

Полученные результаты не противоречат имеющимся данным [2] и позволяют заключить, что механизм действия минеральной пыли, введенной в оптимальных количествах, состоит в интенсификации процессов гидратации вяжущего за счет адсорбции продуктов гидролиза и увеличения времени достижения пересыщения жидкой фазы. Являясь центрами кристаллизации, частички минеральной пыли оказывают структурирующее воздействие на кристаллизационную структуру гидратированных цементов, способствуя формированию однородной и плотной структуры, обуславливающей повышение прочностных характеристик цементных материалов. Независимо от слагающих минералов, каменная пыль, введенная в определенном количестве, положительно влияет на формирование структуры и свойств цементных материалов, что указывает на целесообразность использования отходов камнедробления в строительной индустрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ольгинский А. Г. Влияние удельной поверхности мономинеральных наполнителей на структурообразование цементных микробетонов // Железобетонные сплавы / Тр. Харьк. ин-та инж. жел. транспорта. — М.: Транспорт, 1969. — 109. — С. 45—50.
2. Овчаренко Ф. Д., Соломатов В. И., Казанский В. М. и др. О механизмах влияния тонкомолотых добавок на свойства цементного камня // Докл. АН СССР. — 1985. — 284. — № 2. — С. 298—403.

Получено 11.03.91

УДК 691.215.1:541.183.03

М. Г. САЛИХОВ, канд. техн. наук, доц (Марийский ордена Дружбы народов политехнический институт имени А. М. Горького)
И. И. ЛЕОНОВИЧ, д-р техн. наук, проф. (Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт)

АДСОРБЦИОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ ПРИ ГЛУБИННОЙ ПРОПИТКЕ НЕФТЯНЫМ БИТУМОМ

Исследованиями акад. П. А. Ребиндера и его учеников установлено, что твердость и прочность твердого тела снижается при воздействии полярных жидкостей — эффект Ребиндера [1]. Он основан на способности поверхностей твердых тел, имеющих некоторый потенциал, образовывать вокруг своих поверхностей ориентированные слои жидкостей, снижая при этом их свободную поверхностную энергию. Этому способствует также раскалывающее действие молекул жидкости, заземленных в микротрещинах поверхности тела [1].

Свойства жидкостей на граничных слоях изучали многие авторы [2—6]. По их данным свойства жидкостей в ориентированных слоях существенно отличаются от их свойств в объемном состоянии. Слои, непосредственно контактирующие с поверхностью твердого тела, получили название твердообразной зоны.

Лабораторные исследования показали, что обработка каменных материалов, в частности известняков, полярными жидкостями (водой) приводит к изменению их прочности. К такому же результату приводит обработка их жидкостями, содержащими поверхностно-активные вещества (битум, гудрон) [7, 8]. Для объяснения этих процессов выдвигается гипотеза — образование адсорбционного слоя вокруг поверхностей твердых тел сопровождается одновременно двумя противоположными процессами: адсорбционным понижением прочности по эффекту П. А. Ребиндера и адсорбционным повышением прочности за счет образования твердообразной зоны. Результирующий процесс будет определять прочность тела после воздействия поляр-

ной жидкостью. По исследованиям Р. М. Мурзакова и др. [4], толщина адсорбционной пленки уменьшается при увеличении приложенной к ней удельной нагрузки. При достижении предельного наименьшего значения толщина пленки стабилизируется и перестает зависеть от величины приложенной нагрузки, так как в области предельных наименьших значений толщины у адсорбированной пленки несущая способность резко возрастает. Такой вывод хорошо согласуется с результатами исследований И. М. Руденской, Б. В. Дерягина, Н. В. Горелышева, И. В. Королева [2], Курденкова [7], А. К. Бирули и В. В. Малеванского [9] и др. [10]. Отсюда следует, что в результате образования адсорбционных слоев во внутреннем объеме твердого тела (известняка) увеличится доля твердой фазы, т. е. увеличится его объемная масса. Это позволяет принять допущение 1: $\gamma_{т.з} \approx \gamma_1$, где $\gamma_{т.з}$ — объемная масса адсорбционной жидкости; γ_1 — то же, твердого тела.

А. К. Бируля и В. В. Малеванским получены эмпирические зависимости между прочностью и объемной массой известняков [8], а Б. И. Курденковым предложена формула

$$K_a \approx \frac{\sigma_2}{\sigma_1}, \quad (1)$$

здесь K_a — адсорбционный коэффициент; σ_1 — прочность известняка до обработки битумом; σ_2 — то же, после обработки.

