

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАТИВНОСТИ ШЛАКА СТАТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

П.П. Семчук (Одесса)

Украина имеет много природных пористых каменных материалов вулканического происхождения. К ним относятся вулканические шифры и шлаки Карпат, которые можно использовать в качестве заполнителей легких бетонов так же, как котельные и доменные шлаки, поэтому изучение таких материалов актуально.

Изучение свойств пористых заполнителей и их связи с упругими и прочностными свойствами бетона дает возможность выдвигать обоснованные требования к крупным заполнителям. Деформативные и прочностные свойства бетона зависят от деформативных свойств заполнителей.

На основе испытания шлакобетонных призм выявлено, что зависимость деформация - напряжение линейная для продольных и поперечных деформаций до момента разрушения. Остаточные деформации при разгрузке образцов, загруженных до напряжений 0,5 - 0,8, не выявлены.

В результате статической обработки экспериментальных данных получены зависимости модуля упругости E в кгс/см² шлаков двух месторождений от объемной массы (γ_0 в кг/м³) призмочной прочности ($R_{пр}$ в кгс/см²) шлака (табл. 1.). Данные зависимости получены для булганского шлака объемной массой 950 - 1800 кг/м³ и архангайского шлака объемной массой 900 -

1300 кг/м³. Призменная прочность испытаний образцов составляет 30 - 170 кгс/см².

Значение модуля упругости ереванского туфа данной объемной массы по данным в (1) ниже показателей для вулканического шлака- Сопоставлением зависимости модуля упругости от призменной прочности выявлено, что для данных материалов прочностью 30 - 60 кгс/см² модули упругости имеют близкие значения. При повышении прочности модуль упругости шлака увеличивается намного быстрее и при прочности 140 кг разница составляет 82000 кгс/см². Модуль упругости шлаков ниже модуля упругости керамзита соответствующей объемной массы известняка-ракушечника по данным (2).

По данным СНиП 2.03.01 - 84 «бетонные и железобетонные конструкции» для легкого бетона на пористом заполнителе объемной массой 1700 кг/м³ прочностью 50 и 150 кгс/см² модуль упругости составляет 100000 и 150000 кгс/см². Таким образом, на заполнителе вулканического шлака, по - видимому, можно получить легкий бетон, обладающий такими же по сравнению с приведенными в нормах упругими характеристиками и обладающий повышенной механической однородностью для бетонов класса В 15.

Коэффициент Пуассона при одноосном сжатии для шлаков находятся в пределах 0,1 - 0,4 и по данным приведенных опытов в среднем составляют для шлака Булганского месторождения 0,21, для шлака Архангайского месторождения - 0,24. Средние значения коэффициента Пуассона для ереванского и арктического шифтов по данным (1) соответственно равны 0,2 - 0,24 и находятся в пределах 0,17 - 0,34. Значение коэффициента, равное 0,1, соответствует данному показателю кварцито-песчанника, значение коэффициента 0,4 соответствует показателю для мелкозернистого мрамора по данным (2). Зависимость коэффициента Пуассона от объемной массы шлака не выявлена. Значительный разброс величины коэффициента Пуассона объясняется неоднородностью структуры шлака.

Предельная сжимаемость шлаков колеблется от 0,4 до 1,4 мм/м, что значительно ниже сжимаемости туфа (1,8-4,5 мм/м) (3). Предельная растяжимость шлака (0,05 — 0,4 мм/м) превышает растяжимость ереванского туфа (0,28 -0,44 мм/м) (3).

