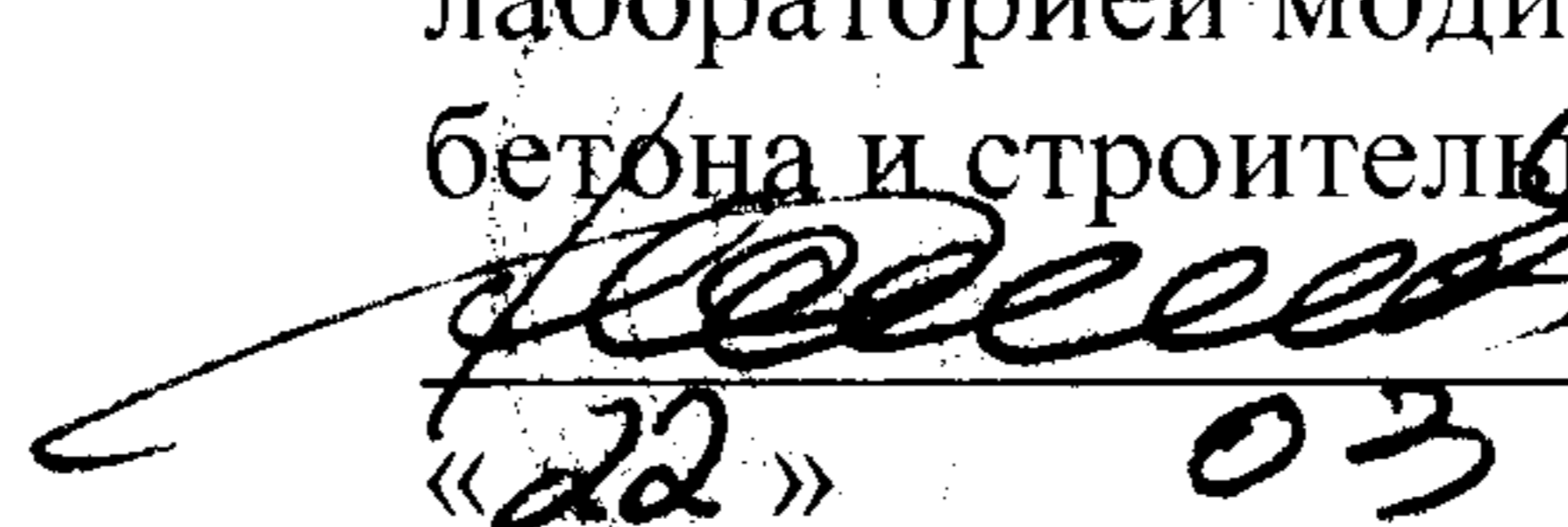


Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская часть
Научно-исследовательская лаборатория
модифицированного бетона и строительной продукции

"У Т В Е Р Ж Д А Ю"

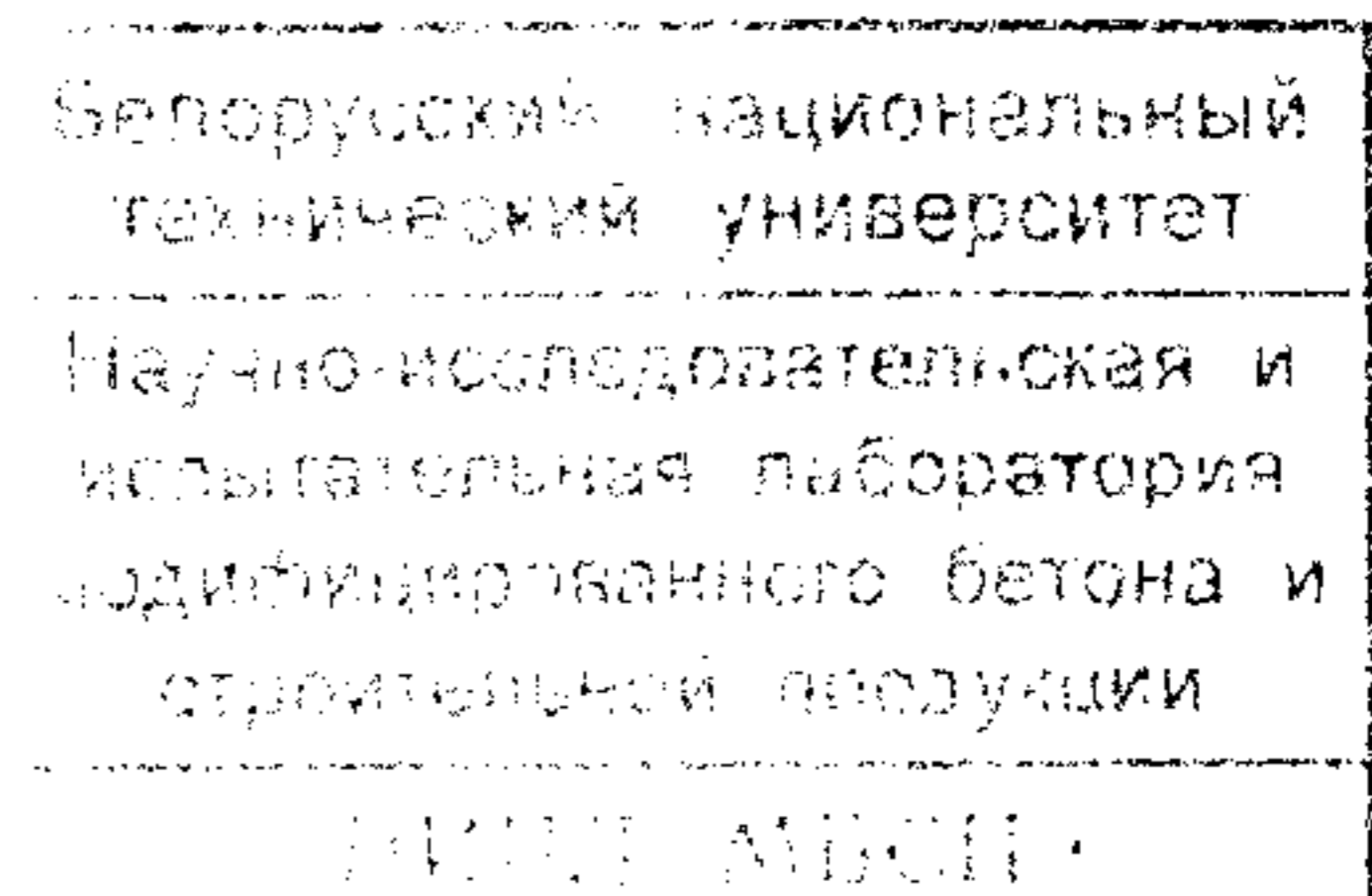
Заведующий научно-исследовательской
лабораторией модифицированного
бетона и строительной продукции, к.т.н.

 Н.Л.Полейко
«22» 03 2006 г.

Научно-технический отчет

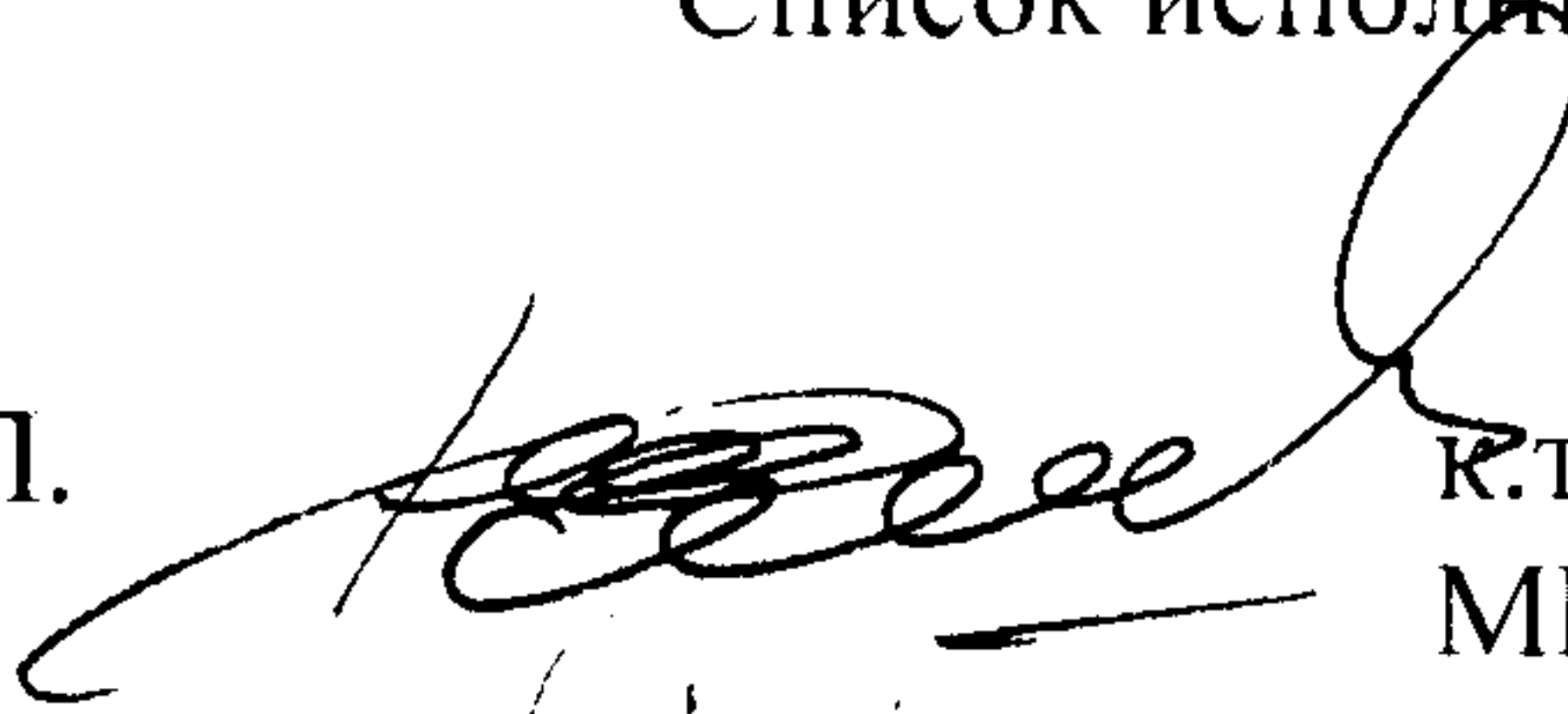
Тема: «ПРОМЫШЛЕННАЯ АПРОБАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ
ДОБАВКИ «КАЛЬМАТРОН» НА ПРЕДПРИЯТИИ
РУП «СПЕЦЖЕЛЕЗОБЕТОН» г.п.МИКАШЕВИЧИ