Имея в виду, что при образовании адсорбционного слоя пленок одновременно возрастают прочность и объемная масса твердого тела, можно записать допущение 2:

$$K_a \approx \frac{\gamma_2}{\gamma_1}, \quad (2)$$

где γ_1 — объемная масса известняка до обработки; γ_2 — то же, после обработки.

Определим объемные массы твердого тела до и после пропитки полярной жидкостью единицы объема:

$$\gamma_1 = m_{т.з}; \quad \gamma_2 = m_{т.з} + Q_{т.з}$$

здесь $m_{т.з}$ — масса твердого тела в объеме $V=1$; $Q_{т.з}$ — масса жидкости в твердообразной зоне в том же объеме:

$$Q_{т.з} = \sum S h_{пл} \gamma_{т.з}, \quad (3)$$

где $\sum S$ — сумма площадей внешней и внутренней поверхности твердого тела; $h_{пл}$ — средняя толщина пленки твердообразной зоны; $\gamma_{т.з}$ — объемная масса жидкости в твердообразной зоне по допущению 1:

$$\sum S = S_{внеш} + S_{внутр}$$

здесь $S_{внеш}$ — площадь внешней поверхности твердого тела; $S_{внутр}$ — то же, внутренней.

По С. Пашковскому [2]:

$$S_{внеш} = \frac{a}{d\rho}, \quad (4)$$

где a — коэффициент формы твердого тела: для шаровидной — $a=6,0$; для кубической — $a=8,5$; для тетраэдрической — $a=14,5$; d — размер поперечного разреза твердого тела; ρ — плотность твердого тела.

Для определения площади внутренней поверхности воспользуемся формулой П. Крамера [2]:

$$S_{внутр}^{уд} \sqrt{\frac{n^3}{K_{ф.ж}(1-n^2)}}; \quad S_{внутр} = S_{внутр}^{уд} \Delta V, \quad (5)$$

где $S_{внутр}^{уд}$ — удельная площадь поверхности твердого тела; $K_{ф.ж}$ — ко-

эффицент фильтрации жидкости через поры твердого тела; $\nu_{ж}$ — динамическая вязкость жидкости; n — пористость твердого тела; ΔV — объем пропитанной части твердого тела,

$$\Delta V = \frac{8h_{np}^3}{b}, \quad (6)$$

где h_{np} — глубина пропитки твердого тела; b — коэффициент, зависящий от формы твердого тела, его значение показывает, во сколько раз объем твердого тела меньше его поперечного размера, возведенного в третью степень; для кубической формы $b=1,00$; для шаровидной $b=0,52$.

После подстановок получаем

$$Q_{т.з} = \left(\frac{a}{d\rho} + \frac{112h_{np}}{b} \sqrt{\frac{1}{K_{ф\nu_{ж}} \frac{n^3}{1-n^2}}} \right) h_{np} \gamma_1. \quad (7)$$

Из предыдущих исследований [11]:

$$h_{np} \approx \left(100 \sqrt{2Dt} + 0,1 \sqrt{\frac{K_{фPt}}{\rho_{ж}}} \right), \quad (8)$$

здесь D — коэффициент диффузии жидкости в твердом теле; t — время пропитки жидкости; P — давление пропитки.

После подстановок (8) в (7) и (7) в (1) и некоторых преобразований имеем

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_1 \left\{ ab + \left[112d\rho \left(100 \sqrt{2Dt} + 0,1 \sqrt{\frac{K_{фPt}}{\rho_{ж}}} \right)^3 \sqrt{\frac{1}{K_{ф\nu_{ж}} \frac{n^3}{1-n^2}}} \right] h_{np} \right\}}{d^4\rho}. \quad (9)$$

где $\Delta\sigma$ — повышение прочности твердого тела после пропитки полярной жидкостью.

Снижение прочности при образовании адсорбционной пленки определяется так:

$$P(t) = \sigma^{кр-ж} \sum S, \quad (10)$$

здесь $\sigma^{кр-ж}$ — поверхностное натяжение жидкости на поверхности твердого тела.

