 к массе № 7), по-видимому, объясняется

значительной электроотрицательностью его катионов (161кДж/моль) и, следовательно, его способностью в большей степени дестабилизировать химические связи между структурными единицами нитрата кальция, облегчая его деструкцию при меньшем дефиците энергии.

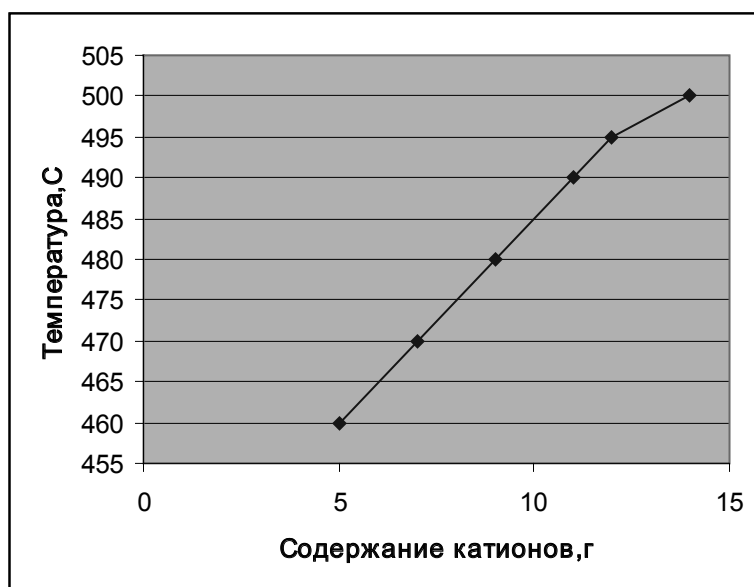


Рисунок 1. Зависимость температурных смещений эндоэффекта от массового содержания m катионов Zn^{2+} и Mg^{2+} в комплексной добавке

Температура начала экзоэффекта всех опытных масс ниже аналогичной температуры исходной смеси. Очевидно, это обусловлено более низкой энергией активации процессов, определяющих экзоэффект в массах с добавками. Следует отметить, что температура начала экзоэффекта массы № 5 по сравнению с исходной снижается незначительно. Такое же снижение температуры экзоэффекта зафиксировано и для массы № 4. Поскольку масса № 5 содержит минимальное количество добавки, а масса № 4 - максимальное (табл. 1), то их влияние на рассматриваемый процесс можно объяснить одинаковым мольным соотношением оксидов в добавке.

Наибольшее смещение экзоэффекта в область более низких температур наблюдалось у масс № 2 и 7 (на 40 и 30°C соответственно), чему отвечали и меньшие значения энергии активации.

Рассчитанные нами значения предэкспоненциального множителя, характеризующего, вероятность взаимодействия компонентов системы, увеличиваются в той же последовательности, что и энергия активации.

Примерно с 900°C в опытных массах начинается плавление полевого шпата. Наиболее интенсивно этот процесс проходит в массе № 7, содержащей наибольшую долю оксидов цинка в комплексной добавке (рис. 2).

Полное исчезновение рентгеновских пиков полевого шпата отмечено в интервале 1050-1150°C. Образование полевошпатового расплава в эталонной массе завершается полностью при этих же температурах, однако интенсивность рентгеновских пиков полевого шпата для этой массы максимальная.

В массе № 2, содержащей наибольшую мольную долю оксидов кальция и магния, полное расплавление полевого шпата наблюдается в интервале 1150-1250°C.

Таким образом, смещение температуры начала отрицательной усадки опытных масс в более низкую область прямо пропорционально произведению содержания оксидов кальция и магния, выраженных в мольных долях, и обратно пропорционально содержанию оксидов цинка в комплексной добавке (рис. 3).

