

деформаций для данного конструкционного материала. Вариант определяющих соотношений нелинейной теории упругости, развивающий определяющие соотношения школы В.В. Новожилова-К.Ф. Черныха и школы И.С. Цуркова-П.А. Лукаша, разработан в тесном контакте с каждой школой с учетом соотношений Генки-Каудерера и доложен на заседании Президиума Научно-методического совета России по сопротивлению материалов, строительной механики, теории упругости и теории пластичности в 1995 году. В этом варианте определяющих соотношений связь между напряжениями и деформациями только для главных направлений есть Базовый экспериментально-теоретический закон, в котором нелинейные функции приняты в форме нелинейных функций П.А. Лукаша. Обобщенный закон для произвольных направлений записывается на основе положений классической теории напряженно-деформированного состояния [1, 2].

Вопрос о коэффициенте запаса может быть решен с помощью предельных поверхностей состояния материала [3], введенных школой Г.С. Писаренко-А.А. Лебедева. Эти поверхности, учитывающие параметры нелинейности материала, позволяют найти сферическую координату необходимой предельной точки и с помощью луча напряжений [4, 5] найти величину коэффициента запаса. Под лучём напряжений p понимается геометрическая сумма компонентов тензора напряжений, если их число меньше четырех. Пусть на поверхности предельных состояний материала, которая всегда есть физически нелинейная задача, решенная экспериментальным путем, лучу напряжений p соответствует сферическая радиальная координата p_{ipp} , определяющая предельный вектор состояния материала для некоторой точки K . При простом нагружении направления этих векторов совпадают. Тогда коэффициент запаса n может быть вычислен следующим образом:

$$n = p_{ipp}/p. \quad (1)$$

Если предельную поверхность состояния материала аппроксимировать треугольниками, то координату p_{ipp} можно находить по методике работы [5].

Когда задан нормативный коэффициент запаса $[n]$, то условие прочности можно записать по аналогии с методикой расчета на выносливость:

$$n \leq [n]. \quad (2)$$

Список литературы

1. Ершов В.И. Физические и геометрические соотношения нелинейной плоской задачи теории упругости в полярных координатах при малых деформациях // Восьмой Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике: аннотации докладов. – Пермь, 2001. – С. 250.

2. Ершов В.И. Определяющие соотношения нелинейной теории упругости на основе инвариантов тензора напряжений и тензора деформаций: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Минск, 1999. – 32 с.

3. Лебедев А.А., Ковальчук Б.И., Ламашевский Б.П., Гигияк Ф.Ф. Расчеты при сложном напряженном состоянии (определение эквивалентных напряжений) // АН УССР. Институт проблем прочности. – Киев, 1979. – 64 с.

4. Ершов В.И. Условия прочности для нелинейно-упругих материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – №12. – С. 109–110.

5. Ершов В.И. Аппроксимация функций допускаемых напряжений для нелинейно-упругих материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – №8.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО МОДИФИКАТОРА НА ПРОЧНОСТЬ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

Ложкин В.П.

*Международный университет фундаментального образования, Санкт-Петербург,
e-mail: lozhkin.vitaly@yandex.ru*

Описана технология модификации керамзитобетона вторичным поливинилхлоридом. Результаты испытания полученных образцов. Описана технология приготовления легкой бетонной смеси и режимы ее термообработки.

Модификация бетонов высокомолекулярными соединениями – распространенный и достаточно изученный способ улучшения их деформативно – прочностных свойств, коррозионной стойкости и морозостойкости. Введение твердых отходов термопластов в состав бетонной смеси малоизученный прием модификации легких бетонов, так как имеющиеся в наличии твердые полимерные отходы перерабатываются, как правило, до 50% в те же изделия, что и товарный продукт: пленку, трубы, окна и двери, профильные изделия и предметы ширпотреба.

