

Л. Н. ЕСИПОВА, Н. В. МИХАЙЛОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРИРОВАННЫХ
(КОНТАКТНЫХ ЗОН) ОБОЛОЧЕК, ОБРАЗУЮЩИХСЯ
НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРЕН НАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ТВЕРДЕНИИ
ЦЕМЕНТА МЕТОДОМ ПРОФИЛОГРАММ**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 3 XI 1969)

Структура и механические свойства дисперсного материала типа бетона зависят от структуры и свойств наполнителя, связующего (цементных новообразований) и их взаимодействия в контактных зонах на поверхности частиц наполнителя. В 1954 г. была выдвинута гипотеза об образовании диффузных структурированных оболочек вокруг зерен наполнителя (1).

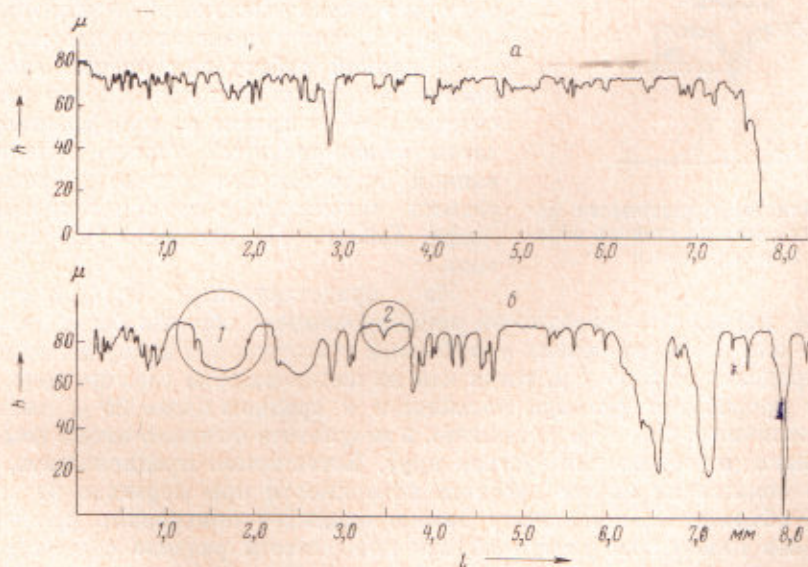


Рис. 1. Профилограммы поверхности шлифа бетона шлифованного (а) и полированного (б). Участки удаления зерен друг от друга на расстояние 500 μ (1) и расстоянии порядка удвоенной толщины пограничного слоя (40–50 μ) (2)

Рядом исследователей при изучении различных материалов: бетона (2, 3), вибро-коллоидного цементного клея (4), полимер-битумных изоляционных материалов (5), наполненных полимерных композиций (6), как косвенными, так и прямыми методами было подтверждено возникновение таких оболочек — контактных зон, аналогичных тем оболочкам структурированного полимера на поверхности частиц активного наполнителя, которыми объясняли П. А. Ребиндер и его сотрудники (7) усиливающее действие активных наполнителей в полимерных средах.

При смешении цементной пасты с заполнителем — тонкомолотым песком — происходит более или менее равномерное распределение пасты между зёрнами заполнителя. Вокруг каждого зёрна заполнителя из коллоидных частиц кристаллических зародышей гидратных новообразований образуется структурированная оболочка, плотность и прочность которой убывает от поверхности заполнителя к наружной поверхности оболочки. Водоцементное отношение, являясь низким у поверхности заполнителя, увеличивается по мере удаления от поверхности частицы, достигая на наружной поверхности оболочки почти заданного или несколько меньшего значения водоцементного отношения.

Указанные явления объясняются образованием на поверхности заполнителя в первую очередь пленки гидросиликата кальция, как результата хемосорбции гидрата окиси кальция, выделяющегося при гидратации цемента. Это активное покрытие инициирует развитие сростания коагуляционной структуры, а затем и кристаллизационной структуры, плотность и прочность которой постепенно убывает с удалением от этой поверхности. При расположении зёрен заполнителя на расстоянии большем или равном сумме толщин структурированных оболочек связь между ними определяется свойствами цементного теста в объеме. При сближении зёрен заполнителя величина водоцементного отношения в контактах между ними уменьшается.