Минск 2006

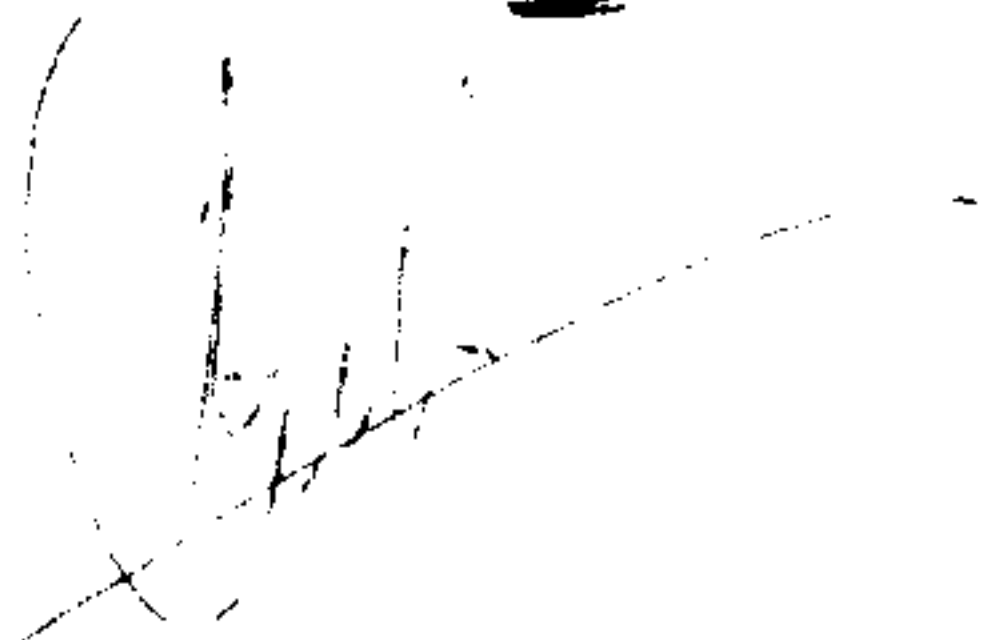


Список исполнителей

1. Полейко Н.Л.


К.т.н., доцент, зав. НИИЛ
МБ СП;

2. Осос Р.Ф.


ст.научн.сотр. НИИЛ МБ СП

3. Глинская О.В.


инженер НИИЛ МБ СП

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

РЕФЕРАТ

Страниц 30, таблиц 10, рисунков 4

Ключевые слова: ДОБАВКА «КАЛЬМАТРОН», ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ, ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ, ПРОЧНОСТЬ, ВИБРОГИДРОПРЕССОВАННЫЕ ТРУБЫ

Проведены исследования различных составов тяжелого бетона используемого для изготовления виброгидропрессованных труб на заводе РУП «Спецжелезобетон» г.п. Микашевичи. Составы бетона приготовлены с кольматирующей добавкой «Кальматрон», введенной с целью повышения водонепроницаемости изделий.

По результатам проведенных исследований сделаны выводы о влиянии добавки «Кальматрон» на прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и водопоглощение бетона, о возможности использования добавкой «Кальматрон» при производстве виброгидропрессованных труб.

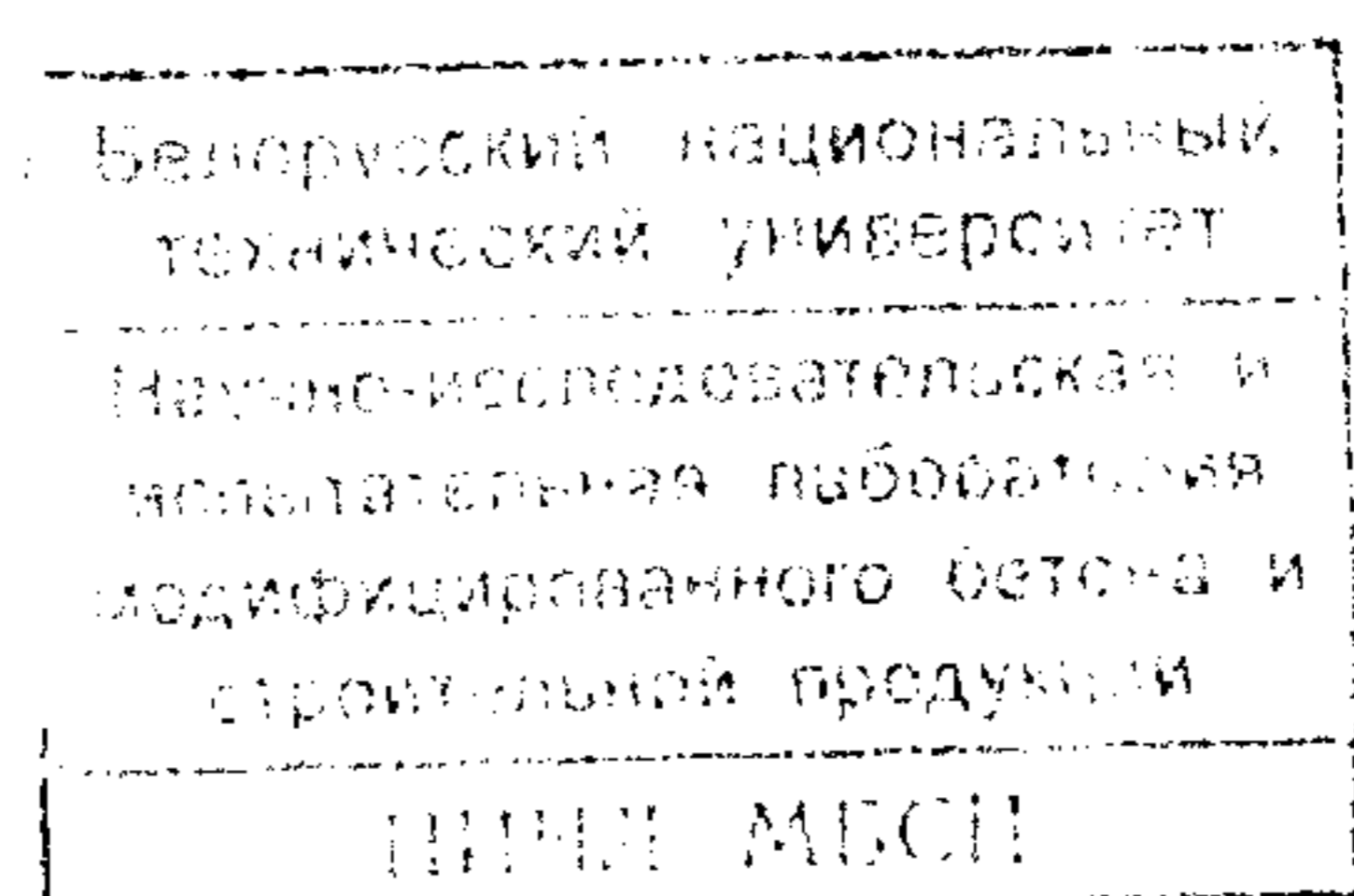
Исследовано влияние условий твердения и хранения изделий и образцов на водопоглощение и водонепроницаемость. Выявлена способность бетона содержащего добавку «Кальматрон» к «самозалечиванию» при благоприятных условиях эксплуатации.

Результаты исследования могут быть использованы при выборе оптимальной дозировки добавки, технологии применения и ухода за готовыми изделиями.

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
опытная лаборатория
радикально модифицированного бетона и
строительных изделий
ИИИЛ МБСУ

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	5
1.	ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОСТАВА «КАЛЬМАТРОН».....	7
2.	ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН».....	9
3.	ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА С ДО- БАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН».....	11
4.	КИНЕТИКА ВОДОНОСАЩЕНИЯ БЕТОНА С ДОБАВ- КОЙ «КАЛЬМАТРОН».....	17
5.	ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ	25
6.	ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ ВИБРОГИДРОПРЕССО- ВАННЫХ ТРУБ С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН»	27
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	29



ВВЕДЕНИЕ

Специализированное предприятие РУП «Спецжелезобетон» г.п. Микашевичи производит безнапорные и напорные виброгидропрессованные железобетонные трубы различных диаметров. Напорные трубы, в зависимости от величины расчетного внутреннего давления в трубопроводе, подразделяются на четыре класса:

0 - на давление 2,0 МПа;

I - на давление 1,5 МПа;

II - на давление 1,0 МПа;

III - на давление 0,5 МПа.

Водонепроницаемость труб определяют на всех изделиях, предъявляемых к приемке. Испытание проводится внутренним испытательным давлением не менее:

2,4 МПа – для труб 0 класса;

1,8 МПа – для труб I класса;

1,2 МПа – для труб II класса;

0,6 МПа – для труб III класса.

В зависимости от класса и диаметра труб контрольное внутреннее гидростатическое давление при проверке трещиностойкости колеблется от 1,27 МПа для труб III класса, до 2,70 МПа для труб 0 класса.

Наличие при испытании изделий протечек воды – брака, обуславливает перевод труб на класс ниже или в класс безнапорных труб. Снижение классности труб приводит к значительным материальным затратам, так как изделия различных классов изготавливаются на различных составах бетона, с различным армированием, что обуславливает их различную стоимость.