Для модификации структуры керамзитобетона был использован вторичный поливинилхлорид (ПВХ) – мелко измельченный отход производства дренажных гофрированных труб фракции 0,006-0,15 мм, более 90% которых составляет ПВХ. Для снижения хрупкости композиции, обеспечения равномерности перемешивания и снижения температуры плавления ПВХ предварительно смешивается с дибутилфталатом (ДФФ), выдерживается не менее 6 часов, после чего вводится в состав бетонной смеси на стадии перемешивания заполнителей.

Для равномерного распределения отходов ПВХ в бетонной смеси и последующего оплавления при термообработке приняли наиболее распространенный и доступный пластификатор – дибутилфталат (ДФФ) ДБФ – эмпирическая формула $C_{16}H_{22}O_4$.

Для приготовления керамзитобетона, в качестве крупного заполнителя применялся керамзитовый гравий крупностью зерен 5-20 мм, марки по насыпной плотности 600 кг/м³.

В качестве мелкого заполнителя была применена смесь дробленого и обжигового керамзитового песка в соотношении по объему 1:3, песок кварцевый (речной) и карбонатный. При этом модуль крупности составлял соответственно 1,9:1,5:1,4. Насыпная плотность песков: дробленого керамзитового, кварцевого и карбона составляла соответственно 950, 1400, 1310 кг/м³, насыпная плотность обжигового керамзитового песка – 650 кг/м³. Бетонные смеси приготавливали на портландцементе марки 400 Воскресенского цементного завода. В экспериментальных работах применялись также традиционные для легких бетонов добавки, воздухововлекающая – СДО и пластифицирующая ЛСТМ-2.

Были исследованы основные физико-механические свойства керамзитобетона с добавкой измельченного вторичного поливинилхлорида, вводимого в бетонную смесь при ее приготовлении.

Для правильной оценки влияния модифицирующей добавки необходимо, придерживаться стабильного состава исходного бетона, несмотря на различие в видах песка. Целесообразно, также, оценить возможное снижение расхода цемента в модифицированных бетонах для равномарочных бетонов. Все эксперименты выполнялись на бетонных смесях равной пластичности в интервале 1,5-2,0 осадки конуса.

Экспериментально оптимизирована следующая последовательность приготовления бетонов модифицированных отходами ПВХ:

1. Загрузка и перемешивание заполнителей совместно с композицией «ПВХ+ДБФ» и 1/3 воды.

2. Введение цемента с пластифицирующей добавкой и 1/3 воды.

3. Оставшаяся часть воды с воздухововлекающей добавкой. Общее время перемешивания составляющей 5-7 мин.

Введение пастообразной композиции «ПВХ+ДБФ» вместе с заполнителем обеспечивает равномерное распределение ее по объему изделия, при этом необходимо увеличивать время перемешивания на этой стадии на 1-1,5 мин, что приводит к полному разрушению «комков» ПВХ с агрегированными по поверхности частицами песка.

После формирования образцы подвергались термообработке по различным температурно-временным режимам: тепловлажностной обработке по режиму: 4 часа предварительная выдержка, 3 часа подъем температуры, 5 часов изотермическая выдержка при $T = 75^{\circ}\text{C}$, 8 часов естественное остывание (4-3-5-8); сухой прогрев при $T = (140-150)^{\circ}\text{C}$ по режиму 4-1,5-4,5-8.

Цель варьирования тепловых режимов – добиться оптимальных условий для плавления ПВХ, превращения его формы и омоноличивания дефектов структуры цементно-песчаной матрицы бетона.

При этом были определены следующие характеристики: кубиковая прочность, средняя плотность, призмная прочность, прочность на растяжение, начальный модуль упругости, коэффициент Пуассона, предельные деформации, ползучесть и усадка, а также коэффициент теплопроводности, исследовалась морозостойкость.

В качестве объекта модификации выбраны керамзитобетоны М75...М100 (В5...В75) на различных песках: кварцевом, карбонатном и дробленном керамзитовом. Выбор различных типов песков обусловлен необходимостью расширить номенклатуру модифицированных бетонов. Контрольные составы бетонов плотной и пористой структуры приведены в таблице.