В данной работе для оценки свойств контактной зоны был использован метод снятия профилограмм со шлифованной, а затем отполированной (тонко отшлифованной) поверхности бетона. Профилограммы снимались с помощью профилографа Teliserv III фирмы «Tehlor Gobson».

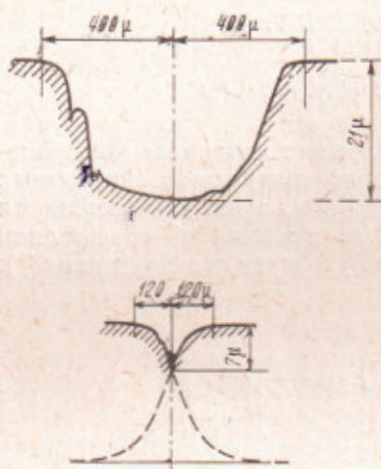


Рис. 2. Влияние удаленности пограничных слоев на степень абразивного износа

Из представленных профилограмм (рис. 1а) видно, что поверхность неполированного образца более организована — она не имеет резких углублений и выступов. Размер их изменяется в пределах от 5 до 7 м, тогда как на полированном образце (рис. 1б) глубина проработки рельефа колеблется в среднем около 20 м достигая иногда величин в 60—80 м (вероятно, в результате выкрашивания цементного камня и обнажения устьев пор). Естественно предположить, что плавное понижение линии профиля поверхности при переходе от зёрен песка к объемному цементному камню отражает повышение прочности микрослоев цементного камня вблизи поверхности раздела с заполнителем, по мере удаления от границы раздела фаз, прочность цементного камня понижается.

При достаточно большом расстоянии между зёрнами заполнителя (рис. 1б, 1), когда оболочки не взаимодействуют (или пограничные слои не сближаются) прочность материала определяется в основном прочностью «объемного» цементного камня.

Это хорошо видно из рис. 2 (1), на котором представлена часть профилограммы, где расстояние между зёрнами заполнителя порядка 500 м. Если же зёрна заполнителя расположены на расстоянии порядка удвоенной толщины пограничного слоя (40—50 м), как это показано, на рис. 2 (2), выработка материала, как видно, резко уменьшается. В данном случае прочность цементного камня определяется свойствами пограничных слоев.

Проведенные исследования микротвердости в контактной зоне показали, что около зерен заполнителя микротвердость почти в 3 раза выше, чем в объеме цементного камня. Полученные данные подтверждают справедливость представлений о структурированных оболочках.

Институт физической химии
Академии наук СССР
Москва

Поступило
9 VII 1969

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. В. Михайлов, Е. Е. Калмыкова, ДАН, 99, 49 (1954). ² Н. В. Михайлов, Основные принципы новой технологии бетона и железобетона, 1961.
³ Т. Ю. Любимова, Э. Р. Пинус, Колл. журн., 26, 5 (1962); Т. Ю. Любимова, П. А. Ребиндер, ДАН, 63, 6 (1965); М. Ю. Лещинский, Некоторые особенности состава цементного камня на поверхности заполнителя, Киев, 1958. ⁴ Н. В. Михайлов, Н. Б. Урьев, Коллоидный цементный клей и его применение в строительстве, М., 1967. ⁵ С. Я. Шалыт, Н. В. Михайлов, П. А. Ребиндер, Колл. журн., 19, 2 (1957); Н. В. Михайлов, Г. И. Горшенина, Полимербитумные изоляционные материалы, М., 1967. ⁶ Ю. С. Липатов, Высокомолек. соед., А 10, № 12, 2737 (1968). ⁷ П. А. Ребиндер, Журн. Всесоюзн. хим. общ. им. Д. И. Менделеева, 8, 2, 162 (1963); П. А. Ребиндер, В. Г. Маргаритов, Резиновая пром., № 12, 491 (1935).