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

Снижение количества брака, увеличение классности труб при сохранении начальной себестоимости исходных материалов, возможно добиться применением различных химических добавок, увеличивающих водонепроницаемость бетона. Одним из направлений является применение кольматирующих составов, например «Кальматрон».

Защитные свойства состава «Кальматрон» базируются на его способности при затворении водой проявлять эффект цементирующего материала, существенно повышающее непроницаемость бетона. Водонепроницаемость повышается за счет соединений, которые образуются в результате химических реакций активной части состава «Кальматрон» со свободной известью цемента. Это вызывает появление нерастворимых кристаллических образований в капиллярах и порах бетона или раствора, которые препятствуют поступлению воды. Сеть кристаллов препятствует фильтрации воды, сохраняя паропроницаемость бетона. В результате водонепроницаемость бетона резко повышается, что положительно сказывается на коррозионной стойкости бетона и конструкции в целом. Скорость и глубина проникновения активных химических компонентов зависит от плотности бетона, влажности и температуры.

Одновременно в объеме бетона снижается количество свободной извести, которая способствует увеличению водопоглощения бетона, снижению морозостойкости и вызывает ускоренную карбонизацию.

Анализ гидроизоляционных и антикоррозионных свойств материалов проникающего действия позволяет использовать их в подземном и наземном транспортном строительстве, защите канализационных и водопроводных систем, резервуаров, ремонте и реконструкции зданий и сооружений из бетона, железобетона, силикатного и керамического кирпича, природного камня в условиях воздействия воды и различных агрессивных сред.

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
ИИИЛ МБСУ

1 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОСТАВА «КАЛЬМАТРОН»

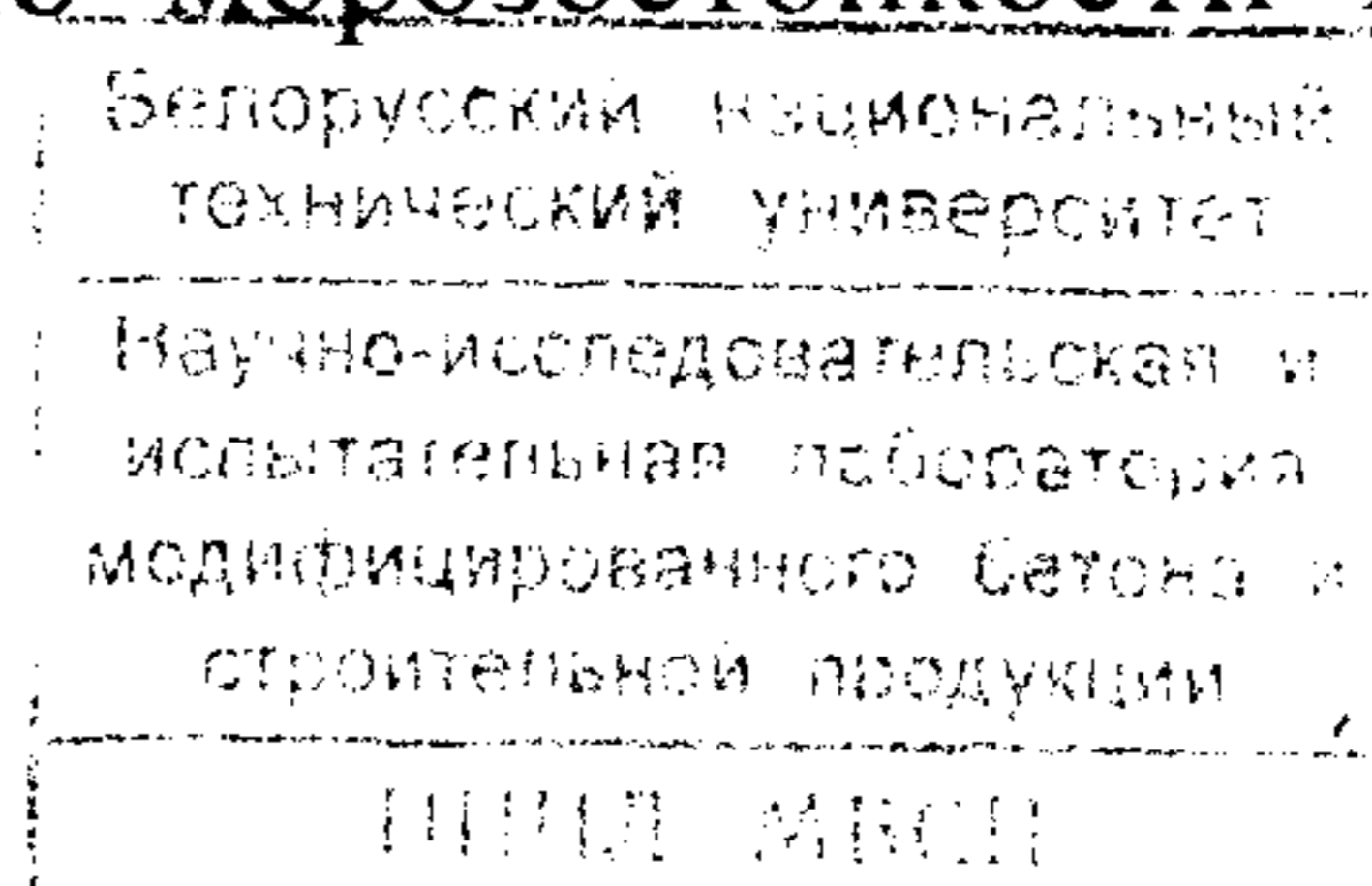
Состав цементный защитный проникающего действия «Кальматон» изготавливается согласно ТУ РБ 190463765.365-2004. Состав предназначен для повышения плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной долговечности капиллярно-пористых строительных материалов. Он представляет собой готовый к применению сухой сыпучий материал серого цвета с белыми включениями состоящий из портландцемента, кварцевого песка и комплекса химических реагентов. По физико-механическим показателям состав «Кальматрон» должен соответствовать требованиям указанным в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические показатели состава «Кальматрон»

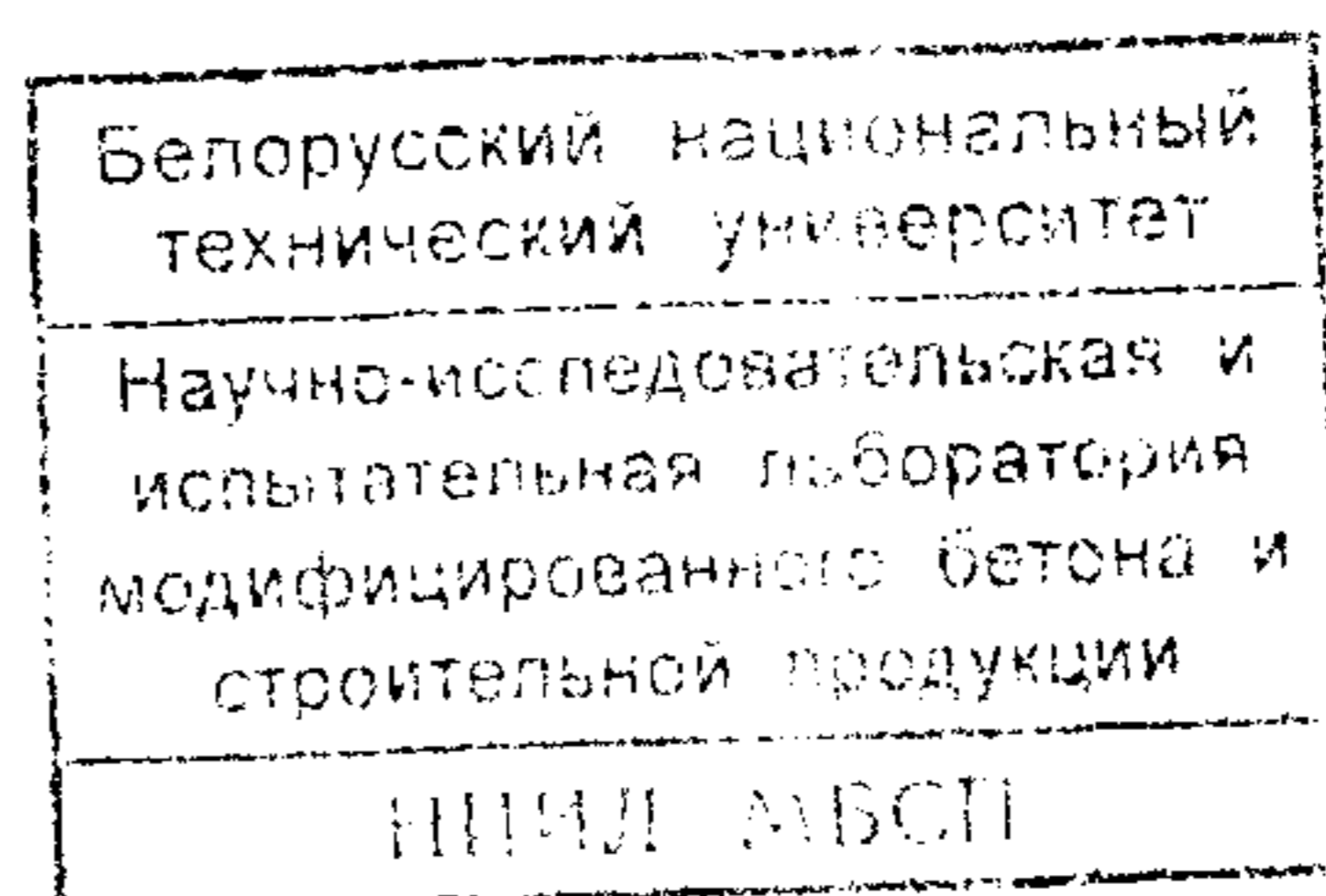
№ п/п	Наименование показателя	Нормативное значение
1.	Внешний вид	Серый порошок с белыми включениями
2.	Влажность, % не более	2,5
3.	Сроки схватывания, мин. - начало, не менее - окончание, не более	30 180
4.	Прочность при сжатии, МПа, не менее	25
5.	Марка по морозостойкости, не менее	F300
6.	Марка по водонепроницаемости, не менее	W10
7.	Коррозионное состояние стальной арматуры	Устойчиво пассивное состояние

Добавка «Кальматрон» повышает прочность до 20 % в раннем и проектном возрасте, увеличивает морозостойкость до 50 циклов и обеспечивает получение бетона с маркой по морозостойкости не ниже



$F=300$, повышает водонепроницаемость на 2-3 ступени и обеспечивает получение особоплотного бетона, выдерживающего давление воды 1,2-1,4 МПа или $W=12-14$. Добавка «Кальматрон» ускоряет набор прочности бетона, что исключает применение в составе бетона добавок-ускорителей твердения на основе минеральных солей.

