

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

М. З. Симонов и Т. Г. Матузов

Высокопрочные бетоны на пористых заполнителях для тонкостенных сборных железобетонных конструкций

1. Цели исследования и использованные материалы

Современные тенденции в развитии сборного железобетонного строительства заключаются в переходе на тонкостенные конструкции и использование бетонов высоких марок. Новые способы изготовления пустотелых железобетонных конструкций, в особенности вакуумный способ [1, 2], позволяют в производственных условиях получать элементы с толщиной стенок 20–15 мм. Имеется опыт изготовления кровельных часторебристых плит с толщиной стенок 10 мм. Действующими техническими условиями предусматривается применение бетонов высоких марок. Использование этих бетонов совершенно необходимо при изготовлении предварительно-напряженных железобетонных конструкций.

Настоящая работа ставит своей целью получение высокопрочных бетонов на основе пористых заполнителей. Очевидно, что получение легких бетонов высоких марок должно потребовать относительно большего расхода цемента, чем обычных бетонов равной с ними прочности. Однако как показала, например, практика высотного и большепролетного строительства, а также практика железобетонного судостроения, в такого рода сооружениях первостепенное значение имеет уменьшение собственного веса материала. В связи со сказанным и имея в виду ряд бесспорных преимуществ применения легкого бетона в индустриальном строительстве, необходимо было изучить возможности получения легких бетонов высоких марок с малыми весовыми показателями, с использованием в качестве заполнителей различных пористых материалов.

Ограничивая свою задачу изучением технологических возможностей необходимо отметить, что полученные данные могут послужить также материалом при уточнении области применения высокопрочных легких бетонов с точки зрения экономической целесообразности.

В опытах были использованы пористые заполнители из анижской пемзы, арктической туфолавы, литонидной пемзы, аванского туфа и для сравнения, заполнители из обсидаина и обычные—базальтовый

щебень и кварцевый песок. Объем пустот базальтового щебня и кварцевого песка составлял соответственно 0,56 и 0,40. Портланд-цемент был использован марки „400“, с нормальной плотностью 27% и со сроками начала и конца схватывания 2 ч. и 4 ч. 20 м. Образцы изготавливались в виде кубиков размерами $10 \times 10 \times 10$ см и хранились в течение всего времени во влажных условиях. Одна серия образцов изготавливалась на заполнителях с крупностью зерен не свыше 5 мм, т. е. на песке, и другая серия—на песке и щебне с зернами не крупнее 25 мм. Консистенция в обоих случаях принималась с осадкой нормального конуса в пределах 3—5 см.

В пемзовом песке содержание пылевидных частиц составляло 42%, в то время как в других песках из пористых материалов содержание их составляло 19—26%. Поэтому, для сравнимости между собой результатов испытаний, в пемзовом песке содержание пылевидных частиц, путем отсева части их, также было уменьшено и доведено до 26%.

Вопрос о том, какое влияние может оказывать на качества бетонов (растворов) повышенное содержание пылевидных частиц в песках из пористых материалов представляет самостоятельный интерес, поскольку в зависимости от прочности измельчаемых в песок пористых материалов и применяемых дробильных устройств содержание таких частиц может меняться. В естественных песках из пористых материалов содержание пылевидных частиц бывает различным. Так, например, в Аийском месторождении пемзы, наряду с песками с малым содержанием пылевидных частиц, имеются также значительные запасы песка с содержанием таких частиц до 42—45%. В связи с указанным, наряду с проведением основных опытов, были поставлены также опыты по изучению влияния повышенного содержания пылевидных частиц на прочность растворов.

2. Экспериментальная часть

В соответствии с поставленными целями были проведены три серии опытов.

Первая серия предусматривала изучение прочности на сжатие в возрасте 28 дней бетонов, изготовленных на 6 различных заполнителях с предельным размером зерен щебня 25 мм, с расходом цемента 200, 400, 600 и 800 кг/м³.