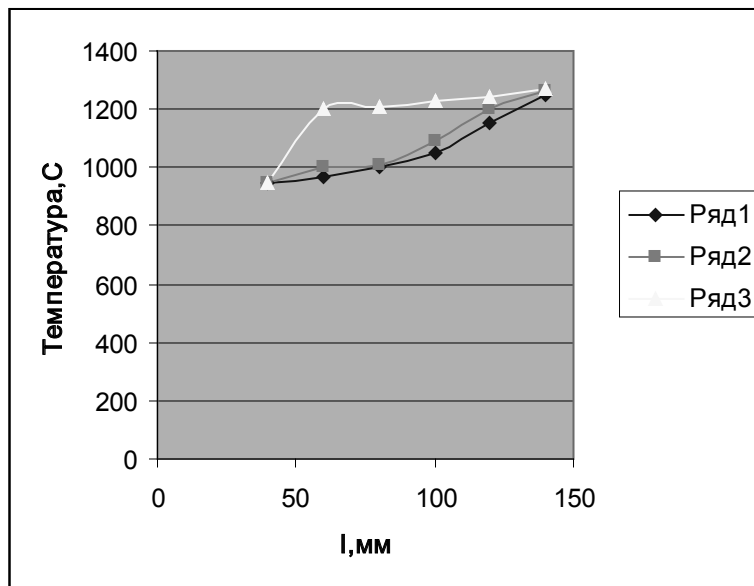


Рисунок 2. Изменение интенсивности рентгеновских пиков каолина Немильнянского месторождения в экспериментальных (№ 2,7) и эталлоной (Э) массах в процессе обжига

Если предположить, что оксиды добавки образуют между собой соединения, то с повышением производства молярных содержаний оксидов кальция и магния вероятность их взаимодействия будет возрастать, что соответствует повышению скорости реакции между ними.

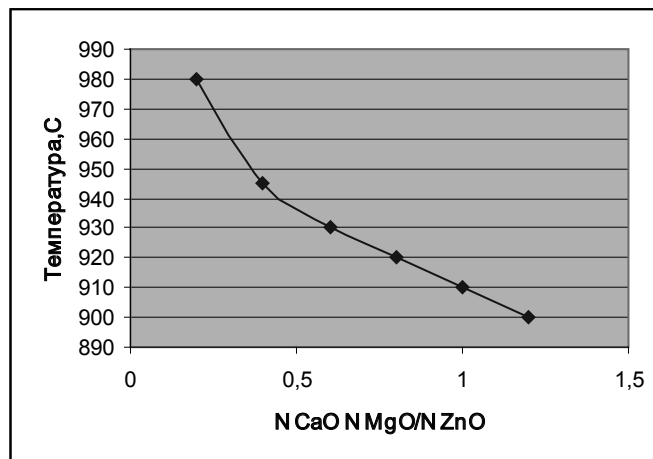


Рисунок 3. Зависимость температуры начала отрицательной усадки опытных масс от соотношения молярных долей N оксидов в экспериментальных массах № 2, №4, №5, № 7

Отрицательная усадка массы № 2, характеризующейся максимальным молярным содержанием оксидов кальция и магния, начинается при более низких температурах, хотя ее полевошпатовый расплав отличается большей вязкостью по сравнению с вязкостью расплава массы № 7, начало усадки которой смещено в область более высоких температур. Надо полагать, что образующиеся соединения оксидов кальция и магния приводят к активированию твердофазовых процессов, определяемых скольжением по границам зерен.

Формирование керамического материала включает в основном два противоположно текущих процесса: кристаллизацию муллита и растворение кварца. Эти две структурные составляющие фарфора в процессе обжига, претерпевают непрерывные изменения как в количественном, так и

в морфологическом отношении, определяя степень завершенности процесса фарфорообразования.

На основании рентгенофазовых исследований нами предложен структурный коэффициент, показывающий изменение отношения массового содержания муллита C_M к остаточному кварцу $C_{КВ}$ в процессе обжига. На рис. 4 с помощью этого коэффициента прослежена интенсивность процесса фарфорообразования в массах эталонной (Э), № 2 и 7.