На основании полученных данных целесообразно использовать состав цементный защитный проникающего действия «Кальматрон» в качестве добавки повышающей водонепроницаемость и морозостойкость бетона.



2 ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН»

На заводе РУП «Спецжелезобетон» в период с 02.08.2005 года по 05.08.2005 года изготовлено шесть серий виброгидропрессованных труб. Две серии являлись контрольными – без использования добавки. Четыре серии изделий изготовлены с использованием различного содержания добавки «Кальматрон».

Порядок приготовления бетонной смеси с добавкой «Кальматрон»:

Добавка «Кальматрон» вводится в бетонную смесь до затворения ее водой. Материалы в бетоносмеситель вводятся в следующем порядке: - песок, - щебень, - добавка «Кальматрон», - цемент. Время перемешивания сухих составляющих с добавкой «Кальматрон» составляет не менее 2-3 минут. Затем добавляется вода, и смесь дополнительно перемешивается в течении 2-3 мин.

Окончательное количество воды затворения для обеспечения заданной подвижности бетонной смеси устанавливается опытным путем. Оптимальное количество состава «Кальматрон» в качестве добавки составляет $16,6 \text{ кг/м}^3$, независимо от марки бетона.

Условия для хранения образцов изготовленных с использованием добавки «Кальматрон» - нормально влажностные (возможно дополнительное увлажнение образцов поливом в течении первых трех суток твердения).

Заводские составы бетона, для изготовления виброгидропрессованных труб и контрольных образцов для проведения исследований приведены в таблице 2.

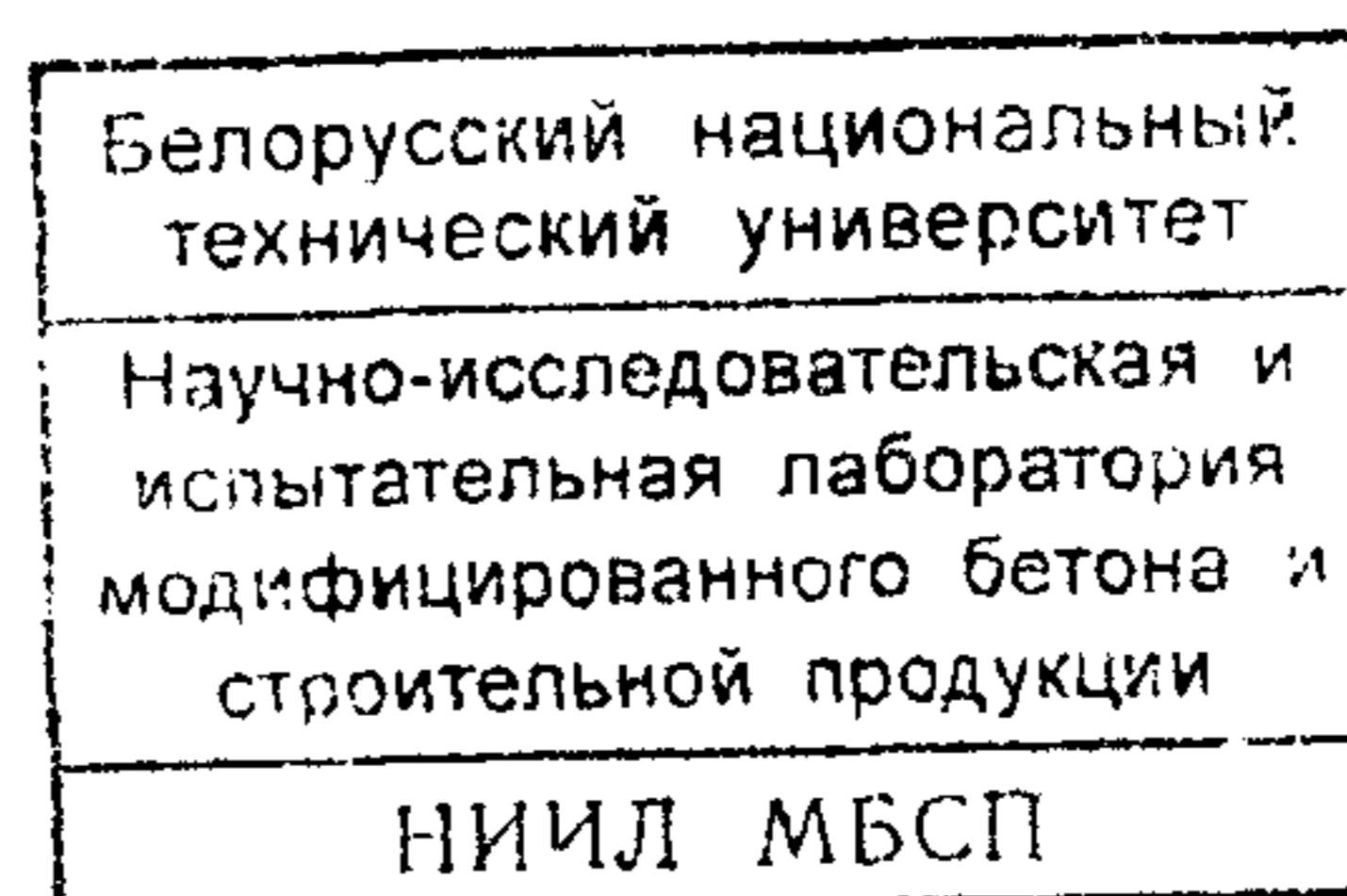


Таблица 2

Составы бетона для изготовления виброгидропрессованных труб

Номер состава	Дата изготовления	Класс труб	Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				
			Цемент	Песок	Щебень		Кальматрон
					5-10	10-20	
1	2.08.2005	III	430	547	731	487	-
2	2.08.2005	III	430	547	731	487	16,6
3	3.08.2005	III	430	547	731	487	13,0
4	4.08.2005	II	505	611	800	343	-
5	4.08.2005	II	505	611	800	343	20,0
6	5.08.2005	II	505	611	800	343	16,6

Подвижность бетонной смеси – осадка конуса составляла 2-4 см для всех составов. Из каждого заводского замеса вышеприведенных составов изготавливались контрольные образцы для проведения испытаний на морозостойкость, водонепроницаемость, водопоглощение, прочность на сжатие и растяжение при изгибе. Дата изготовления и количество образцов на каждый вид испытания приведены в таблице 3.

Образцы в течении 28 суток хранились в заводской лаборатории РУП «Спецжелезобетон», после чего были доставлены в НИИЛ МБ СП для проведения испытаний.

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

Таблица 3

Количество и размер контрольных образцов

Номер состава	Дата изготовления	Размер образцов, мм	Количество образцов
1	2.08.2005	100x100x100 Ø 150	12 3
2	2.08.2005	100x100x100 100x100x400 Ø 150 70x70x140	12 4 3 4
3	3.08.2005	100x100x100 100x100x400 Ø 150	12 4 3
4	4.08.2005	100x100x100 Ø 150	12 3
5	4.08.2005	100x100x100 Ø 150	12 3
6	5.08.2005	100x100x100 Ø 150	12 3

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСП

3 ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН»

3.1 Определение прочности бетона на сжатие.

Прочность бетона на сжатие определялось на образцах-кубах размером 100x100x100 мм по ГОСТ 10180-90 в возрасте 28 суток. Результаты испытаний по определению прочности приведены в таблице 4.

Таблица 4

Определение прочности бетона на сжатие

Номер состава	Дата изготовления	Состав бетона	Прочность, МПа	Среднее значение МПа	Прирост прочности, %
1	2.08.2005 III Кл.	Ц – 430 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487	45,6	37,8	-
			39,0		
			38,9		
2	2.08.2005 III Кл.	Ц – 414 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 16,6	40,6	41,9	10,8
			43,1		
			40,0		
3	3.08.2005 III Кл.	Ц – 417 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 13	39,0	38,3	1,3
			38,0		
			38,6		
4	4.08.2005 II Кл.	Ц – 527 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343	44,4	43,6	-
			42,8		
			42,0		
5	4.08.2005 II Кл.	Ц – 505 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 20	46,3	44,4	1,8
			42,5		
			41,1		
6	5.08.2005 II Кл.	Ц – 511 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 16,6	47,5	46,0	10,5
			44,5		
			44,3		

Прочность бетона с добавкой «Кальматрон» в количестве 16,6 кг на 1 м³ бетона возросла на 10 % в сравнении с контрольными образцами для

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции

НИИЛ МБСН

изделий третьего и второго класса. Использование добавки в количестве 20 кг/м^3 бетона и 13 кг/м^3 бетона не привело к значительному приросту прочности в возрасте 28 суток.

3.2 Определение водопоглощения бетона.

Водопоглощение бетона определялось на образцах-кубах размером $100 \times 100 \times 100$ мм по ГОСТ 12730.3-78 в возрасте 28 суток нормально-влажностного твердения. Результаты испытаний по определению водопоглощения приведены в таблице 5.