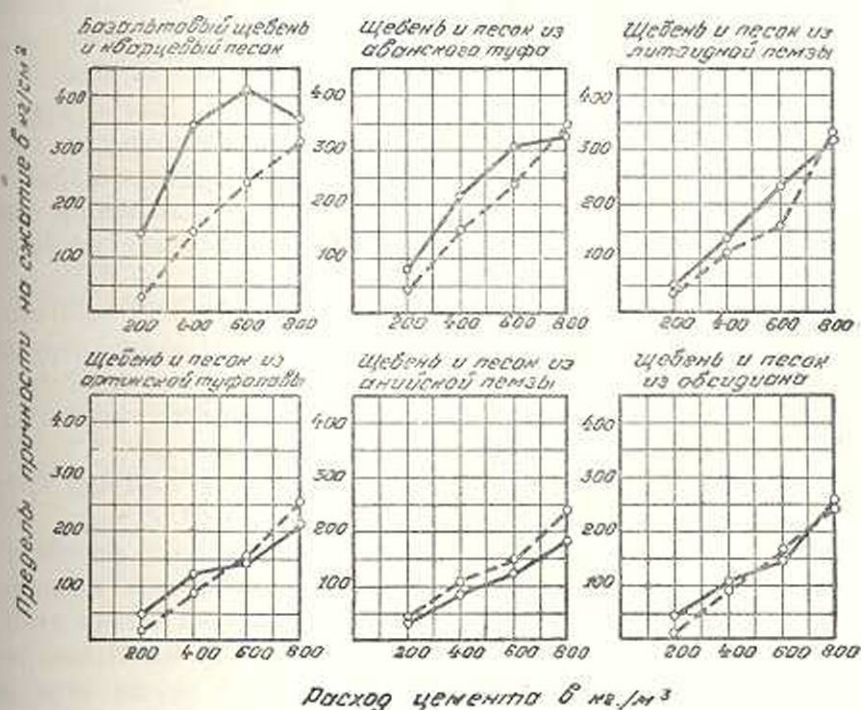
Вторая серия предусматривала изучение прочности на сжатие в 28-дневном возрасте растворов, изготовленных на тех же заполнителях, что и в предыдущем случае, при тех же расходах цемента. Эти опыты отличались от предыдущих только отсутствием в составе заполнителя щебня.

Третья серия опытов предусматривала изучение влияния на прочность растворов содержания в пористых песках пылевидных частиц. Сравнительные испытания на сжатие в 28-дневном возрасте были проведены на растворах, изготовленных на аийском песке с со-

держанием пылевидных частиц в количестве 42 и 26%, и на песке из арктического туфа с содержанием этих частиц 42 и 19%.

3. Высокопрочные бетоны, полученные на различных пористых заполнителях

Проведенные опыты позволяют осветить вопрос о наибольших прочностях бетонов (растворов) на сжатие, получаемых при использовании различных по роду и крупности заполнителей. На фиг. 1 показаны кривые прочности растворов и бетонов на различных заполнителях в зависимости от расхода цемента.



* Фиг. 1. Пределы прочности на сжатие бетонов и растворов в 28-дн. возрасте, изготовленных на различных заполнителях.

Как видно из приведенных данных, прочность бетонов на сжатие пропорциональна расходу цемента, но до известных пределов, определяемых прочностью заполнителей. Бетоны на базальтовом щебне достигают максимальной прочности при расходе цемента 600 кг/м³, и дальнейшее увеличение расхода цемента вызывает даже некоторое снижение прочности бетона, что может быть объяснено относительным снижением плотности цементного камня (по сравнению с плотностью заполнителя).

Прочность бетонов на щебне из аванского туфа, являющегося наиболее прочным из примененных в наших опытах пористых материалов, растет пропорционально расходу цемента также в пределах

600 кг/м³. Дальнейшее увеличение расхода цемента хотя и вызывает увеличение прочности бетона, но весьма незначительно.

Прочность бетонов на пористых заполнителях из литоидной пемзы, арктической туфолавы и аниийской пемзы, а также на обсидиановых заполнителях растет пропорционально расходу цемента вплоть до предельно принятого расхода его 800 кг/м³.

Прочность растворов на всех примененных в опытах заполнителях как плотных, так и пористых, растет пропорционально увеличению расхода цемента вплоть до предельно принятого 800 кг/м³.

При малых расходах цемента и при прочных заполнителях растворы обладают меньшей прочностью, чем бетоны. Чем слабее заполнители и чем больше расход цемента, тем относительно большей прочностью обладают растворы. При наиболее прочных заполнителях, принятых в опытах, растворы дают прочности близкие к прочности бетонов при высоких расходах цемента. Чем слабее заполнители, тем при меньших расходах цемента растворы по своей прочности догоняют и перегоняют бетоны. При особенно слабых заполнителях (аниийская пемза) прочности растворов оказываются большими, чем прочности бетонов, для расходов цемента начиная с 200 кг/м³ и выше.

При цементах марки „400“ и при расходах цемента 400—600 кг/м³, на основе аниийской пемзы и арктической туфолавы можно получить бетоны марки „100“—„150“, а с увеличением расхода цемента до 800 кг/м³, и марку „250“. На указанных заполнителях высокие марки легче получить на растворах, чем на бетонах.

