

Таблица 6.

Вид материала	Номер образца	Размеры образца	Площадь поперечного сечения, $F, \text{см}^2$	Разрушающая нагрузка, Р, кН	Прочность на сжатие	
					Прочность R, МПа	Ср. МПа
Контрольный бетон	1к	7,0x7,0	49,0	147,7	25,6	25,8
	2к	7,0x7,2	50,4	145,6	24,6	
	3к	7,0x7,0	49,0	152,9	26,5	
	4к	7,0x7,1	49,7	154,2	26,4	
Бетон, обработанный Кальматроном	1К-н	7,8x7,6	59,3	197,4	28,3	27,7
	2К-н	7,5x7,5	56,3	179,5	27,1	
	3К-н	7,7x7,6	58,5	189,3	27,5	
	4К-н	7,5x7,5	56,3	185,5	28,0	

Анализ результатов позволяет отметить повышение прочности на сжатие (около 7 %) бетонных образцов, обработанных составом «Кальматрон», по сравнению с контрольными образцами бетона без защиты.

2.5. Глубина проникновения в бетон.

Определение глубины проникновения состава «Кальматрон» в бетон проводили на образцах, одна из граней которых была обработана составом «Кальматрон». Для решения поставленной задачи проводился морфологический анализ с использованием оптической и электронной микроскопии.

Оптический морфологический анализ проводился на установке МП-3 с использованием контрастирующего высокодисперсного люминофора.

Для проведения морфологических исследований образец разрезался на 2 равные части и одна из полученных поверхностей шлифовалась и полировалась. После механических операций образец промывался, а

поверхность обрабатывалась ультразвуком в воде для полной очистки поверхности от следов шлифовальных и полировальных порошков.

Визуальный анализ срезов показал, что в обоих представленных образцах под поверхностью нанесенного слоя «Кальматрона» наблюдается область, отличающаяся более темным цветом (т.е. имеющая статистически более низкую отражательную способность примерно на 2-5%). Область распространяется на глубину до 45 мм.

Морфологический анализ слоя «Кальматрона» показал, что он имеет микропористую структуру (рис.1). Граница между слоем «Кальматрона» и бетона отсутствует, и различить их можно только по виду заполнителя (рис. 2, 3). Параметры пористости «Кальматрона» приведены на (Рис. 4).

Основная пористость распределена в интервале 10-50 мкм с центром распределения 15 мкм, относительная пористость 9,8 %.

Анализ структуры бетона показывает, что он является крупнопористым объектом с равномерно распределенными фильтрационными и диффузионными каналами. Бетон имеет развитую структуру пор воздуховлечения размером от 10 мкм до 1,5 мм (рис. 5), с преобладанием мелкопористой структуры с центром распределения 50 мкм. Пory обособленные. Пористость бетона – 12,4 %. Результаты морфологического анализа приведены на рис. 6.

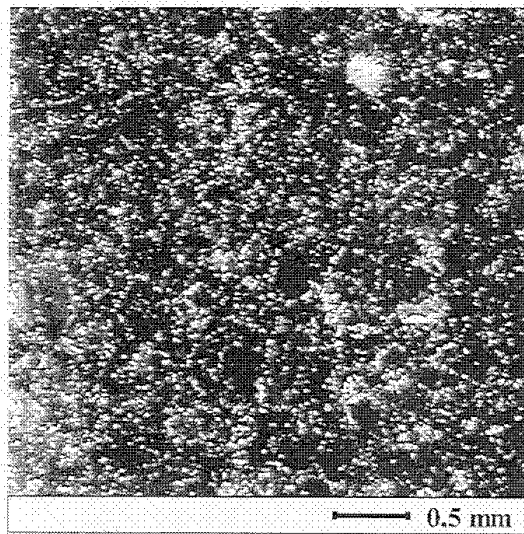


Рис. 1. Визуализированная внедрением высокодисперсного люминофора поровая структура слоя «Кальматрона».