М	Бетон	Цемент, кг	Керамзит по фр., л		Песок, л	Вода, м	Добавки, %	
			10-20 мм	5-10 мм			СДО	ЛСТ
1	Плотный М100 (В7, 5)	260	360	540	500	190-250	-	-
2	Поризованный М75 (В5, 0)	250	400	600	350	170-180	0,2	0,2

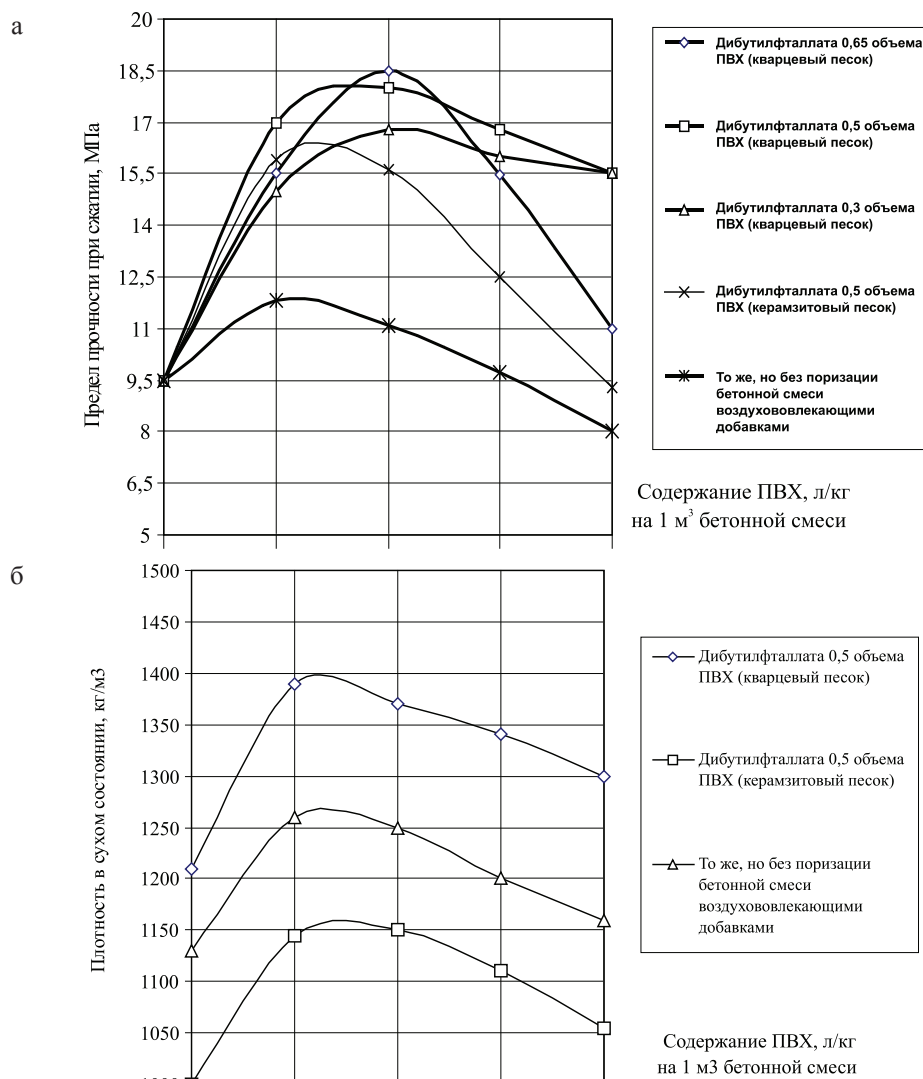
Высокотемпературная сушка образцов – наиболее эффективный способ термообработки для контрольных и модифицированных образцов, как на кварцевом, так и на карбонатном песках. Следует отметить значительное возрастание прочности бетона после модификации и ярко выраженное уплотняющее действие композиции «ПВХ+ДБФ».