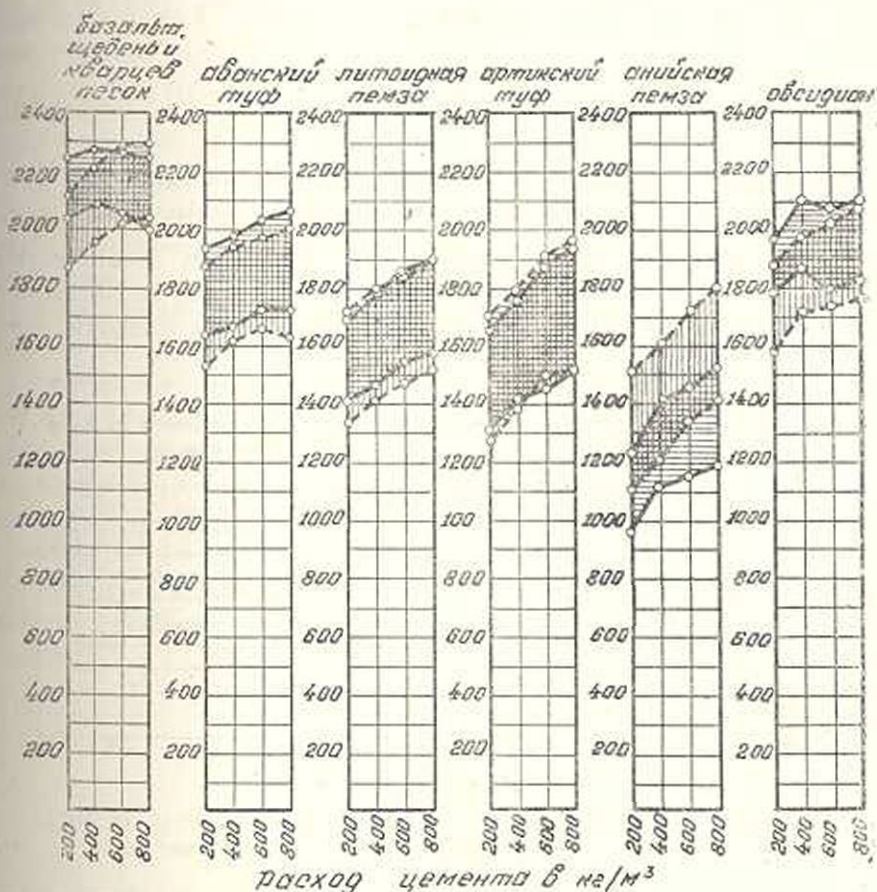
На заполнителях из литоидной пемзы или из плотных туфов типа аванского можно получить бетоны марки до „300“.

Приведенные здесь выводы, как уже указывалось, относятся к бетонам (растворам), предназначенным для изготовления трнкостенных железобетонных изделий. В соответствии с этим бетоны изготавливались на щебне с размерами зерен не крупнее 25 мм. Анализ проведенных опытов дает основание полагать, что в случае использования щебня с более крупными зернами (40 мм и больше) возможности получения бетонов высоких марок улучшились бы для прочных пористых заполнителей (аванский туф, литоидная пемза) и ухудшились бы для малопрочных заполнителей (аниийская пемза и арктическая туфолава).

4. Весовые показатели бетонов

При проведении опытов были определены объемные веса бетонов и растворов в свежизготовленном виде и в месячном возрасте. Хранение бетонов и растворов, как указывалось выше, производилось во влажном состоянии. Поэтому, определение значений объемного веса бетонов и растворов в затвердевшем сухом состоянии можно сделать только путем расчета. Значения эти можно принять равными сумме весов сухих материалов в кг, израсходованных на 1 м³

бетона (раствора), плюс вес воды в количестве 20 процентов от веса цемента, имея в виду количество ее, химически связанное с цементом при твердении в течение одного года.



Фиг. 2. Объемные веса свежизготовленных бетонов и растворов на различных заполнителях.

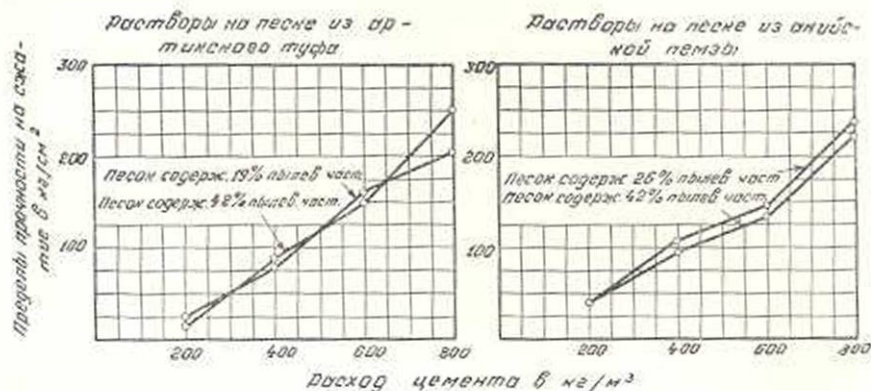
На фиг. 2 сплошными линиями обозначены объемные веса бетонов, пунктирными—объемные веса растворов. Верхние две линии (сплошная и пунктирная) показывают объемные веса бетонов и растворов в свежизготовленном виде, нижние две линии—суммы весов материалов, израсходованных на изготовление бетонов и растворов, за вычетом веса воды. Значения объемных весов бетонов и растворов в сухом состоянии очевидно расположатся между верхними и нижними линиями.

Сопоставляя данные на фиг. 1 и 2, можно заметить, что во всех случаях, когда прочность бетонов превышает прочность растворов, объемные веса бетонов также являются большими, чем у растворов. Когда растворы обладают большей прочностью, чем бетоны, объемные веса их также являются большими. Сказанное имеет место как при сравнении отдельных видов заполнителей между собой, так и

для одного вида заполнителя, но при различных расходах цемента. Так, например, при малых расходах цемента растворы весьма существенно уступают по своей прочности бетонам и, как видно из фиг. 2, то же самое имеет место и в отношении объемного веса. При высоких же расходах цемента, когда прочность растворов мало уступает прочности бетонов, объемный вес раствора не только догоняет, но и перегоняет объемный вес бетонов.

5. Влияние содержания пылевидных частиц в пористых заполнителях на прочность растворов

По данным сравнительной прочности растворов, изготовленных на песках из арктической туфолавы и аниийской пемзы, в зависимости от содержания в них пылевидных частиц построены графики, показанные на фиг. 3



Фиг. 3. Кривые прочности на сжатие в 28-дн. возрасте растворов на песках с различным содержанием пылевидных частиц

Они с достаточной наглядностью показывают, что увеличение в указанных пористых заполнителях содержания пылевидных частиц с 19 и 26% до 42% (по весу от смеси) практически не влияет на прочность растворов.

Несколько более заметным является влияние высокого содержания пылевидных частиц в песке на увеличение объемного веса растворов.

Институт строительных материалов
и сооружений Академии наук
Армянской ССР

Поступило 18 IX 1951

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов М. З. Новые типы и методы изготовления бетонных и железобетонных изделий. Стройиздат, 1950.
2. Гершберг О. А. и Симонов М. З. Изготовление пустотелых балочных конструкций с применением вакуумирования. «Бюллетень строительной техники», № 12, 1950.

Մ. Զ. Սիմոնով եւ Ս. Գ. Մանուկով

ԾԱԿՈՏԿԵՆ ԼՅԻՋՆԵՐՈՎ ԲԱՐՁՐԱՄՈՒՐ ԲԵՏՈՆՆԵՐ ՆՐԲԱՊԱՏ
ՀԱՎԱՔՈՎԻ ԵՐԿԱԹԱԲԵՏՈՆ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ

Ա. Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հոգւածում քննութեան են տուած բարձր ամրութիւն ունեցող բետոնների և շաղախների ստացման հնարավորութիւնը զանազան ծակոտկեն լցիչների՝ անիի պեմզայի, արթիկի տուֆալալայի, ավանի տուֆի, լիտիդ պեմզայի՝ կիրառման դեպքում: Համեմատութեան համար բերված են բազալտի և օրսիգիանի լցիչներով պատրաստած բետոնի և շաղախի ցուցանիշները:

Փորձերը ցույց են տվել, որ «400» մարկայի 400—600 կգ/մ³ ցեմենտի ծախսումով, անիի պեմզայի և արթիկի տուֆալալայի լցիչներով կարելի է ստանալ 100—150 մարկայի բետոն, իսկ ցեմենտի ծախսը հասցնելով 800 կգ/մ³ նաև 250 մարկայի:

300 մարկայի բետոն կարելի է ստանալ, օգտագործելով որպէս լցիչ ավանի տուֆը և լիտիդ պեմզան: Փորձերը հնարավորութիւն են տվել պարզելու բարձրամուր բետոնների և շաղախների կշռային ընդթելը:

Արթիկի տուֆալալայի և անիի պեմզայի լցիչներում պարունակվող փոշու քանակը 19—26% -ից մինչև 42% փոփոխվելը գործնականորեն չի ազդում այդ լցիչներով պատրաստված բետոնների և շաղախների ամրութեան վրա: