

ВЛИЯНИЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК НА ВОДОСТОЙКОСТЬ АРБОЛИТА

Как известно, водостойкость материала – это способность его не разрушаться и не уменьшать в значительной степени свои прочностные показатели под влиянием длительного насыщения водой. Обычно насыщение материала водой и связанное с этим ослабление сцепления между частицами влекут за собой понижение прочности материала. Водостойкость характеризуется коэффициентом размягчения, который представляет собой отношение предела прочности при сжатии материала, насыщенного водой, к пределу прочности при сжатии материала в сухом состоянии:

$$K_{\text{разм}} = \frac{R_{\text{сж}}^{\text{в/н}}}{R_{\text{сж}}^{\text{сух}}} \quad (1)$$

Материалы с $K_{\text{разм}} \geq 0,8$ относят к водостойким, а материалы с $K_{\text{разм}} < 0,8$ считаются неводостойкими. Однако иногда материалы такие, как растворы и бетоны, в состав которых входят постепенно упрочняющиеся вяжущие, могут иметь $K_{\text{разм}}$ больше единицы. Это происходит вследствие того, что вода, вступая в химическое соединение с цементом, вызывает образование дополнительных порций геля и уплотняет образовавшийся цементный камень и изделие в целом. В табл. 1 приведены значения $K_{\text{разм}}$ для легких бетонов различного состава [1].

Таблица 1.

Значения $K_{\text{разм}}$ для некоторых видов и составов легкого бетона

Вид легкого бетона	$\rho_{\text{бет}}, \text{кг/м}^3$	$R_{\text{сж}}^{\text{в/н}}, \text{МПа}$	$R_{\text{сж}}^{\text{сух}}, \text{МПа}$	$K_{\text{разм}}$
Керамзитобетон	985	4,92	3,5	0,71
	1208	10,61	9,25	0,87
Пенозолобетон	630	5,5	3,1	0,56
	650	7,4	5,1	0,69

Как видно из табл. 1, $K_{\text{разм}}$ легких бетонов увеличивается с увеличением их плотности.

Водостойкость же обычного цементного арболита характеризуется коэффициентом размягчения, доходящим в некоторых случаях до 0,5 при максимальном водонасыщении [2]. В среднем же для арболита этот показатель составляет 0,7–0,8. Уменьшение прочности арболита особенно заметно при влажности его выше 20 %, а величина этого уменьшения в зависимости от влажности может достигать до 50 %, в связи с чем его следует защищать от увлажнения.

В значительной степени водостойкость арболита зависит от вида и характеристик используемых заполнителей и наполнителей, в связи с чем были проведены исследования по изучению влияния тонкодисперсных минеральных добавок на эту характеристику. При проведении экспериментов исследовали их влияние на влажность, водопоглощение, среднюю плотность, прочность при сжатии и коэффициент размягчения данного стенового материала.

Исследования выполняли на ранее апробированном составе арболита на песке с расходом цемента марки 500, равном 360 кг/м^3 , обеспечивающем прочность при сжатии в возрасте 28 сут. $2,0 \div 2,5 \text{ МПа}$ и среднюю плотность в сухом состоянии 700

кг/м³. На базе этого состава были подобраны составы арболита с двумя видами тонкодисперсных добавок – вторичным продуктом АБЗ – тонкодисперсной минеральной добавкой ТМПГ по ТУ РБ 02071903.252-2000 с $\rho_{уст} = 2,615 \text{ г/см}^3$, $\rho_{о.нас.} = 760 \text{ кг/м}^3$ и тонкостью помола (ост. на сите 008) – 1,5 % и утяжелителем доломитовым ОАО «Доломит» по ТУ РБ 00294585.003-97 с $\rho_{уст} = 2,72 \text{ г/см}^3$, $\rho_{о.нас.} = 1100 \text{ кг/м}^3$ и тонкостью помола (ост. на сите 008) – 3 %. В качестве вяжущего был использован волоковский портландцемент с активностью 450 кг/см², в качестве древесных заполнителей применяли стружку и опилки смешанных пород. Для минерализации древесных заполнителей использовали полиметаллический водный концентрат ПВК (СТБ 113-98), являющийся одновременно и ускорителем твердения.

Оценку влияния вида минерального заполнителя на исследуемые свойства осуществляли на трех сериях (составах) арболита (табл. 2).