Опытные формовки, проведенные на различных видах песков показали, что введение отходов ПВХ свыше 35 кг/м³ в состав бетонной смеси нецелесообразно, так как это не приводит к существенному увеличению прочности керамзитобетона (рисунок).

Соотношение объемов ДБФ и ПВХ в период подготовки модифицирующей композиции должно быть близко к 0,3-0,5, так как снижение этой величины менее 0,3 приводит к комкуемо-

сти ПВХ в бетономешалке и неравномерности перемешивания по объему бетонной смеси.

При модификации отходами ПВХ керамзитобетона на пористом керамзитовом песке, что на керамзитобетоне плотной структуры без воздухововлекающих добавок эффект значительно снижается. Так, например, для поризованного керамзитобетона увеличение прочности после модификации составляет 100%, а для керамзитобетона плотной структуры 20%. Это обстоятельство связано, с возможностью заполнения поровой структуры бетона расплавленной композицией ПВХ, увеличивающейся в объеме в несколько раз по сравнению с объемом исходного, полимера. Кроме того, выделение летучих их веществ при ТО в большей степени разрыхляет структуру плотного бетона, чем поризованного.



Зависимость прочности при сжатии и плотности бетона от содержания отходов ПВХ

Изменение плотности бетонов на кварцевом и керамзитовом песках при увеличении содержания ПВХ в целом также характеризуется экстремальными зависимостями с максимумом, приходящимся на содержание ПВХ в количестве 35 кг/м^3 или около 60 л/м^3 (рисунок б).

При этом следует отметить, что при увеличении плотности бетонов менее чем на 200 кг/м^3 , прочность при сжатии практически удваивается. Снижение плотности бетона при увеличении концентрации ПВХ вызвано разуплотнением структуры бетона выделяющимися в большом объеме газообразными продуктами

С практической точки зрения большой интерес представляет поверхностная модификация бетонов полимеризующимися составами. Для такого рода изделий и конструкций, например, плит полов, стеновых камней и др. эксплуатирующихся в условиях одностороннего воздействия агрессивной, водной, воздушной среды или механического воздействия (абразивный износ, ударные нагрузки) достаточно провести поверхностную

(1,0-1,5), а не объемную модификацию. Кроме того, ПВХ расплавляясь в структуре бетона во время термообработки стремится под действием силы тяжести к нижней поверхности изделия и концентрация его, а значит, и модифицирующее воздействие должно быть выше с нижней (во время термообработки) поверхности.

Для оценки этих предположений были изготовлены образцы – кубы и плиты из керамзитобетона с добавкой ПВХ (по объему) в интервале до 200 л/м^3 по насыпному объему. После термообработки при 150°C в течение 5 часов образцы испытывались на истираемость по нижней и по верхней граням – «лицом вниз» и «лицом вверх».

Для определения технологических особенностей поверхностной модификации бетонных изделий были отформованы образцы – призмы из керамзитобетона на карбонатном песке бетонного слоя с ПВХ по одной из граней от 1 до 3 см. После термообработки по режиму 150°C в течение 5 часов призмы испытывались на прочность при растяжении. Разрушение образцов происходило

по не модифицированному бетону, ни каких дефектов в контактной зоне до и после испытаний не наблюдалось. Значение прочности при растяжении при этом составляет 0,9-1,1 МПа.

Таким образом, послойное формование изделий можно успешно применять при модификации одной из граней различных плит полов, тротуарных плит, стеновых блоков, поверхности архитектурных элементов.

Для модифицированного оптимальной дозировкой ПВХ бетона линейный классический вид зависимости сохраняется, но на более высоком уровне. Из представленных зависимостей следует, что при экстраполяции прямых в область более высших значений расхода цемента эффект введения ПВХ для одномарочных бетонов, например, М150 (В12,5) будет эквивалентен снижению расхода цемента на 60-70 кг/м³.