Таблица 5

Определение водопоглощения бетона

Номер состава	Дата изготовления	Состав бетона	Водопоглощение, %	Среднее значение %	Снижение водопоглощения, %
1	2.08.2005 III Кл.	Ц – 430 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487	5,49	5,49	-
			5,50		
			5,47		
2	2.08.2005 III Кл.	Ц – 414 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 16,6	5,19	5,14	6,4
			5,14		
			5,09		
3	3.08.2005 III Кл.	Ц – 417 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 13	5,23	5,21	5,1
			5,14		
			5,25		
4	4.08.2005 II Кл.	Ц – 527 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343	5,81	5,86	-
			5,78		
			5,99		
5	4.08.2005 II Кл.	Ц – 505 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 20	5,19	5,14	12,2
			5,17		
			5,05		
6	5.08.2005 II Кл.	Ц – 511 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 16,6	5,30	5,33	9,0
			5,39		
			5,30		

Белорусский национальный
технический университет

Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции

НИИЛ МБСП

Водопоглощение бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» снизилось от 5,1 до 12,2 % в зависимости от состава бетона и расхода добавки.

3.3 Определение водонепроницаемости бетона.

Водонепроницаемость бетона определялась на образцах-цилиндрах диаметром 150 мм по ГОСТ 12730.5 в возрасте 28 суток нормально-влажностного твердения по методу мокрого пятна. Результаты испытаний по определению водонепроницаемости приведены в таблице 6.

Таблица 6

Определение водонепроницаемости бетона

Номер состава	Дата изготовления	Состав бетона	Водонепроницаемость, МПа	Среднее значение, МПа
1	2.08.2005 III Кл.	Ц – 430 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487	1,0	0,8
			0,8	
			0,8	
2	2.08.2005 III Кл.	Ц – 414 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 16,6	1,0	1,0
			1,0	
			1,2	
3	3.08.2005 III Кл.	Ц – 417 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 13	1,0	1,0
			1,0	
			1,0	
4	4.08.2005 II Кл.	Ц – 527 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343	0,8	0,8
			0,8	
			1,0	
5	4.08.2005 II Кл.	Ц – 505 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 20	1,0	1,0
			1,0	
			1,2	
6	5.08.2005 II Кл.	Ц – 511 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 16,6	1,2	1,2
			1,2	
			1,2	

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСН

Водонепроницаемость бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» увеличилась на 1-2 марки – с W8 до W10-W12.

3.4 Определение морозостойкости бетона.

Морозостойкость бетона определялось на образцах-кубах 100x100x100 мм по ГОСТ 10160.2-95 по третьему методу. Испытания основных образцов проводились после 200 циклов испытаний. Результаты испытаний по определению морозостойкости приведены в таблице 7.

Таблица 7

Определение морозостойкости бетона

Номер состава	Дата изготовления	Состав бетона	Прочность контрольных образцов, МПа	Прочность основных образцов МПа	Потеря прочности, %
1	2.08.2005 III Кл.	Ц – 430 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487	37,8	32,0	15,3
2	2.08.2005 III Кл.	Ц – 414 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 16,6	41,9	39,7	5,3
3	3.08.2005 III Кл.	Ц – 417 П – 547 Щ ₅₋₁₀ – 731 Щ ₁₀₋₂₀ – 487 К-н. – 13	38,3	35,7	6,8
4	4.08.2005 II Кл.	Ц – 527 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343	43,6	42,2	26,1
5	4.08.2005 II Кл.	Ц – 505 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 20	44,4	42,7	3,8
6	5.08.2005 II Кл.	Ц – 511 П – 611 Щ ₅₋₁₀ – 800 Щ ₁₀₋₂₀ – 343 К-н. – 16,6	46,0	43,8	4,8

Белорусский национальный
технический университет

Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции

НИИЛ МБСП

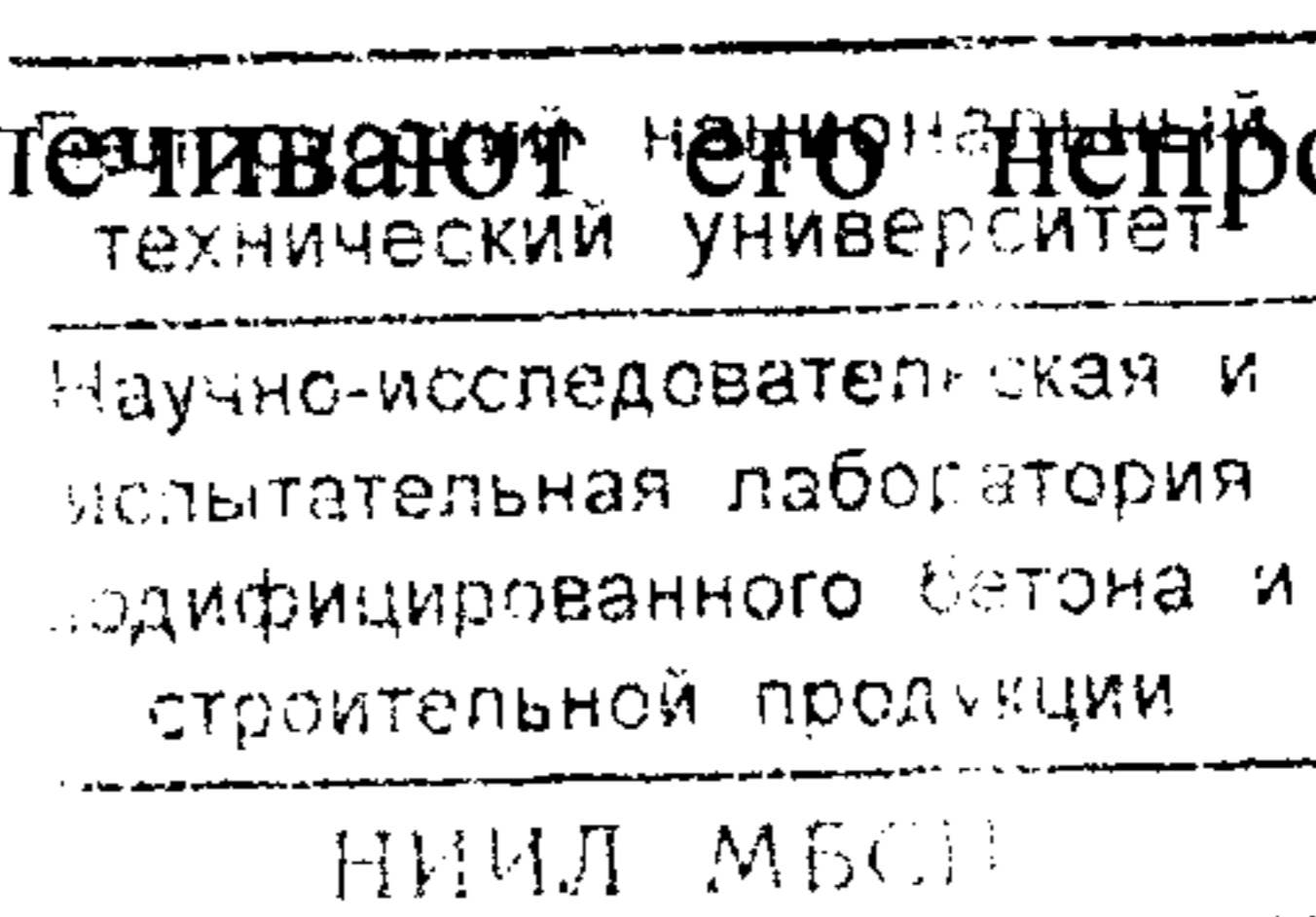
Потеря прочности после испытаний на морозостойкость бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» - составы № 2, № 3, № 5 и № 6 меньше, чем составов без добавки. Морозостойкость бетонных образцов составов № 2, № 5 и № 6 удовлетворяет марке по морозостойкости F 200 (потеря прочности составляет не более 5 %), тогда как бетон составов № 1 и № 4 не соответствуют указанной марке по морозостойкости.

4 КИНЕТИКА ВОДОНОСАЩЕНИЯ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН»

К отличительным особенностям использования состава «Кальматрон» можно отнести свойство «самозалечивания» бетона, т.е. изменение показателей пористости при твердении его в благоприятных условиях. Это приводит к изменению объема открытых капиллярных пор (объемного водопоглощения), среднего размера пор и однородности размеров пор в бетоне, что определяет в конечном итоге водонепроницаемость и соответственно долговечность бетона. При благоприятных условиях твердения бетона – присутствие свободной воды, процесс новообразований продолжается, даже если первоначально для этого не были созданы нужные условия твердения. Тяжелому бетону, для приобретения необходимых свойств, зачастую недостаточно времени для образования полноценной структуры в условиях дефицита свободной воды. Теория процессов твердения цементного камня хорошо описывает причины его несовершенства, заключающиеся в незавершенности реакций гидратации. Именно поэтому в бетоне присутствуют продукты незавершенных фазовых состояний.

Свойство добавки «Кальматрон» увеличивать растворимость составляющих гидравлического вяжущего. Продукты растворения образуют пересыщенные растворы, из которых образуются более термодинамически устойчивые гидратные новообразования. Эти гидратные новообразования характеризуются меньшей растворимостью, большей площадью поверхности и высокой плотностью, создают труднорастворимые новообразования, которые формируются в свободном межзерновом пространстве.

Заполнение пор и полостей в бетоне дисперсными кристаллами с громадной площадью поверхности обеспечивают его непроницаемость



воде, а также жидкостям с высокой поверхностью раздела (щелочи, кислоты, нефть и т.д).

Определения влияния условий твердения бетонных образцов на пористость бетона исследовали по кинетике их водопоглощения. Результаты испытаний по определению водопоглощения при дискретном взвешивании образцов хранившихся в течении 28 суток в воздушно-сухих условиях приведены в таблице 8.