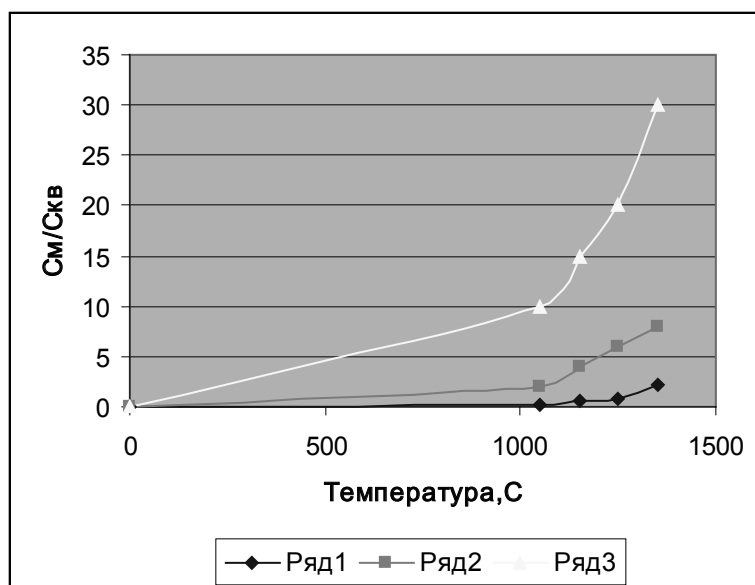


Рисунок 4. Зависимость структурных коэффициентов $C_M/C_{КВ}$ от температуры обжига масс (ряд 1 - масса эталонная; ряд 2-масса № 2; ряд 3 - масса № 7),

Угол наклона прямых коси абсцисс свидетельствует о наиболее интенсивном формировании структуры фарфора в массе № 7 (с максимальной долей оксидов цинка). Интенсивность структурообразования в массе № 2 (с минимальной долей оксидов цинка) почти совпадает с интенсивностью структурообразования в эталонной массе. Угол перегиба прямых в области 1250-1350 °C характеризует степень пережога масс при 1350 °C и связан с более активным растворением кварца вследствие снижения вязкости полевошпатового расплава. Таким образом, наиболее раннее спекание наблюдали у массы № 7 (1250 °C). В массе № 2 этот процесс заканчивается при 1300 °C. Прямая, характеризующая изменение структурного коэффициента эталонной массы, не имеет перегиба вплоть до 1350 °C, и именно эта температура соответствует завершению процесса фарфорообразования.

Таким образом, введение комплексной добавки, состоящей из оксидов кальция, цинка и магния, способствует более раннему, завершению процесса фарфорообразования. Наиболее эффективным следует считать соотношение оксидов кальция, цинка и магния - в добавке, равное 0,5:1,0:0,5 (% по массе). При этом наряду со снижением температуры обжига на 100 °C наблюдается улучшение основных свойств фарфора. Так, механическая прочность фарфора, содержащего добавку с предлагаемым соотношением оксидов, составила 116 МПа, белизна 74% против 80 МПа и 63% соответственно для эталонного фарфора, обожженного до 1350 °C.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пиш И.В., Казачок П.С. - Стекло и керамика, 1987, № 8
2. Chaudhuri S.P. - Trans. Indian. Ceram. Soc., 1982, v.31, № 4, p.93
3. Yang R.T., Stelnberg M. - J. Phys. Chem., 1996, v.80, № 9, p.965

УДК 666.5.015

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ШЛЯХОМ ВВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ДОБАВКИ

© Палієнко О.О.

Розглянуто можливість зниження випалу фарфору на основі каоліну Немільнянського родовища завдяки інтенсифікації процесу утворення фарфору при введенні комплексної добавки, представленої оксидами кальцію, магнію і цинку. Виявлені закономірності дії комплексної добавки на основних етапах випалу. Запропоновано структурний коефіцієнт, що відображає зміну змісту муліту стосовно змісту залишкового кварцу в процесі випалу.

Ключові слова: фарфор, температура випалу, структурний коефіцієнт, каолін Немільнянського родовища, муліт.

PROCESS INTENSIFICATION BY INTRODUCTION OF A COMPLEX ADDITIVE

© Palienko O.O.

Possibility of decrease in roasting of porcelain on the basis of a kaolin of the Nemilnyansky field thanks to an intensification of process of a formation of porcelain is considered at introduction of the complex additive presented by oxides of calcium, magnesium and zinc. Regularities of action of a complex additive at the main stages of roasting are revealed. The structural coefficient reflecting change of the content of mullite in relation to the content of residual quartz in the course of roasting is offered.