Выводы

1. Установлено, что введение мелкодисперсных отходов ПВХ в оптимальных дозировках – 50-100 л в насыпном виде или 35-70 кг/м³ способствует увеличению прочности керамзитобетона на различных песках в 1,5-2 раза.

2. Введение отходов ПВХ в бетонную смесь возможно только после совмещения с пластификатором в соотношении I: (0,3-0,5) по объему и выдержки композиции не менее 6 часов.

3. Установлено, что на керамзитобетоне плотной структуры без воздухововлекающих добавок эффект модификации композицией

«ПВХ+ДБФ» значительно снижается. Для поризованного керамзитобетона увеличение прочности после модификации составляет 100%, а для керамзитобетона плотной структуры 20%.

4. Экспериментально обосновано, что высокотемпературная сушка образцов при температуре 140-150 °С в течение 4-5 часов наиболее эффективный способ термообработки с ПВХ на всех видах мелких заполнителей.

5. Доказано, что эксплуатационные качества поверхности модифицированных образцов зависят от их пространственного расположения во время термообработки, вследствие оплавления ПВХ и перемещения под воздействием собственной массы.

6. В интервале расхода цемента от 180 до 260 кг/м³ для керамзитобетона с ПВХ и без него прочность при сжатии изменяется по линейному закону, но на более высоком уровне для модифицированных бетонов. Установлено, что для равнопрочных бетонов эффект модификации эквивалентен экономии расхода цемента 60-70 кг/м³.

7. Экспериментально подтверждена возможность поверхностной модификации бетонных изделий методом послойной укладки бетонных смесей с ПВХ и без него. Отслоений и дефектов в контактном слое не наблюдается. При испытаниях на прочность при растяжении граница разрушения проходит по не модифицированному слою.

Физико-математические науки

ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ: НОВЫЙ КРИТЕРИЙ И ШКАЛА

Аскеров Ш.Г.

Бакинский государственный университет, Баку,
e-mail: ashahlar@hotmail.com

Картина развития мира за последние сто лет показывает, что наряду с успехами имеют место также видимые и невидимые недостатки. Две мировые войны, глобальное потепление, нарушение экологического равновесия и гармонии между экономическим и духовным развитием, широкое распространение наркотиков и оружия массового уничтожения и т.п. свидетельствуют о наличии недостатков и погрешностей в развитии человечества. Все эти отступления от верного Пути свидетельствуют о том, что, старые методы оценки ценностей (в том числе знания) потеряли силу, и имеется потребность в новых методах оценки ценностей.

В данной работе предлагаются новые шкала и критерий оценивания знания. И в качестве модели предлагается взять *стакан с жидкостью*. Жидкость, находящаяся в стакане, предполагается что, является «жидкостью знаний». Прежде, чем описать новую шкалу, сначала необходимо разобраться в сущности старой системы оценки знаний. Отметим высоту заполненной

части стакана L_3 , пустой части L_n , а общую высоту стакана L_0 . Очевидно, что общая высота стакана равна сумме заполненной и пустой частей:

$$L_0 = L_3 + L_n. \quad (1)$$

Из этой простой формулы можно получить важные результаты.

1. Классическая шкала оценки знания. Если разделить обе части формулы (1) на L_0 и соотношение L_3/L_0 обозначить буквой a , тогда получится формула:

$$a = 1 - L_n/L_0. \quad (2)$$

Здесь, a является отношением высоты заполненной части стакана к полной высоте L_0 и ее можно назвать коэффициентом *относительного заполнения*, точнее, *усвоения знаний*. Как видно из формулы (2) значение этого коэффициента меняется в интервале (0-1). Отношение L_n/L_0 характеризует неусвоенную часть знаний, то есть относительную *нехватку знаний*. Нетрудно понять, что коэффициент относительного усвоения (a) здесь выступает как критерий оценки знания. Так как,

а) когда, $a = 1$ то есть когда $L_3 = L_0$ учебный материал усвоен на 100%;

б) когда, $a = 0,5$ материал усвоен на 50%, то есть $L_3 = L_0/2$ или $L_3 = L_n$;