Таблица 8

Определение кинетики водонасыщения образцов

№ сос- тава	Водопоглощение, % по массе									
	15 мин.		1 час		6 час		1 сут.		2 сут.	
	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.
1	2,86	1,40	4,35	2,22	5,37	4,52	5,64	5,41	5,69	5,44
2	2,76	1,22	4,30	1,93	5,15	4,06	5,31	5,20	5,82	5,27
3	2,81	1,27	4,30	1,90	5,24	4,13	5,29	5,21	5,89	5,35
4	3,09	1,24	4,83	2,40	5,83	4,53	6,23	5,93	6,42	5,97
5	2,88	1,19	4,47	2,00	5,33	4,22	6,01	5,38	6,35	5,39
6	2,76	1,18	4,36	1,96	5,27	4,15	6,05	5,30	6,31	5,30

Примечание: - контрольные образцы – образцы хранились 1 сутки в формах и 27 суток в воздушно сухих условиях; основные образцы - образцы хранились 1 сутки в формах, 27 суток в воздушно сухих условиях и 14 суток при полном водонасыщении. Испытания проводились на серии из трех образцов размером 100x100x100 мм.

На рис. 1 и на рис. 2 приведены графики изменения водопоглощения контрольных и основных образцов.

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

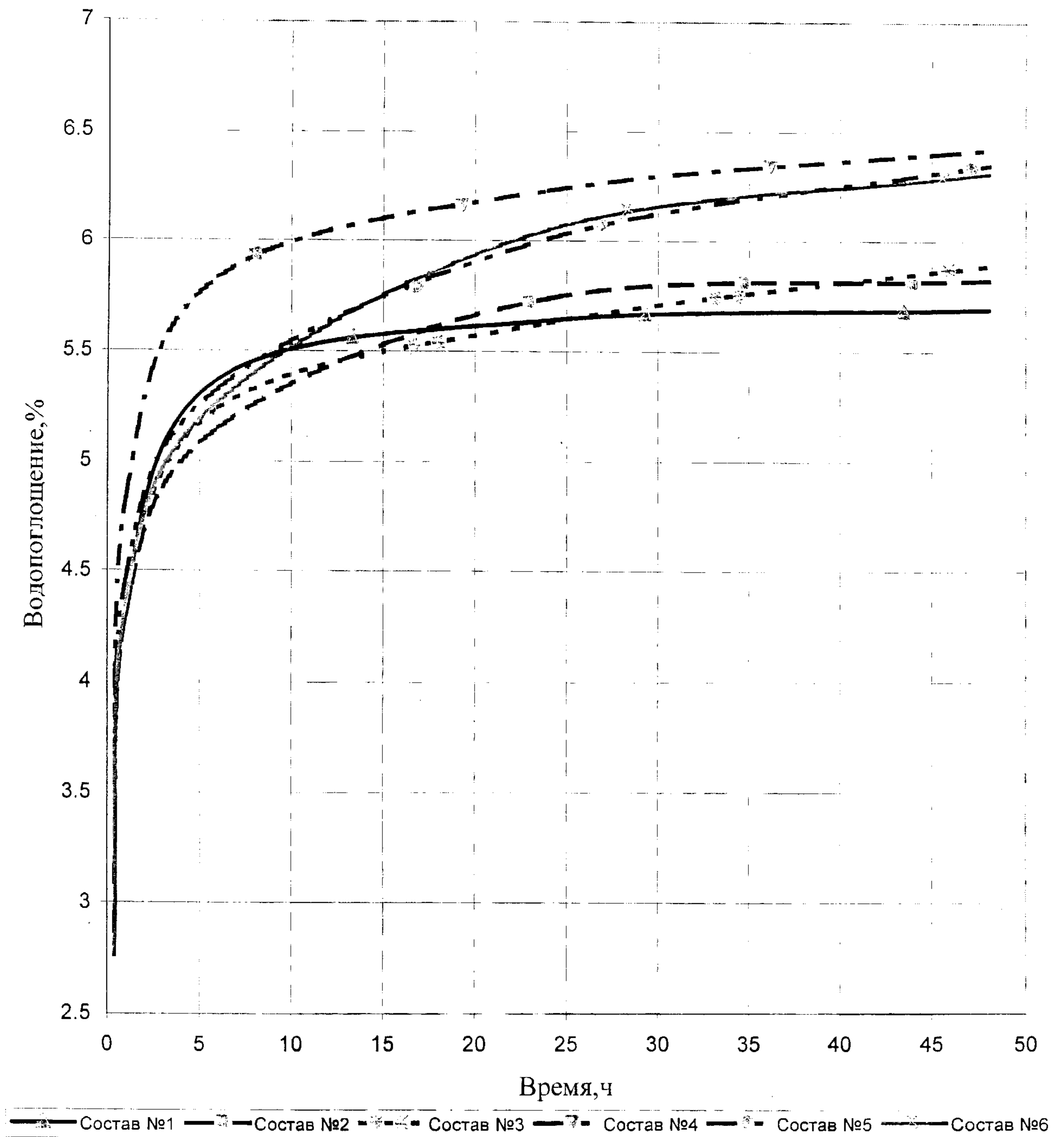
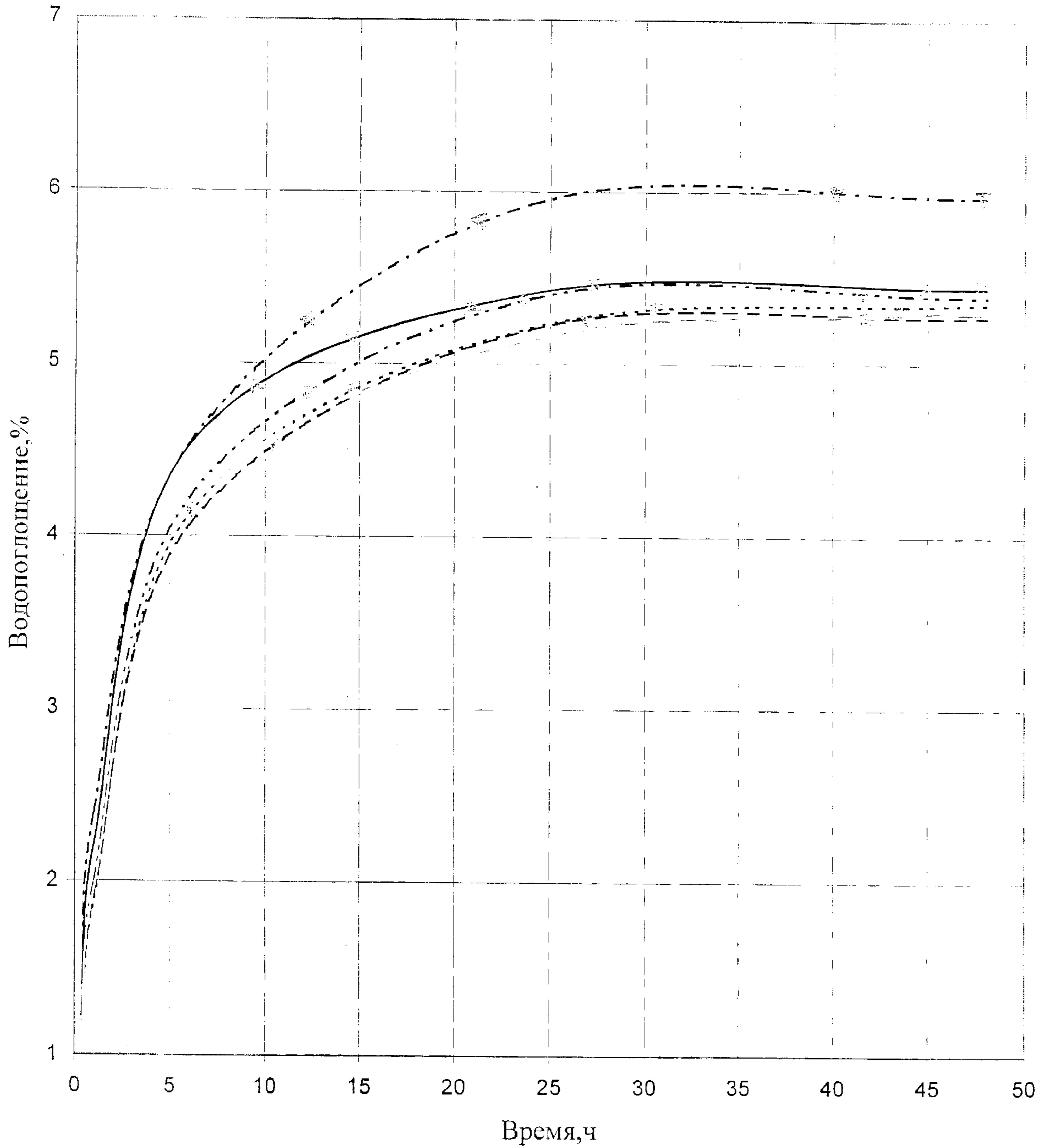


Рис. 1 Кинетика водопоглощения контрольных образцов

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСП



— Состав №1 — Состав №2 — состав №3 — Состав №4 — Состав №5 — Состав №6

Рис. 2 Кинетика водопоглощения основных образцов

По результатам исследований, приведенным в таблице 8 можно сделать следующие выводы:

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСП

По результатам исследований, приведенным в таблице 8 можно сделать следующие выводы:

- водонасыщение бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» меньше, чем образцов бетона без добавок во все сроки испытаний независимо от условий хранения;

- снижение водопоглощения бетонных образцов после водонасыщения ниже в начальные сроки испытаний (до 1 суток), что характеризует значительно меньший показатель среднего размера открытых капиллярных пор и большим показателем однородности размеров открытых капиллярных пор;

Для определения влияния условий твердения бетона на кинетику водонасыщения одну серию образцов после распалубки хранили в нормально влажностных условиях – контрольные образцы, другую после распалубки хранили в воде – основные образцы. Продолжительность твердения образцов до испытаний - 28 суток. Результаты испытаний по определению водопоглощения приведены в таблице 9.

Примечание: - контрольные образцы – образцы хранились 1 сутки в формах и 27 суток в воздушно сухих условиях; основные образцы - образцы хранились 1 сутки в формах, 27 суток в воздушно сухих условиях и 14 суток при полном водонасыщении. Испытания проводились на серии из трех образцов размером 100x100x100 мм.