После преобразований получаем формулы для расчета изменения прочности твердого тела при глубинной пропитке:

а) для жидкости, размер молекул которых больше размера микротрещин:

$$\Delta\sigma_1 = \frac{\left[ab + 112d\rho \left(100 \sqrt{2Dt} + 0,1 \sqrt{\frac{K_{фPt}}{\rho_{ж}}} \right)^3 \sqrt{\frac{1}{K_{ф\nu_{ж}} \frac{n^3}{1-n^2}}} \right] (\sigma_1 b h_{np} - \sigma^{кр-ж} d^3)}{bd^4\rho}. \quad (11)$$

б) для жидкости, размер молекул которых меньше размера микротрещин:

$$\Delta\sigma_1 = \frac{\left[ab + 112d\rho \left(100 \sqrt{2Dt} + 0,1 \sqrt{\frac{K_{фPt}}{\rho_{ж}}} \right)^3 \sqrt{\frac{1}{K_{ф\nu_{ж}} \frac{n^3}{1-n^2}}} \right] (\sigma_1 b (d_M + l_M)^2 h_{np} - \sigma^{кр-ж} d^3 [2d_M^2 + (d_M + l_M)^2])}{bd\rho (d_M + l_M)^2}. \quad (12)$$

Для расчета изменения прочности твердых тел после глубокой пропитки с помощью ЭВМ составлены программы на языке Бейсик; для случая пропитки образцов малопрочного известняка нефтяным битумом и водой получены численные значения адсорбционного изменения их прочности при различных значениях давления и времени

пропитки. Теоретические данные сопоставимы с экспериментальными, что подтверждает реальность принятых допущений и предложенной модели адсорбционных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных средах//Избранные труды.—М.: Наука, 1979.—С. 31—32.
2. Королев И. В. Пути экономии битума в дорожном строительстве.—М.: Транспорт, 1986.—149 с.
3. Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смилга В. П. Адгезия твердых тел.—М.: Наука, 1973.—270 с.
4. Мурзаков Р. М., Галлямова Э. А., Сюняев З. И. Механические свойства нефтяных остатков в граничных слоях//Химия и технология топлив и смазок.—1980.—№ 3.—С. 32—34.
5. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность. Пористость.—2-е изд. (Пер. с англ. д-ра хим. наук, проф. А. П. Карнаухова).—М.: Мир, 1984.—306 с.
6. Дубинин М. М. Адсорбция в микропорах//Природные сорбенты.—М.: Наука, 1967.—С. 5—24.
7. Курденков Б. И. Исследования морозостойкости строительных каменных материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.—Харьков, 1970.—31 с.
8. Салихов М. Г. Расчет прочности пропитанного жидкостью известняка методом теории размерностей//Повышение качества строительства дорог в Нечерноземной зоне РСФСР.—Владимир: ВПИ, 1987.—С. 113—114.
9. Малеванский В. В. Дорожные основания и покрытия из малопрочных известняков.—М.: Транспорт, 1971.—96 с.
10. Колбановская А. С., Шимулис С. П. Влияние природы битума и каменного материала на их сцепление//Исследование битумов и битумо-минеральных смесей/Тр. СоюздорНИИ.—М.: Транспорт, 1967.—С. 47—54.
11. Салихов М. Г. Экспериментальное изучение движения битумов в известняках под постоянным давлением//Совершенствование автомобильных дорог и искусственных сооружений на Северо-Западе РСФСР/Межвуз. темат. сб. тр.—Л.: ЛИСИ, 1987.—С. 145—147.

Получено после доработки 09.04.91

УДК 666.965.2.022.3

М. И. БЕЛИКОВА, канд. хим. наук, доц., А. В. УКОЛОВА, канд. техн. наук, доц. (Воронежский ордена Трудового Красного Знамени инженерно-строительный институт)

ОТХОДЫ МИНЕРАЛОВАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА — ЭФФЕКТИВНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ АВТОКЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработка новых ресурсосберегающих технологических процессов производства строительных материалов и изделий на основе рационального и комплексного использования природного и техногенного сырья является актуальной проблемой народного хозяйства. Так, возможность использования стеклоотхода минераловатного производства в качестве кремнеземистого компонента известково-песчаных строительных материалов решает ряд важнейших задач: расширяет базу промышленности строительных материалов; ликвидирует отвалы, занимающие сельскохозяйственные угодья; оздоравливает окружающую среду и др.

Цель настоящих исследований — изучение физико-химической активности стеклоотхода минераловатного производства Воронежского завода силикатного кирпича в зависимости от тонкости его помола и сравнение его химической активности с активностью кварцевого песка — типичного сырья для производства автоклавных силикатных материалов, аналогичные исследования с которыми проведены ранее и опубликованы в [1], а также проведение технологических исследований физико-механических свойств известково-песчаных автоклавных изделий, полученных с добавкой стеклоотхода оптимальной величины удельной поверхности.