Keywords: porcelain, calcination temperature, the structural factor, kaolin Nemilnyanske deposit, mullite.

ЛЕГКІ ТА НІЗДРЮВАТІ БЕТОНИ

ЛЕГКИЕ И ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ

LIGHTWEIGHT AND CELLULAR CONCRETES

УДК 666.972

*Лаповська С.Д., доктор технічних наук,
зав. лаб. БМСПКМ, ДП «НДІБМВ»,
вул. Костянтинівська, 68, м. Київ, 04080
тел. +38(044) 417-80-85*

СКЛАДИ ДЛЯ ОПОРЯДЖЕННЯ НІЗДРЮВАТИХ БЕТОНІВ ЗНИЖЕНОЇ ГУСТИНИ

В статті висвітлено результати розробки штукатурних розчинів для опорядження стін з ніздрюватобетонних виробів марки за середньою густиною D300-D400.

Ключові слова: відшарування, густина, деформація, міцність, ніздрюватий бетон, опоряджувальний шар, підсонова.

В даний час спостерігається стійка тенденція переходу до використання ніздрюватого бетону зниженої густини (400 кг/м^3 і нижче) в зовнішніх огорожувальних конструкціях, що дозволяє при незмінній величині опору теплопередачі зменшити товщину стінової конструкції і, як наслідок, знизити навантаження на фундамент та несучі елементи каркасу будівлі.

Висока пористість ніздрюватого бетону, що дає йому ряд переваг перед іншими матеріалами, обумовлює одночасно його підвищену деформативність при експлуатаційних впливах, високу вологоємність, паро-та газопроникність, а також низьку морозостійкість в водонасиченому стані. Тому опорядження стінових конструкцій з ніздрюватого бетону необхідне не тільки для отримання декоративної поверхні, але і для захисту від впливів навколишнього середовища.

Традиційно вважається, що однією з головних причин розтріскування і відшаровування оздоблювальних шарів є значні лінійні деформації в результаті вологісної і карбонізаційної усадки ніздрюватобетонних виробів.

Досвід застосування опорядження стінових конструкцій з ніздрюватого бетону показує недостатню довговічність традиційних цементно-піщаних штукатурок. Після декількох років експлуатації штукатурний шар покривається тріщинами і навіть відшаровується від основи, що пояснюється підвищеними усадочними деформаціями ніздрюватих бетонів при висиханні і різницею коефіцієнтів температурних деформацій щільної штукатурки і підсонови. Нерівноцінні деформації внаслідок добових, сезонних, річних коливань температури є одним з факторів втрати зчеплення штукатурного шару з ніздрюватим бетоном. Крім того, застосування щільних зовнішніх оздоблювальних шарів сприяє накопиченню вологи в стінах у процесі експлуатації і, як наслідок, призводить до їх передчасного руйнування, а також появи грибків і плісняви на внутрішніх поверхнях.

У зв'язку з цим для опорядження ніздрюватобетонних виробів висувуються підвищені вимоги по паропроникності, міцності зчеплення з бетоном, водо- і морозостійкості та довговічності. Крім того, теплопровідність штукатурного складу повинна бути не вище теплопровідності самого стінового матеріалу, а середня густина і міцність на стиск повинні бути співставні з вищевказаними показниками матеріалу підсонови. Максимально наблизивши штукатурний розчин за структурою і середньою густиною до основи з ніздрюватого бетону, можна прогнозувати і його довговічність.

Для підвищення технологічних якостей штукатурних сумішей, а також для зменшення витрат в'язучого, і, отже, для зниження вартісних показників до їх складу вводилися тонкодисперсні мінеральні наповнювачі.

Введення таких наповнювачів сприяє стабілізації цементного тіста - заповнення простору між зернами цементу, збільшення числа контактів між ними. При цьому зростають сили зчеплення між частинками, що значно зменшує можливість розшарування розчинової суміші. Крім того, збільшення інтенсивності сил взаємодії між частинками і підвищення щільності упаковки призводить до збільшення здатності утримувати воду в цементному тісті.