По результатам исследований, приведенным в таблице 9 можно сделать следующие выводы:

- наблюдается значительное снижение водопоглощения, особенное в начальные сроки между образцами нормального влажностного хранения и образцами твердевшими в воде;

- водонасыщение бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» меньше, чем образцов бетона без добавок во все сроки испытаний независимо от условий хранения;

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

Таблица 9

Определение кинетики водонасыщения образцов

№ сос- тава	Водопоглощение, % по массе									
	15 мин.		1 час		6 час		1 сут.		2 сут.	
	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.	контр.	основн.
1	1,97	0,73	2,22	1,28	3,92	2,59	5,94	4,82	6,11	5,56
2	1,53	0,65	2,01	1,16	3,64	2,28	5,66	4,14	5,88	5,16
3	1,64	0,69	2,09	1,39	3,59	2,16	5,58	4,37	5,80	5,15
4	1,88	0,92	3,07	1,69	5,61	3,27	6,50	5,81	6,58	6,43
5	1,59	0,71	2,49	1,11	4,91	2,43	6,05	4,72	6,16	5,35
6	1,67	0,80	2,70	1,12	4,92	3,01	6,10	5,01	6,22	5,72

На рис. 3 и на рис.4 приведены графики изменения водопоглощения контрольных и основных образцов.

Сравнивая результаты исследований, приведенные в таблице 8 и таблице 9, можно отметить, что водопоглощение образцов хранившихся в воздушно сухих условиях выше образцов нормально влажностного твердения. При благоприятных условиях твердения бетона – присутствие свободной воды, процесс новообразований возобновляется. Это приводит к изменению объема открытых капиллярных пор - снижается водопоглощение, изменению среднего размера пор и однородности размеров пор в бетоне.

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСН

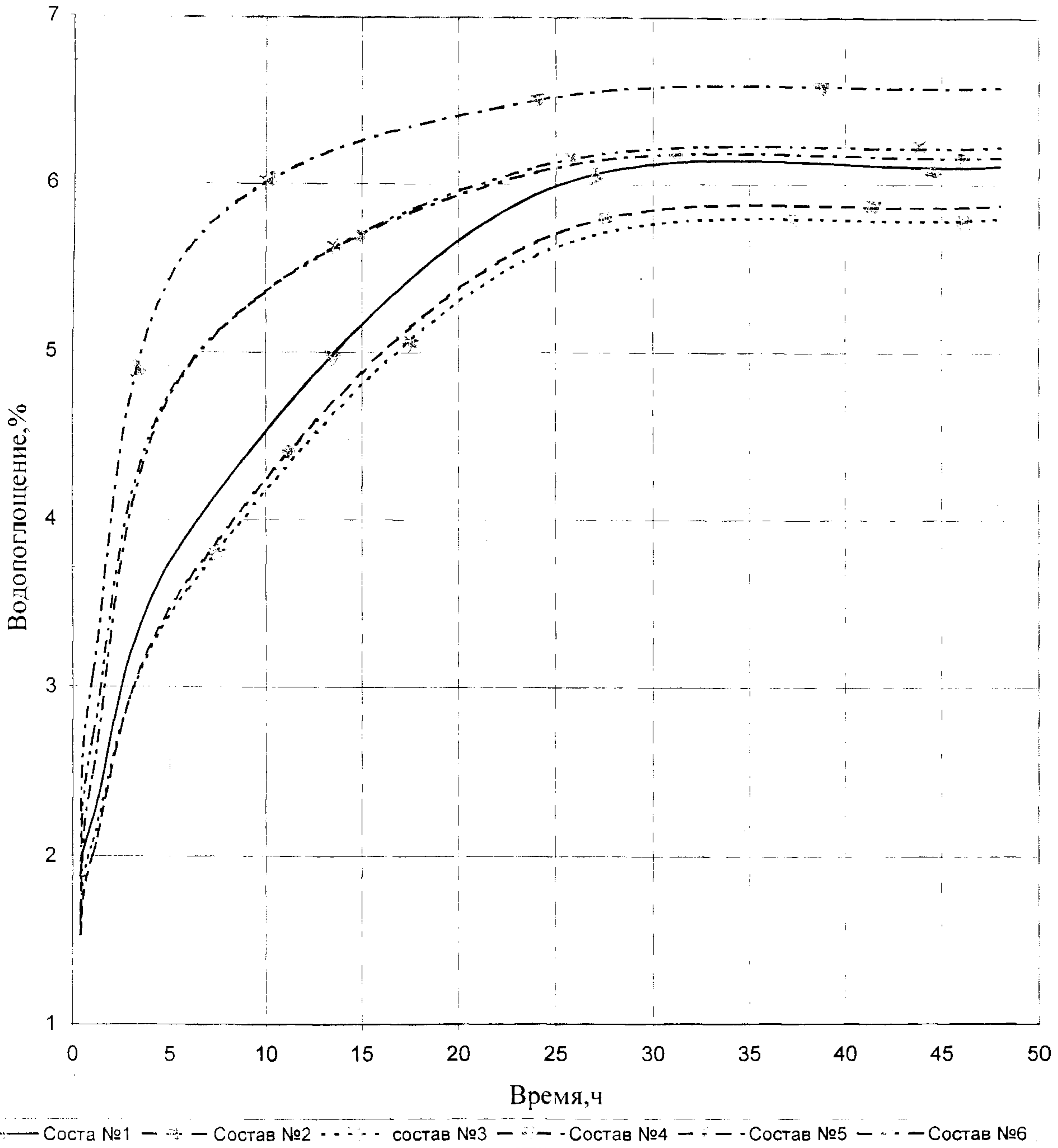


Рис. 3 Кинетика водопоглощения контрольных образцов

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСП

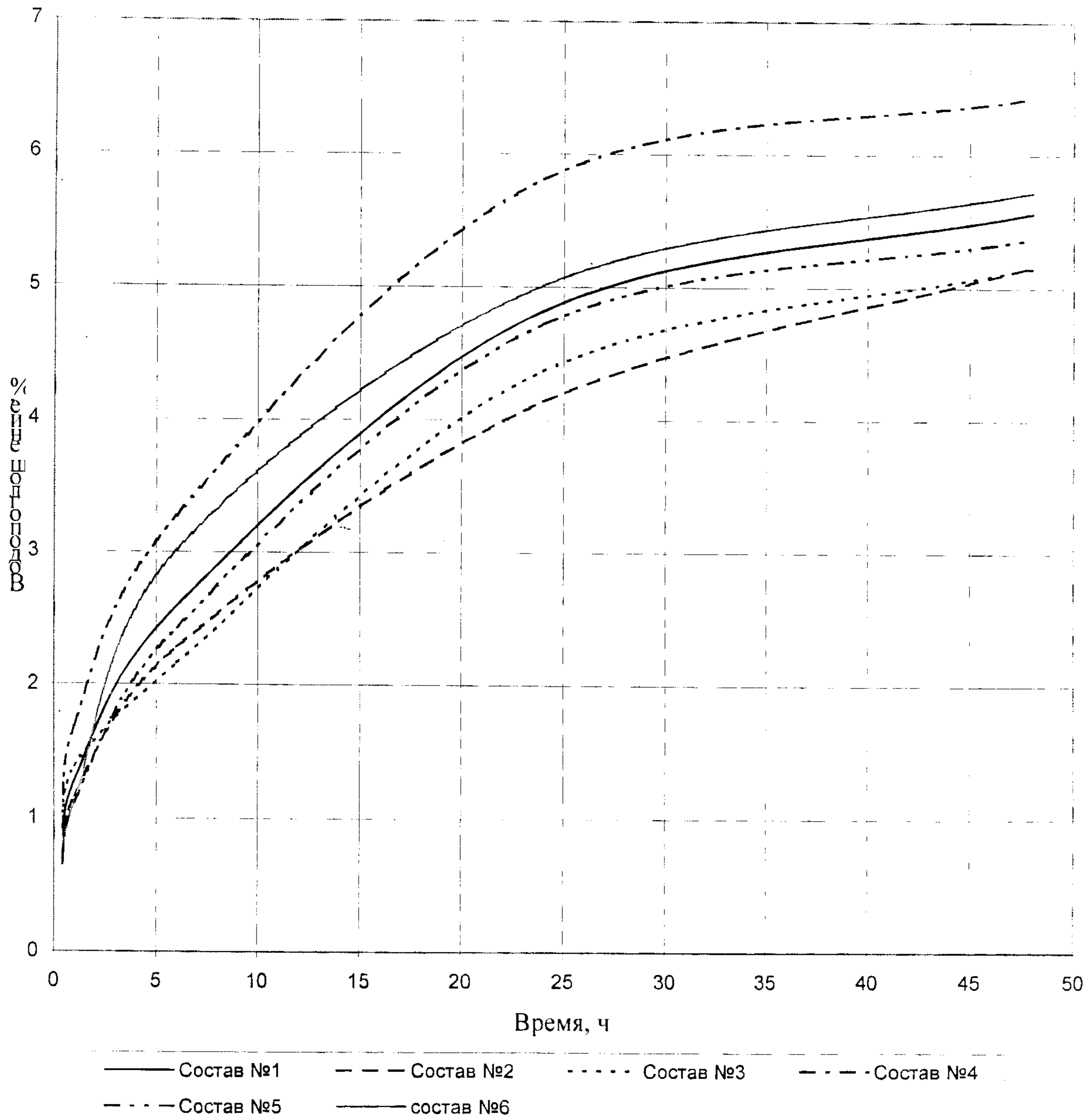


Рис. 4 Водопоглощение основных образцов

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСУ

5 ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ БЕТОНА С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН» В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТВЕРДЕНИЯ

Определение влияния условий хранения образцов на водонепроницаемость бетона исследовали ускоренным методом по его воздухопроницаемости. Для проведения испытаний использовали устройство типа «Агама». Ускоренный метод определения водонепроницаемости бетона основан на наличии экспериментально установленной статистической зависимости между воздухопроницаемостью (скоростью фильтрации воздуха) в поверхностных слоях бетона и водонепроницаемостью по «мокрому пятну». Определение скорости фильтрации воздуха осуществляется при радиальной фильтрации воздуха через поверхностные слои бетона, внутрь вакуумированной полости камеры устройства. Из камеры выкачивается воздух до разряжения $0,8-0,9$ кг/см². Когда разряжение в камере упадет до $0,7$ кг/см² включаем секундомер и определяем время, за которое разряжение достигнет отметки $0,65$ кг/см².