Таблица 1

Формула	Коэффициент корреляции	Корреляционное отношение	Средняя квадратическая ошибка	Доверительный интервал стандарта ошибки
1. $R_{\text{куб}}^{\text{Б}} = 0,13\gamma_0 + 2,06$	0,584	6,28	43	$\pm 50,2$
2. $R_{\text{куб}}^{\text{А}} = 0,19\gamma_0 - 32,53$	0,75	11,37	23,6	$\pm 27,7$
3. $E_{\text{ст}} = 850R_{\text{пр}} + 16900$	0,867	17	26552	± 32992
4. $R_{\text{ст}} = 141,6\gamma_0 - 57399$	0,843	20,24	23910	± 28483
5. $R_{\text{д}} = 157\gamma_0 - 69388$	0,767	13,67	36084	± 41487
6. $\omega_{\text{куб}}^{\text{Б}} = 2258,2(\gamma_0 - 600)^{20,817}$	0,828	19,88	4,26	$\pm 4,92$
7. $\omega_{\text{куб}}^{\text{А}} = 489,9(\gamma_0 - 600)^{-0,633}$	0,68	6,57	11,82	$\pm 13,77$
8. $\omega_{\text{куб}}^{\text{Б,А}} = 493,96(\gamma_0 - 600)^{-0,59}$	0,697	12,36	7,42	$\pm 8,36$
9. $\omega_{\text{щ}}^{\text{Б}} = 7,49(\gamma_0 - 0,7)^{-0,672}$	0,588	9,43	8,33	$\pm 9,24$
10. $\omega_{\text{щ}}^{\text{А}} = 6,4(\gamma_0 - 0,7)^{-1,116}$	0,78	20,9	7,39	$\pm 8,2$

Примечание: Доверительная вероятность стандарта ошибки 0,95; Б - булганский шлак; А—архангайский шлак; $\omega_{\text{куб}}$, $\omega_{\text{щ}}$ - массовое водопоглощение кубиков и зерен щебня шлаков.

Предельная сжимаемость шлака ниже по сравнению с предельной сжимаемостью базальта, равной 2,8 - 4,4 мм/м. Зависимость предельных деформаций от объемной массы на основе данных опытов не выявлена. На графиках зависимости предельных деформаций от прочности выявлено, что предельные продольные и поперечные деформации возрастают при увеличении прочности шлака, что совпадает с выводом, полученным для зависимости предельной сжимаемости керамзитобетона от прочности на сжатие.

Так как зависимость предельных деформаций от сжимающих напряжений прямолинейна, то предельные деформации шлаков могут быть вычислены делением предела прочности камня на величину модуля упругости (1).

По зависимости модуля упругости от объемной массы для 80 кубиков из шлака двух месторождений найден модуль упругости и продольные предельные деформации. Выявлено, что сжимаемость шлаков тем выше, чем ниже модуль упругости. Сжимаемость

булганского шлака при повышении модуля упругости от 40000 кгс/см² до 160000 кгс/см² понижается от 3,2 до 0,8 мм/м, сжимаемость архангайского шлака при повышении модуля упругости от 30000 до 100000 кгс/см² понижается от 4,2 до 1,0 мм/м- Так как сжимаемость и растяжимость бетона (раствора) данной прочности тем выше, чем ниже модуль упругости запол-

нителя (3), то путем применения сепарированного по объемной массе шлака можно регулировать деформативные свойства бетона.

Повышенная деформативность шлака, определенная на основе кубиковой прочности и модуля упругости, объясняется, по-видимому, более высокой прочностью образцов-кубиков по сравнению с призмной прочностью. Согласно статистическим теориям прочности, чем крупнее элемент, тем больше влияние дефектов структуры и тем ниже прочность.

По известным данным уменьшение прочности с увеличением размеров образца из туфа происходит до накопления всех дефектов. При этом наступает момент, когда дальнейшее увеличение образца практически не приводит к снижению прочности, она асимптотически приближается к постоянной величине. На кубиковую прочность шлака оказывает влияние также эффект обоймы, возникающий вследствие меньшей по сравнению с испытываемым образцом деформируемости в поперечном направлении плит, передающих усилие на образец. На соотношение кубиковой и призмной прочности влияет величина прочности камня. При увеличении прочности материала разница в прочности тел разной высоты уменьшается.

Изменение модуля упругости в зависимости от размеров образца наряду с изменением прочности также влияет на предельную сжимаемость шлака, полученную расчетным путем.

Литература.

1. Апагорпян З.А. Деформационные свойства вулканических туфов. Труды института камня и силикатов. Выпуск IV. М., 1968.
2. Беликов Б.П. и др. Методы исследований физико-механических свойств горных пород. Сб. «Физико-механические свойства горных пород». «Наука», 1964.
3. Симонов М.З. Основы технологии легких бетонов. Стройиздат, М., 1973.