Як тонкодисперсні наповнювачі використовувалися такі речовини:

- доломітове борошно фракцій 0-200 мкм і насипною густиною 1200 кг/м³;
- маршалліт - мелений пилоподібний кварц фракцій 80-100 мкм і насипною густиною 1050 кг/м³;
- карбонат кальцію (крейда) фракцій до 100 мкм і насипною густиною 690 кг/м³.

Всі вищезгадані матеріали не вимагають додаткового подрібнення.

У роботі використовувалися зразки ніздрюватого бетону класу В1,5 густиною 400 кг/м³ з наступними показниками: коефіцієнт теплопровідності - 0,13 Вт/м·°С, коефіцієнт паропроникності - 0,23 мг/м·год·Па. В якості основного в'язучого використовували портландцемент М500 Д20, $K_{нт} = 26,25$. Активність цементу визначалася експериментальним шляхом і дорівнювала 45,0 МПа.

Вміст наповнювачів у суміші, що забезпечує отримання змішаного в'язучого необхідної активності, орієнтовно визначали з розрахункової формули:

$$D = (1 - R_{нц} / R_{ц}) \times 100,$$

де: D - кількість тонкомолотого мінерального наповнювача, %;

$R_{нц}$ - активність змішаного в'язучого, МПа;

$R_{ц}$ - активність цементу, МПа.

У даній роботі вивчався вплив тонкодисперсних наповнювачів на водоутримувальну здатність змішаного в'язучого, водопотребу і його характеристики. Консистенція суміші (160-180 мм) контролювалася по діаметру розпливу конуса на струшуючому столику.

Встановлено, що введення маршалліту і доломітового борошна практично не призводить до зміни водопотреби змішаного в'язучого. Для отримання такої ж консистенції складів з добавками карбонату кальцію витрата води підвищувалася, особливо при його максимальному наповненні, при цьому спостерігався гарний пластифікуючий ефект.

Збільшення водоутримуючої здатності до 92,2 % спостерігалось при використанні маршалліту і карбонату кальцію, а введення доломітового борошна призвело до зниження водоутримуючої здатності в'язучого.

Дослідження характеристик міцності змішаного в'язучого з різним вмістом тонкодисперсних наповнювачів показали, що збільшення їх кількості вище оптимального призводить до розбавлення цементного каменю наповнювачем, порушення безпосередніх контактів між гранулами клінкеру і зменшення міцності.

Як видно з рис. 1, при вмісті карбонатних наповнювачів до 20 мас.% міцність на стиск практично не змінюється. Збільшення вмісту карбонату кальцію в сумішах від 20 до 40 мас.% призводить до незначного зменшення міцності на стиск. При підвищенні вмісту в сумішах доломітового борошна і маршалліту характеристики міцності змішаного в'язучого знижуються.

Таким чином, найбільш доцільно в якості тонкодисперсного наповнювача використовувати карбонат кальцію. При цьому зростання характеристик міцності змішаного в'язучого з карбонатом кальцію стабілізується у віці 14 діб (рис. 2).

Для подальших досліджень було обрано тонкодисперсний наповнювач - карбонат кальцію в кількості 50% від маси цементу, при цьому активність змішаного в'язучого складає близько 22 МПа.

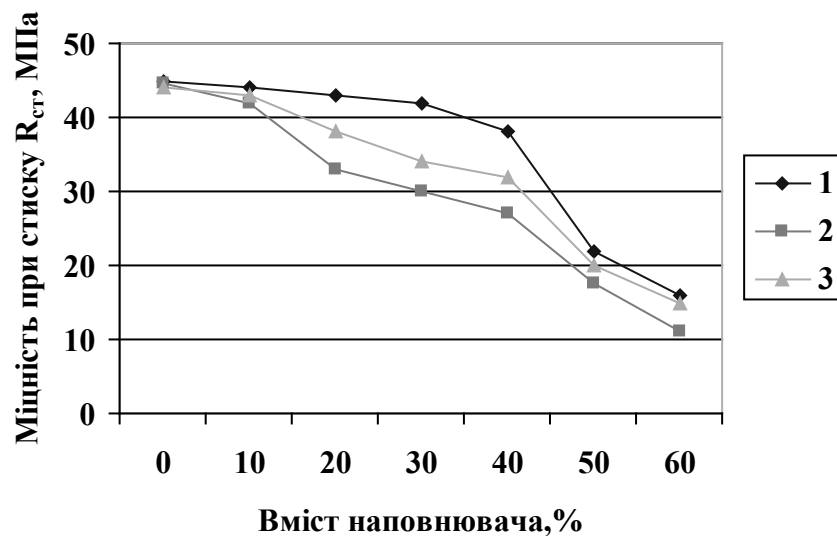


Рисунок 1. Залежність міцності на стиск змішаного в'язучого від вмісту тонкодисперсного наповнювача: 1 - карбонат кальцію (крейда), 2 - маршалліт; 3 - доломітове борошно