Измерения проводились на серии из шести образцов-цилиндров диаметром 150 мм. На каждом цилиндре, для исключения случайных результатов, проводили не менее трех измерений. За результат измерений принималось среднее значение результатов полученных на одном цилиндре. Полученные значения времени разряжения для шести образцов записывали в порядке их возрастания и определяли среднее арифметическое значение времени двух образцов (третьего и четвертого) в качестве параметра, характеризующего водонепроницаемость бетона в серии. Результаты определения водонепроницаемости - время падения

Белорусский национальный
технический университет

Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции

НИИЛ МБСП

разряднения, в зависимости от условий хранения образцов, приведены в таблице 10.

Таблица 10

Время падения разряднения при определении водонепроницаемости

Но- мер сост ава	Время падения разряднения, с			
	Контрольные (воздушно-сухие условия твердения)	основные (нормально- влажностные условия твердения)	основные (нормально- влажностные условия твердения и 14 суток водонасыщения)	основные (твердения в воде в течении 27 суток)
1	98	106	124	142
2	122	143	213	245
3	125	135	229	259
4	102	102	121	134
5	133	149	217	266
6	122	142	238	248

При благоприятных условиях твердения водонепроницаемость бетона увеличилось на 1 марку для бетона без добавки «Кальматрон» (с W8 до W10) и на две марки для бетона с добавкой «Кальматрон» (с W10 до W14).

Белорусский национальный
технический университет
Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции
НИИЛ МБСИ

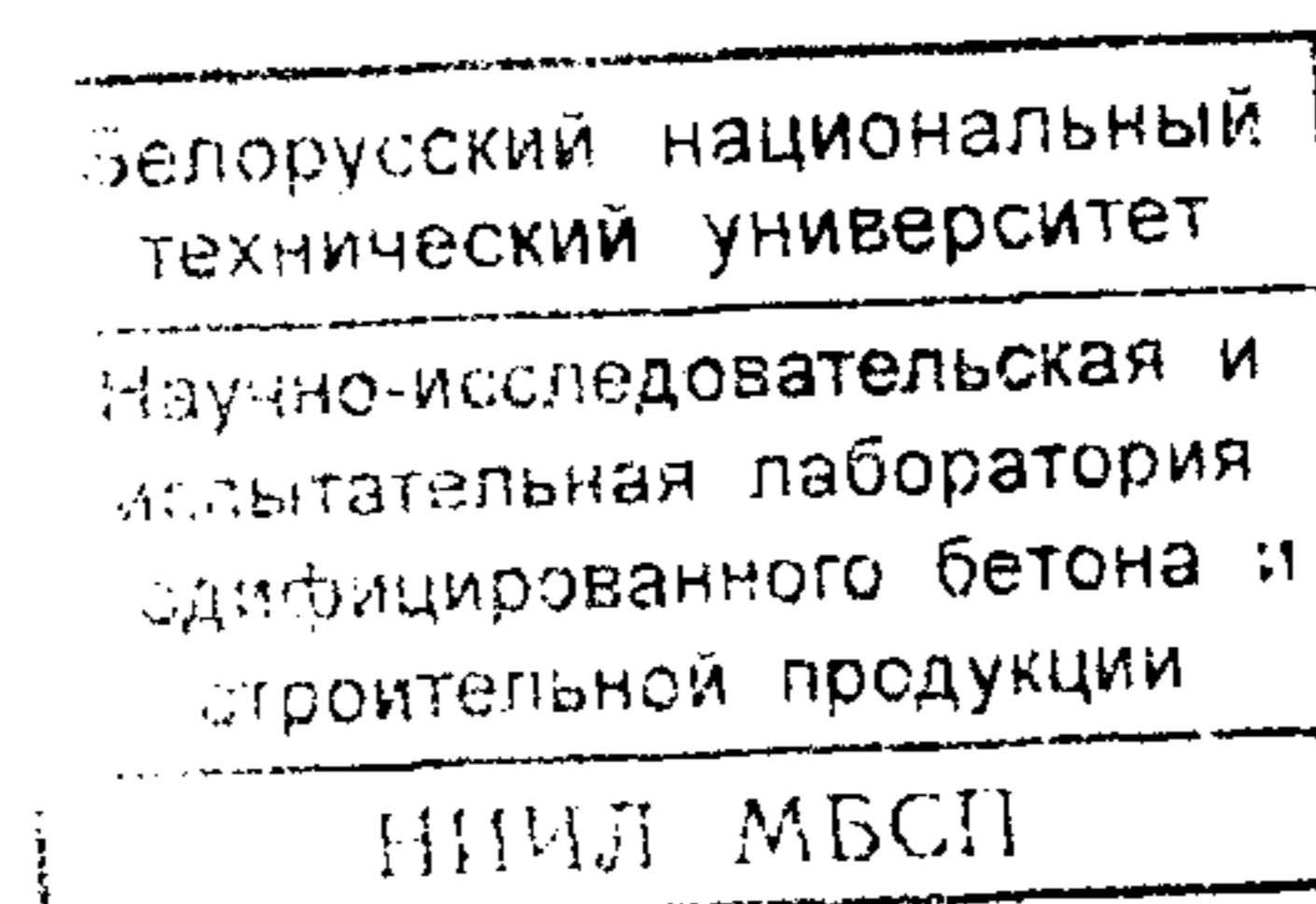
6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ ВИБРОГИДРОПРЕССОВАННЫХ ТРУБ С ДОБАВКОЙ «КАЛЬМАТРОН»

На предприятии РУП «Спецжелезобетон» проведены испытание на водонепроницаемость труб железобетонных виброгидропрессованных III и II класса изготовленных с использованием состава «Кальматрон». В результате эксперимента была изготовлена партия виброгидропрессованных труб диаметром 400 мм. Расход добавки составил $16,6 \text{ кг/м}^3$ бетона. Состав бетона для изготовления виброгидропрессованных труб приведен в таблице 2. Трубы изготавливались на заводских материалах, удовлетворяющих требованиям соответствующих нормативных документов:

- а) портландцемент АОА «Красносельскстройматериалы» марки М500 Д0 по ГОСТ 10178;
- б) песок Слонимского карьера $M_k=2,5$ по ГОСТ 8736;
- в) щебень фракции 5-10 и 10-20 мм производства ПО «Гранит» г.п. Микашевичи по ГОСТ 8267;
- г) кольматирующая добавка «Кальматрон» производства ООО «Белкальматрон».

Материалы в бетоносмеситель вводились в следующем порядке: - песок; - щебень; - добавка Кальматрон; - цемент. Время перемешивания сухих составляющих с добавкой Кальматрон составляет 2-3 минут. Затем добавляли воду и смесь дополнительно перемешивается не мене 2-3 мин. Твердение (тепловлажностная обработка труб), условия хранения и испытание изделий проводилась согласно заводского регламента.

Трубы испытывались избыточным давлением в 1,2 МПа, основные с добавкой Кальматрон давлением 1,4 МПа по действующей заводской методике.



Трубы считают выдержавшими испытание на водонепроницаемость, если к моменту его окончания на поверхности труб не будет обнаружена фильтрация воды в виде влажных пятен, капель или течи.

Во время проведения испытаний фиксировались дефекты, полученные во время изготовления труб (сквозные трещины, раковины и т.д.).

Полученные результаты при проведении испытаний виброгидропрессованных труб позволяют сделать вывод, что введение кольматирующей добавки «Кальматрон» в количестве $16,6 \text{ кг/м}^3$ бетона, при изготовлении труб железобетонных виброгидропрессованных позволяет получить изделия II и I класса, выдерживающих гидростатическое давление не менее $1,8 \text{ МПа}$.

Белорусский национальный
технический университет

Научно-исследовательская и
испытательная лаборатория
модифицированного бетона и
строительной продукции

НИИЛ МБСП

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по использованию состава «Кальматрон» в качестве кальматирующей добавки в бетон показали, что химические реагенты равномерно распределяются в объеме бетонной смеси на стадии приготовления, растворяются в воде и вступают в химические реакции с активными составляющими цемента. В результате формируются сложные соли, способные создавать нерастворимые кристаллогидраты. Их образование происходит постепенно, с меньшей скоростью, чем реакции гидратации цемента, поэтому сеть новообразованных кристаллов заполняет капилляры, микротрещины и поры бетона. При этом кристаллы являются составной частью структуры бетона и оказывают влияние на его физико-механические свойства. Заполненные нерастворимыми кристаллами капилляры и микротрещины не пропускают воду.

Процесс формирования кристаллов приостанавливается в результате снижения влажности бетона. Во время эксплуатации конструкций, например при увеличении гидростатического давления, химическая реакция кристаллообразования возобновляется, в результате чего продолжает снижаться водопроницаемость бетона. Это подтверждается проведенными исследованиями бетонов с добавкой «Кальматрон», используемых для производства виброгидропрессованных труб на заводе РУП «Спецжелезобетон». Результаты проведенных исследований показали следующее:

- прочность бетона с добавкой «Кальматрон» в количестве 16,6 кг на 1 м³ бетона возросла на 10 % в сравнении с контрольными образцами.

- водопоглощение бетонных образцов с добавкой «Кальматрон» снизилось от 5,1 до 12,2 % в зависимости от состава бетона и расхода добавки;

Белорусский национальный технический университет
Научно-исследовательская и испытательная лаборатория модифицированного бетона и строительной продукции
НИИЛ МБСП