Таблица 2. Составы арболита, использованные в экспериментах

Вид минерального заполнителя	Расход материалов на 1 м ³							
	Цемент, кг	Древесные заполнители ^{*)}		Минеральные заполнители			ПВК, кг	Вода, л
		Опилки, л/кг	Стружка, л(кг)	Песок, кг	Ут. дол., кг	ТМПГ, кг		
Песок	360	800/112	860/60	150	–	–	56	375
Ут. дол.	320	800/112	860/60	–	150	–	56	375
ТМПГ	320	800/112	860/60	–	–	150	56	375

^{*)} Объем – в насыпном состоянии.

Во всех составах было принято одинаковое содержание древесных заполнителей (опилок и стружки) и одинаковое соотношение между ними.

В составе первой серии в качестве минерального заполнителя использовали песок, в составах второй и третьей серий – утяжелитель доломитовый и тонкодисперсный минеральный продукт газоочистки (ТМПГ), содержание песка и обоих видов микронаполнителей составляло 150 кг. Расход вяжущего в арболите на песке составлял 360 кг, в составах на добавках Ут. дол. и ТМПГ – 320 кг на 1 м³.

Для проведения исследований из арболитовой смеси каждой серии формовали контрольные образцы-кубы с ребром 10 см. После распалубки они хранились в течение 28 суток в воздушных естественных условиях при температуре 18..20 °С и влажности воздуха в помещении 65..70 %. По истечении 28 сут. часть образцов каждой серии взвешивали, определяли среднюю плотность в состоянии естественной влажности, после чего их испытывали и определяли прочность на сжатие в состоянии естественной влажности.

Остальные образцы высушивали до постоянной массы, определяли их влажность и плотность в сухом состоянии, после чего половину этих образцов испытывали на сжатие и определяли прочность при сжатии арболита в сухом состоянии. Вторую половину образцов подвергали водонасыщению в течение 48 часов, определяли водопоглощение и среднюю плотность водонасыщенного арболита, после чего образцы испытывали на сжатие и по величинам прочности при сжатии сухого и водонасыщенного арболита рассчитывали значения коэффициента размягчения арболита исследуемых составов.

Результаты экспериментов, представленные в табл. 3, иллюстрируют влияние тонкодисперсных минеральных добавок на исследуемые характеристики арболита.

Из приведенных данных видно, что вид используемого минерального заполнителя практически не сказался на влажности арболита в возрасте 28 сут.: ее величины

составляли 15,2; 15,4 и 14,98 % для арболита на песке, Ут. дол. и ТМПГ, соответственно. При использовании тонкодисперсных добавок наблюдается некоторое увеличение средней плотности арболита: для арболита на Ут. дол. оно составило 1,6 % в сухом состоянии и около 3 % – в состоянии естественной влажности, для арболита на ТМПГ – на 5,9 и 6,5 %, соответственно. Эксперименты показали также, что при использовании вместо песка вышеупомянутых микронаполнителей обеспечивается снижение водопоглощения арболита. Из приведенных данных видно, что величина водопоглощения после 48 часов водонасыщения для арболита на Ут. дол. была на 3,7 %, а для арболита на ТМПГ – на 10,8 % ниже по сравнению с арболитом на песке.

Оценку водостойкости арболита (коэффициента его размягчения), как было указано выше, осуществляют по величине снижения прочности при сжатии в состоянии его максимального водонасыщения. Вместе с тем, при наличии надлежащей защиты арболита от воздействия атмосферной влаги, его эксплуатационная влажность обычно значительно (в 4..5 раз) ниже. В этой связи, наряду с оценкой снижения прочности арболита при максимальной влажности и его коэффициента размягчения, представляет практический интерес величина прочности при сжатии в состоянии естественной влажности, а также ее соотношения с прочностью высушенного арболита.

Как видно из данных табл. 3, арболит на исследуемых минеральных добавках при всех вышеупомянутых значениях влажности характеризуется более высокими значениями прочности по сравнению с арболитом на песке, несмотря на то, что арболит на песке содержал на 40 кг/м³ больше цемента. В частности, это превышение составило для арболита на Ут. дол. в высушенном состоянии – в 1,28 раза, при естественной влажности – в 1,33 раза, при полном водонасыщении – в 1,13 раза. Для арболита на ТМПГ это превышение составило, соответственно, в 1,44; 1,48 и 1,33 раза.