Для отримання розчинів, що характеризуються невисокою густиною і підвищеними теплоізоляційними властивостями, використовувалися такі пористі заповнювачі:

- спучений перліт безперервного гранулометричного складу марки 100 згідно з ДСТУ Б В.2.7-157:2011;

- спучений вермикуліт безперервного гранулометричного складу марки 150 згідно з ДСТУ Б В.2.7-280:2011;

- подрібнений газосилікат насипною густиною 400-600 кг/м³;

- гранули спіненого полістиролу насипною густиною 20-35 кг/м³.

Основні характеристики штукатурних сумішей на змішаному в'язучому і легких заповнювачах вивчалися на модельних складах. Зокрема, розглядалися залежності густини, міцності і теплопровідності модульних штукатурних складів від вмісту вищевказаних заповнювачів.

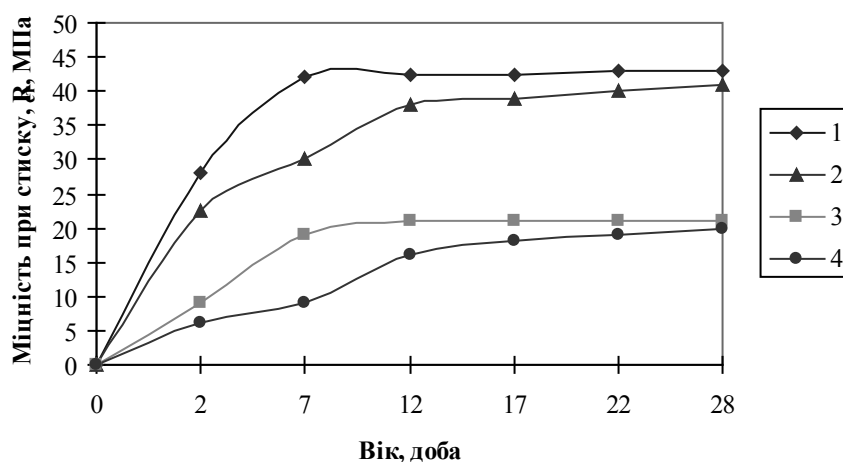


Рисунок 2. Залежність міцності на стиск $R_{ст}$ змішаного в'язучого від його віку:

1 - портландцемент марки М500 Д20; 2 - 80% ПЦ + 20% CaCO₃; 3 - 50% ПЦ + 50% CaCO₃; 4 - 40% ПЦ + 60% CaCO₃

Вміст перлітового піску в розроблюваних складах варіювалася від 5 до 30%. Як показали дослідження, оптимальним є вміст спученого перліту в кількості 15%. При цьому щільність модельного штукатурного складу знаходиться в межах 920-950 кг/м³.

Слід зазначити, що спучений перлітовий пісок дозволяє практично втричі знизити густину і теплопровідність штукатурного розчину, тобто значно поліпшити теплозахисні властивості штукатурного складу - коефіцієнт теплопровідності при оптимальному вмісті перліту становить 0,15 Вт/м·°С. При оптимальному вмісті перлітового піску міцність на стиск становить 5,5-6,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,8-2,1 МПа. Коефіцієнт паропроникності при цьому складає 0,085 мг/м·год·Па, а морозостійкість - 35 циклів.

До легких високоефективним заповнювачів відноситься спінений полістирол. Штукатурні розчини на ньому відрізняються гарною технологічністю і легкістю нанесення. Встановлено, що оптимальним є вміст гранул пінополістиролу в кількості 3-4%, при цьому густина має значення від 680 до 890 кг/м³. Теплопровідність при вказаному вмісті пінополістиролу дорівнює 0,12-0,18 Вт/м·°С.