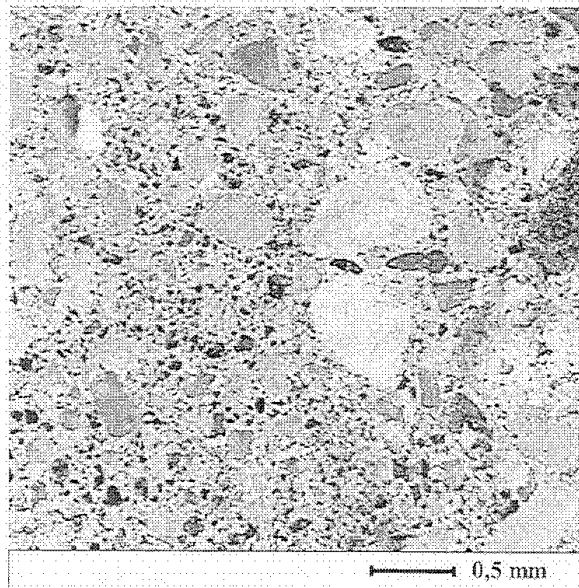


Рис. 2. Общий вид образца в окрестности контактной области.
Слева - слой «Кальматрона», справа – бетон.

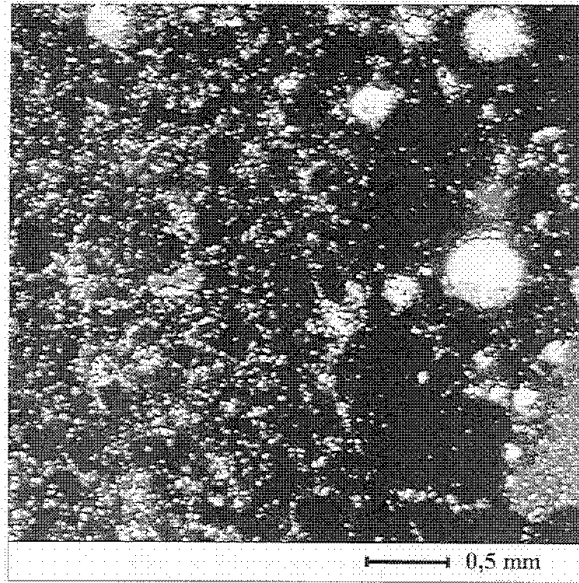


Рис. 3. То же, контрастировано люминофором.

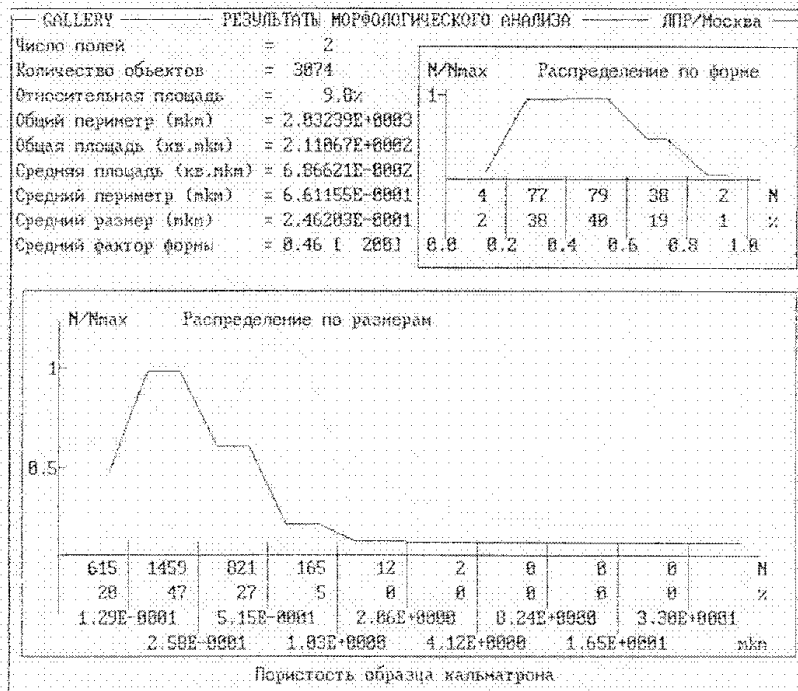


Рис. 4. Пористость образца «Кальматрона».

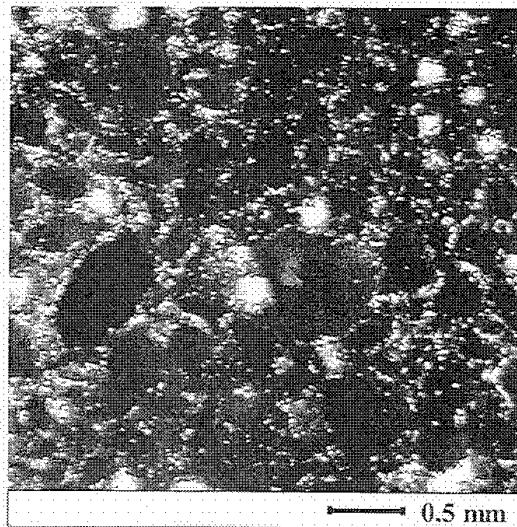


Рис. 5. Поровая структура бетона

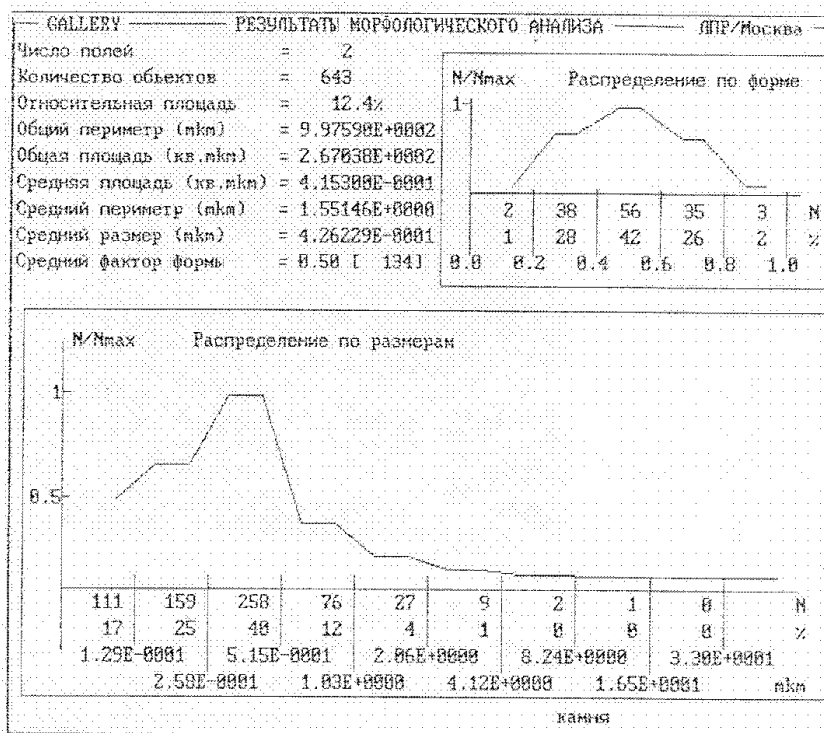


Рис. 6. Пористость образца бетона

Для анализа распространения кольматирующего вещества проводилось электронно-микроскопическое исследование скола. Анализ показал, что до глубины 1,5-2 мм под поверхностью «Кальматрона» обнаруживаются заполненные фильтрующимся веществом поры (рис. 7); с увеличением глубины от обработанной поверхности число заполненных пор уменьшается, и на глубине около 4 мм их количество не превышает 1% общего числа пор.

Общий вид структур, образующихся при кристаллизации из истинного раствора «Кальматрона» в воде, приведен на рис. 8.

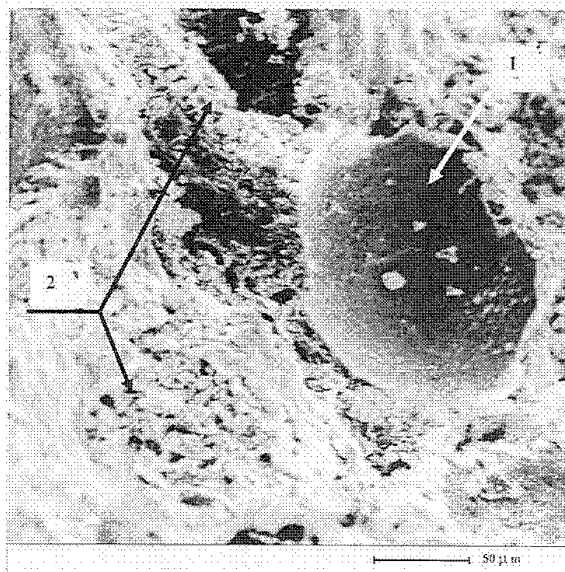
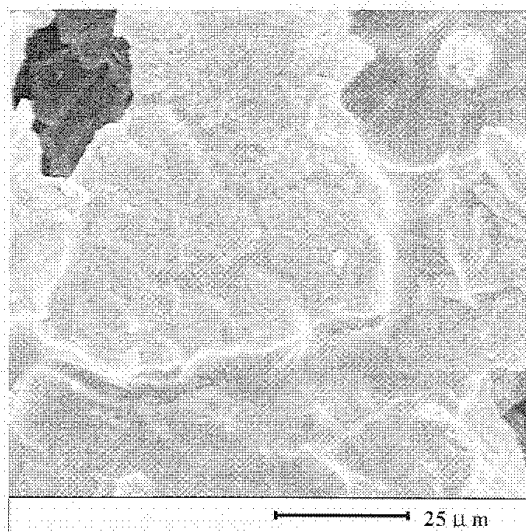
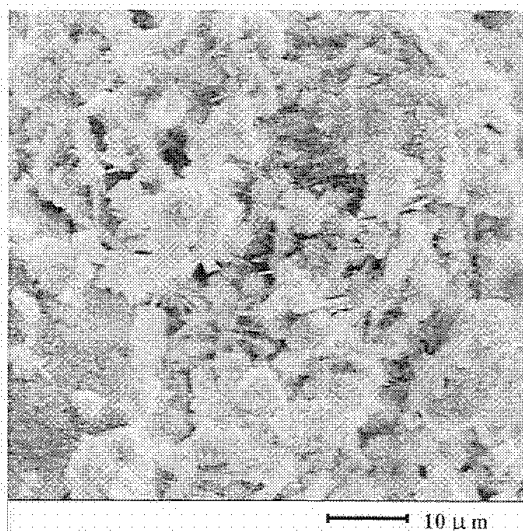


Рис. 7. Поры в бетоне.

- 1 – замкнутая (недоступная для проникновения раствора) пора,
- 2 – поры, заполненные веществом, кристаллизовавшимся из водного раствора «Кальматрона».



а



б

Рис. 8. Виды кристаллизационных структур
а – образующиеся при кристаллизации из водного раствора,
б – образующиеся при кристаллизации «Кальматрона».

Можно предположить, что в состав «Кальматрона» входят вещества, образующие в воде истинный раствор. Раствор распространяется по телу бетона по капиллярам. На глубине до 1,5-2 мм наблюдается частичное или полное заполнение пор дисперсными продуктами, содержащимися в «Кальматроне», которые блокируют большую часть фильтрационного пространства, находящегося в пограничной области между бетоном и «Кальматроном». Поэтому в дальнейшем распространение жидкости идет преимущественно по диффузионным каналам за счет градиента концентрации. Таким образом раствор, образовавшийся при насыщении «Кальматрона» водой, будет распространяться до глубины, определяемой объемом диффундирующей жидкости.

Обобщение результатов морфологического анализа, проведенного оптическим и электронно-микроскопическим методами, позволяет сделать вывод, что слой «Кальматрона», нанесенный на поверхность бетона, представляет собой микропористую структуру, фильтрационные каналы в которой практически отсутствуют. Область контакта между «Кальматроном» и бетоном монолитна за счет проникновения дисперсных составляющих «Кальматрона» в структуру бетона.

Взаимодействие «Кальматрона» с бетоном происходит поэтапно. При затворении водой «Кальматрона» образуются гидраты клинкерных минералов и водный раствор. На первом этапе формируется контактная область, в которой «Кальматрон» занимает все свободное пространство доступных пустот бетона, блокируя фильтрационные каналы. На втором этапе протекает диффузионный перенос раствора вглубь бетона, лимитированный объемом образовавшегося раствора. Кольматирующий эффект защитного состава определяется блокированием фильтрационного объема веществами, кристаллизующимися из раствора, проникшего в тело бетона, и купированием диффузионного объема при повторном смачивании поверхности слоя «Кальматрона».

Установлено, что под поверхностью нанесенного слоя «Кальматрона» отчетливо имеется область, распространяющаяся до глубины до 45 мм, более темная по цвету (имеющая статистически более низкую отражательную способность).

До глубины 1,5-2 мм под поверхностью «Кальматрона» обнаруживаются заполненные фильтрующимся веществом поры; с увеличением глубины от обработанной поверхности число заполненных пор уменьшается, и на глубине более 4 мм их нет.

Таким образом, установлено, что область контакта «Кальматрона» с бетоном (толщиной до 0,5 мм) монолитна, в слое бетона до глубины 2 мм от поверхности поры частично заполнены фильтрующимся веществом, а зона влияния проникновения растворимой части «Кальматрона» прослеживается до глубины 45 мм от поверхности.

3. Общие выводы.

Результаты испытаний бетона с покрытием на основе состава «Кальматрон» (ТУ 5716-008-54282519-2003) по основным показателям качества по сравнению с бетоном без защиты приведены в обобщенной таблице 5.

Таблица 5.

№	Наименование показателя, единица измерения	Обозначение НТД на испытание	Результаты испытаний	
			Бетон с покрытием «Кальматрон»	Бетон без защиты
1	Водонепроницаемость, МПа: - прямое давление - обратное давление	ГОСТ 12730.5-84	W 10 W 6	W 2 —
2	Морозостойкость, циклы	ГОСТ 10060.2 – 95	300	200
3	Прочность сцепления с бетоном (адгезия), МПа	ГОСТ 28574 – 90	3,3	—
4	Прочность на сжатие, МПа	ГОСТ 10180-90	27,7	25,8

Результаты проведенных испытаний позволяют сделать следующие выводы.

Покрытие на основе состава «Кальматрон» обладает высокими адгезионными свойствами к бетонной поверхности (3,3 МПа).

Нанесение покрытия на основе состава «Кальматрон» на бетон позволяет увеличить марку бетона по водонепроницаемости на 4 ступени (с W2 до W 10) при прямом давлении воды, на 2 ступени при обратном

давлении, повысить морозостойкость бетона с 200 до 300 циклов и повысить прочность бетона на 7 %.

Результаты физико-химических исследований показали, что область контакта состава «Кальматрон» с бетоном монолитна, в слое бетона до глубины 2 мм от поверхности поры заполнены фильтрующимся веществом, а зона влияния проникновения растворимой части «Кальматрона» прослеживается до глубины 45 мм от поверхности.

Таким образом, покрытие на основе состава «Кальматрон» на бетоне обладает высокими эксплуатационными свойствами и может быть рекомендовано для гидроизоляции бетонных и железобетонных конструкций в практике гражданского и промышленного строительства.