Сравнение значений коэффициента размягчения арболита исследуемых составов показывает, что его значения для арболита с микронаполнителями Ут. дол. и ТМПГ несколько ниже по сравнению с арболитом на песке:

для арболита с Ут. дол. – на 11,6 %, для арболита на ТМПГ – на 7,7 %. Исходя из простого сравнения численных значений *Кразм.* следовало бы сделать вывод о меньшей водостойкости арболита с минеральными добавками. Вместе с тем, анализируя приведенные в табл. значения прочности при сжатии, можно отметить, что меньшие значения коэффициента размягчения для арболита с минеральными добавками Ут. дол. и ТМПГ по сравнению с арболитом на песке, обусловлены, главным образом, не столько снижением прочности в состоянии максимального водонасыщения, сколько более высокими значениями прочности арболита с минеральными добавками в высушенном состоянии. Если же сравнить значения отношения прочности арболита при естественной влажности к его прочности в высушенном состоянии, то можно отметить, что для арболита с минеральными добавками эта характеристика выше, чем для арболита на песке. Другими словами, при обеспечении надлежащей защиты от внешнего атмосферного воздействия влаги и сохранении влажности в пределах 14..16 % арболит с исследуемыми добавками обладает лучшими эксплуатационными свойствами по сравнению с арболитом на песке.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод о целесообразности применения исследуемых минеральных добавок в арболите. Некоторое снижение численного значения *Кразм.* в условиях максимального водонасыщения компенсируется значительным увеличением прочности при сжатии арболита с данными добавками по сравнению с арболитом на песке, несмотря на меньший расход цемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлаков Г.С. Технология изделий из легкого бетона. - М.: «Высшая школа», 1986, с. 79-80.
2. Бужевич Г.А. Арболит. - М.: Изд-во литер, по стр-ву, 1968, С. 49.

УДК 666.972.16

Брутханс Зденко, Земанек Эрик

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК В РАЗНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОНА

В последние пять лет произошло в нашем строительстве необыкновенный размах использования изделий строительной химии на практике бетонирования. Он затронул все до тех пор применяемые технологии изготовления бетона и позволил развитие новых технологий, которые без применения добавок невозможно реализовать. Наиболее широко применяемыми добавками являются добавки, снижающие потребление воды, которые позволяют целенаправленно влиять на следующие свойства бетона: прочность, водонепроницаемость, долговечность, способность к обработке и потребление цемента. Они не вступают в химические реакции с цементом, их действие является физико-механическим, оно состоит в снижении количества воды затворения при сохранении требуемой подвижности или жидкотекучести изготавливаемого бетона.

По химическому составу добавки, снижающие потребление воды, делятся на: лигносульфонаты, нафталинформальдегидные смолы, меламинформальдегидные смолы, поликарбоксилаты. Лигносульфонаты являются поверхностноактивными веществами, которые снижают поверхностное напряжение воды, которая после смешения с цементом и каменным материалом окружает все компоненты бетона. В результате этого увеличивается их подвижность и бетон становится пластичным. Меламин, или нафталинформальдегидные смолы и поликарбоксилаты адсорбируются на поверхности цементных зёрен и придают им отрицательный заряд. В результате этого цементные зёрна взаимно отталкиваются и увеличивают подвижность бетона. Чем длиннее цепи, создающие молекулы суперпластификатора, тем интенсивнее является это отталкивание. Поликарбоксилаты имеют самые длинные молекулы, которые имеют приблизительно двукратный пластификационный эффект, чем меламин или нафталинформальдегидные смолы. Срок длительности пластификационного эффекта поликарбоксилатов является как минимум в 3-4 раза длиннее, чем у нафталин- или у меламинформальдегидных смол.

В настоящее время большинство у нас сооружаемых бетонных конструкций возводится из транспортбетона. Широкое применение транспортбетона на практике приносит всё новые требования к его свойствам. Наиболее важным является сохранение подвижности бетона после его транспортировки на стройку, причём, время транспортировки обыкновенно длится 60 и более минут. Это означает замедление скорости гидратации в первые часы после смешивания цемента с водой бетона. Одновременно в большинстве случаев требуется быстрый рост начальной прочности в результате быстрого продвижения работ на стройке. Изготовление транспор-