Характеристики міцності модельного штукатурного розчину зменшуються зі збільшенням вмісту гранул спіненого полістиролу. При оптимальному вмісті пінополістиролу міцність складу при стиску дорівнює 4,0-5,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,0-1,5 МПа. Коефіцієнт паропроникності складу при цьому дорівнює 0,056 мг / м·год·Па, а морозостійкість - 50 циклів.

Вміст відходів ніздрюватого бетону варіювалася від 25 до 75%. Встановлено, що для штукатурних розчинів оптимальним вмістом є 35% фракції 0,6-0,8, при цьому густина має значення порядку 1300-1350 кг/м³. При оптимальному вмісті дробленого газосилікату коефіцієнт теплопровідності становить 0,25 Вт/м·°С. За цим показником дроблений газосилікат можна віднести до малоефективних легких заповнювачів.

При вмісті дробленого газосилікату 35%, міцність на стиск дорівнює 2,0-4,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 1,0-1,2 МПа. Коефіцієнт паропроникності при цьому дорівнює 0,098 мг/м·год·Па, а морозостійкість покриття - 35 циклів.

У розроблюваних модельних штукатурних розчинах вміст спученого вермикуліту варіювався від 1 до 15%. Встановлено, що оптимальним є вміст його в кількості 15 %, при цьому густина має значення порядку 800-820 кг/м³. Коефіцієнт теплопровідності складу при такому вмісті заповнювача склав 0,14 Вт / м·°С, міцність на стиск - 2,0 -3,0 МПа, а міцність на розтяг при вигині - 0,8 - 1,2 МПа. Коефіцієнт паропроникності склав 0,064 мг/м·год·Па, а морозостійкість покриття - 50 циклів.

Отримані фізико-механічні та експлуатаційні характеристики розроблених штукатурних складів на легких заповнювачах дозволяють використовувати зазначені склади в якості теплоізоляційного матеріалу для опорядження ніздрюватого бетону.

Застосування цих матеріалів дозволить досягти наступного:

- знизити витрату цементу у порівнянні з існуючими рецептурами - істотно знизити вагу конструкції, а, отже - навантаження на фундамент і несучі елементи каркасу будівлі, що дасть можливість використання полегшеного фундаменту;
- поліпшити теплофізичні характеристики захисної конструкції, що стає особливо актуальним з огляду постійно зростаючих цін на енергоносії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сажнев Н.П. и др. Производство ячеистобетонных изделий. Теория и практика. Минск. «Стринко».- 1999. С. 218 и сл.
2. Саницький М.А. Енергозберігаючі технології в будівництві /М.А. Саницький, О.Р. Позняк, У.Д. Марущак; – Львів: Вид-во “Львівська політехніка”, 2012. 236 с.
3. Пинскер В.А. Состояние и проблемы производства и применения ячеистых бетонов / В.А. Пинскер - Ячеистые бетоны в современном строительстве: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.,

21-23 апр. 2004 г. – СПб. / НП «Межрегиональная Северо-Западная строительная палата». – СПб., 2004. – С.1-5.

4. А.С. Коломацкий, Г.И. Гринфельд, Л.Х. Загороднюк, С.А. Коломацкая), А.С. Гошков, (А.А. Вишневецкий Руководство по наружной отделке стен из ячеистобетонных блоков автоклавного твердения Национальная ассоциация производителей автоклавного газобетона России, Белгород, 2010. 47с.

5. Я.Паплавскис, А.Фрош, Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов. Проблемы эксплуатационной надежности наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения. Штукатурные составы для наружной отделки стен из газобетона: материалы семинара; под редакцией Н.И.Ватина, - СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, С.10-15

6. Теоретические предпосылки повышение долговечности наружных стен из автоклавного газобетона / Парута В.А., Брынзин Е.В., Гайденко Ю.А., Демешко Е.И. // «Строительные материалы, изделия и санитарная техника».–2011.-№40.– С. 136-140

7. Емельянов А.А. Повреждения наружных панелей жилых полносборных зданий при температурных деформациях по данным натурных исследований. // Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций/. Выпуск 2, Под ред. А.А.Шишкина. Издательство литературы по строительству, -М.: 1964. – С.153-177

8. Силаенков Е.С., Зарин Р.А., Рудин П.В. Опыт эксплуатации газобетонных конструкций //Анализ причин аварий и повреждений строительных конструкций/, Выпуск 2, Под ред. А.А.Шишкина. Издательство литературы по строительству, - М.: 1964. -С.137-153

9. Г.В. Марчюкайтис, И.Я. Гнип Влияние состава штукатурного раствора на его деформативные свойства //Строительные материалы, 2003, № 9.С.36-39

УДК 666.972

СОСТАВЫ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ ПОНИЖЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

Лаповская С.Д.

В статье освещены результаты разработки штукатурных растворов для отделки стен из ячеистобетонных изделий марки по средней плотности D300-D400.

Ключевые слова: отслоение, плотность, деформация, прочность, ячеистый бетон, отделочный слой, основание.

UDC 666.972

COMPOSITIONS FOR FINISHING OF LOW DENSITY CELLULAR CONCRETE

Lapovskaya S.D.

This article presents the results of development plaster for the walls of cellular concrete products of D300-D400 average density.

Keywords: exfoliation, density, strain, strength, cellular concrete, finishing coat, base.

Автор статті несе відповідальність за наданий матеріал.

Будь-які вимоги до Оргкомітету щодо відповідальності та відшкодування моральних або матеріальних збитків, спричинених через помилково чи невірно внесені дані, виключаються.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ДО ПУБЛІКАЦІЇ

Звертаємо Вашу увагу на те, що наукові статті згідно з вимогами ДАК повинні мати такі структурні елементи:

1. Постановка проблеми.
2. Аналіз останніх досліджень та публікацій.
3. Формулювання цілі статті.
4. Виклад основного матеріалу.
5. Висновки.
6. Список літератури (згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006).

До розгляду приймаються статті або доповіді обсягом до 6 повних сторінок українською, російською або англійською мовою виключно в електронному вигляді (CD, e-mail) в редакторі MS Word.

НАЗВА ФАЙЛУ - ПРИЗВИЩЕ АВТОРА.

Також додається копія статті у форматі pdf поліграфічної якості.

Індекс УДК друкують окремим рядком у верхньому правому кутку.

Анотацію українською мовою подають перед текстом статті.

Анотацію англійською та російською мовами подають після списку літератури.

Обсяг анотацій – не більше 60 слів.

Після анотацій **ОБОВ'ЯЗКОВО** вказують ключові слова (не більше, ніж 8) кожною мовою.

Формат аркушу А4 (210x297мм). Орієнтація книжна.

Поля зверху, знизу, зліва і справа 22 мм.

Гарнітура Times New Roman; шрифт: заголовок – 14, текст – 12. Абзац 1,2 см.

Міжрядковий інтервал одинарний.

Рисунки надсилаються окремими файлами; назва файлу – порядковий номер рисунка у статті. Формати рисунка: tiff, pdf, eps, cdr, jpeg. Кольорова модель – відтінки сірого або ч/б палітра, роздільна здатність не менше 300 dpi.

Рисунки, створені у програмах Excel, Visio Drawing, WordPad, CorelDRAW імпортуються у файл Word за допомогою меню Вставка/Об'єкт, щоб забезпечити можливість трансформації. Рисунки, створені за допомогою засобів Word, групуються та повинні бути доступними для виправлення.

Підписи рисунків:

Рисунок 1. Назва рисунка

Підписи таблиць:

Таблиця 1

Назва таблиці

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ
українською мовою

УДК

*П.І.Б. автора, вчений ступінь, посада
Найменування організації,
поштова адреса, індекс
контактний тел. та e-mail автора*

НАЗВА СТАТТІ

Анотація.

Ключові слова:

Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті
статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті Текст статті

ЛІТЕРАТУРА

Анотації російською та англійською мовами:

УДК

НАЗВАНІЕ СТАТЬИ

ФИО автора

Аннотация

Ключевые слова:

NAME OF ARTICLE

Name, Surname of autor

Abstract

Keywords: