

В. О. Саакян

О возможности частичной замены портландцемента анийским известково-пемзовым вяжущим в бетонах и строительных растворах

Экономия цемента в бетонах и строительных растворах достигается, в основном, путем применения активных гидравлических добавок, инертных пылевидных уплотнителей или пластификаторов.

Необходимость введения в состав бетона и строительного раствора тонкомолотых и дисперсных добавок обуславливается тем, что цементная промышленность выпускает цементы марок „300“—„600“.

Высокая активность этих цементов экономически не целесообразна для использования в низкомарочных бетонах и строительных растворах.

В строительстве широко применяются бетоны марок „25“, „50“, „75“, „100“, „150“ и растворы—„10“, „25“, „50“.

При минимальном расходе цемента, предусмотренном нормативами, высокая активность цемента в бетонах и растворах указанных марок не используется полностью.

Фактический расход цемента часто определяется не по прочности бетона и раствора, а по их плотности и удобоукладываемости.

При соблюдении условий плотности и удобоукладываемости фактическая прочность бетона—раствора на чистом цементе—получается избыточной.

Для того чтобы полностью использовать активность цемента, технические условия разрешают разбавлять его гидравлическими или инертными тонкомолотыми добавками.

В связи с отсутствием тонкомолотых добавок на месте, в Армении в качестве пластификатора в строительных растворах применяется отход ацетиленового производства—карбидный шлак, с содержанием 50—60% воды, наличие которой вызывает излишние перевозки, а применение его в бетоне не целесообразно ввиду резкого снижения прочности последнего.

Применение карбидной извести-шлама производится в тестообразном состоянии, в связи с чем требуется предварительное растирание его с целью исключения возможности образования в растворе комков извести.

В настоящей статье предлагается взамен шлама — карбидной извести применять анийское известково-пемзовое вяжущее — анийский цемент, который содержит 40% тонкомолотой анийской пемзы и 60% негашеной гидравлической извести.

Основное преимущество анийского цемента перед шламом заключается в более высокой активности (около 50 кг/см²) и с другой стороны — сухой дозировке, в результате чего обеспечивается равномерное перемешивание бетона и раствора.

С целью выявления основных характеристик бетонов и растворов, с применением в качестве активной тонкомолотой добавки анийского цемента, в Институте стройматериалов и сооружений АН Армянской ССР в 1951—54 гг. проводились соответствующие опыты.

В опытах над бетонами и растворами в качестве вяжущего были применены портландцементы Араратского завода активностью 350 кг/см², в качестве активных тонкомолотых добавок — анийское известково-пемзовое вяжущее активностью 45 кг/см² и карбидная известь-шлам в виде известкового теста, с объемным весом 1365 кг/м³, при содержании воды 50% по весу.

В опытах в качестве заполнителей были использованы нижеследующие материалы. Для бетона: базальтовый щебень ($\gamma=1,04$ т/м³) и литондно-пемзовый щебень ($\gamma=0,69$ т/м³).

Песок кварцевый ($\gamma=1,44$ т/м³) и туфовый ($\gamma=1,18$ т/м³). Для раствора был принят кварцевый песок Эчмиадзинского месторождения с удельным весом — 2,61, объемным весом — 1,6 т/м³. Содержание глины и мелких пылевидных частиц — 3,2%, цвет по методу окрашивания — светложелтый.

Для установления оптимально допускаемых пределов применимости анийского известково-пемзового вяжущего в бетонах и строительных растворах были приготовлены составы с добавками в качестве тонкомолотого активного пластификатора (второго компонента): анийское известково-пемзовое вяжущее — анийский цемент в порошкообразном состоянии; карбидная известь в тестообразном состоянии.

Дозировка материалов производилась по весу.

Были приготовлены бетоны трех видов (тяжелый, смешанный и легкий), с расходом портландцемента 250 кг/м³ во всех случаях. Частичная замена портландцемента в бетонах упомянутыми выше вяжущими производилась в количестве 0%, 10%, 20% и 30% от веса цемента, что приводило к уменьшению расхода цемента на 1 м³ бетона, соответственно в количестве 0, 25, 50, 75 кг. Консистенция бетона была принята с осадкой конуса 4 см.

Составы растворов были приняты 1:1,5:10; 1:0,8:7 и 1:0,4:5. Консистенция раствора была принята с погружением конуса СтройЦНИЛ — 8 см. В обоих случаях из каждого состава были приготовлены кубики: бетонные в количестве 6 шт. с размерами ребер 20 см, при вибрационном уплотнении, и растворные — с размером 7×7×7 см в количестве 15 шт., а также 18 восьмерок. Эти образцы

Таблица 1

Результаты испытания бетонов при сжатии в 28- и 154-дневном возрастах и коэффициенты возрастного перехода в указанные сроки

Вид бетона	Наименование заменителя це- мента	М.№ соста- вов бетона	Объемн. вес бето- на в m^3	Расход воды в литр. на $1 m^3$ бетона	Прочность бетона в kg/cm^2 в возрасте		Коэффи- циент возрастно- го пере- хода	Содержа- ние цемента на $1 m^3$ бетона	Содержа- ние добав- ки на $1 m^3$ бетона	Доб. доб.+цем.
					28 дн.	154 дн.				
Тяжелый бетон на портландцементе, базальт. щебне и кв. песке	Известково-пемзовое вяжущее	1	2,19	236	97	163	1,68	251	0	0
		2	2,17	224	97	160	1,65	234	25	10
		3	2,15	218	95	136	1,43	198	50	20
		4	2,14	230	75	124	1,65	175	75	30
	Карбидная известь в пересчете на су- хое вещество	5	2,15	240	71	117	1,65	220	24	10
		6	2,10	255	40	88	2,20	195	46	20
		7	2,15	264	29	61	2,10	176	71	30
Смешанный бетон на портландцементе, баз. щебне и туф. песке	Известково-пемзовое вяжущее	8	2,08	268	122	203	1,67	256	0	0
		9	2,09	268	124	198	1,60	226	25	10
		10	2,08	168	108	167	1,55	201	50	20
		11	2,08	268	99	147	1,49	176	75	30
	Карбидная известь в пересчете на сухое вещество	12	2,07	269	63	139	2,21	218	24	10
		13	2,00	279	46	90	1,96	192	48	20
		14	1,97	295	29	67	2,31	168	72	30
Легкий бетон на порт- ландцементе, лит. пемз., щебне и туф. песке	Известково-пемзовое вяжущее	15	1,80	300	105	175	1,67	250	0	0
		16	1,80	259	103	175	1,70	226	25	10
		17	1,80	288	88	160	1,82	200	50	20
		18	1,76	300	79	153	1,94	175	75	30
	Карбидная известь в пересчете на сух. вещество	19	1,71	298	61	142	2,33	219	24	10
		20	1,77	316	46	116	2,52	193	48	20
		21	1,71	298	30	100	3,33	168	72	30

Таблица 2

Результаты испытания растворяемых образцов на прочность при сжатии и растяжении

Наименование растворов и добавок	№№ пп	Состав раствора по объему— цем. : доб. : пес.	Расход воды в литрах на 1 м ³ раствора	Объемн. вес ра- створа в т/м ³	Предел прочности в кг/см ²					
					При сжатии			При растяжении		
					7 дн	28 дн.	56 дн.	7 дн.	28 дн.	56 дн.
На кв. песке и пор- ландцементе, с до- бавкой лигнйского цемента	1	1:1,5:10	302	2,12	22	46	60	5,9	10,5	10,6
	2	1:0,8:7	292	2,12	30	60	76	8,0	15,9	17,0
	3	1:0,4:5	236	2,12	46	84	107	6,2	16,1	17,9
На кв. песке и пор- ландцементе с до- бавкой известково- го шлама	4	1:1,5:10	315	2,09	9	21	36	5,3	9,2	9,6
	5	1:0,8:7	308	2,10	20	43	64	7,4	11,4	15,0
	6	1:0,4:5	307	2,12	35	71	88	6,2	15,5	17,2

хранились в камере с температурой 17—18°C и относительной влажностью воздуха 95%. Испытание кубиков производилось в возрасте: бетонных в 28 и 154 дн., растворяемых — в 7, 28 и 56 дн. Растворные кубики были испытаны также на морозостойкость согласно ГОСТ 5802—51.

В табл. 1 и 2 приведены результаты испытания бетонных и растворяемых образцов на сжатие.

Из таблиц 1 и 2 видно, что как в начальные, так и в последующие сроки твердения цементно-известково-пемзовые бетоны и растворы набирают прочность больше, чем цементно-известковые бетоны и растворы на том же песке и портландцементе. Это показывает, что при применении в качестве тонкомолотой активной добавки ангийского известково-пемзового вяжущего в бетонах и в растворах достигается значительное техническое преимущество, по сравнению с применением в качестве пластификатора — известкового шлама.

В табл. 3, составленной на основании данных табл. 2, приводятся процентные значения превышения прочности цементно-известково-пемзовых растворов над прочностями идентичных составов цементно-известковых растворов в 7-, 28- и 56- дн. возрастах.

Таблица 3

Возраст растворов	Составы растворов по объему		
	1:1,5:10	1:0,8:7	1:0,4:5
7 дн.	144	50	32
28 дн.	120	40	19
56 дн.	67	19	22

Из таблиц 1, 2 и 3 видно, что использование добавки из ангийского цемента, взамен известкового шлама, приводит не только к сравнительному повышению прочности, но и к ускорению твердения бетонов и растворов.

Указанное обстоятельство позволяет снизить расход портландцемента для получения заданной марки бетона и раствора.

В результате возникает возможность экономии цемента, без ущерба прочности бетона и раствора.

Маркируя бетоны и растворы в 28-дневном возрасте как цементно-известково-пемзовые, так и цементно-известковые получаем данные, приведенные в табл. 4 и 5.

Марка бетона, при наличии в нем 10—20% ангийского известково-пемзового вяжущего, остается неизменной. Это свидетельствует о возможности экономии портландцемента на 10—20% без ущерба для прочности бетона.

Что же касается добавки карбидной извести, то даже 10% таковой в бетоне резко уменьшает прочность по сравнению с 10% до-

Таблица 4

Маркировка бетонов

Вид бетона	Содержание добавок в %							
	Анийское известково-пемзовое вяжущее				Карбидная известь в пересчете на сухое вещество			
	0%	10%	20%	30%	0%	10%	20%	30%
Тяжелый бетон	100	100	100	75	100	70	35	25
Смешанный бетон	100	100	100	100	100	50	25	25
Легкий бетон	100	100	90	75	100	50	35	25

Таблица 5

Маркировка растворов

Маркировка в возрасте	Марка раствора	Нормативн. расх. цемента в кг	Расход цемента		Экономия цемента при добавке анийского вяжущего	
			цемент, известк. пемзовое	цемент, известк.	по сравнению с нормами	по сравнению со стандартом
28 дн.	25	10	53	170	37	77
	50	185	135	110	50	55
56 дн.	25	75	47	115	28	68
	50	150	115	147	35	32

бавкой анийского цемента. При дальнейшем увеличении содержания карбидной извести как в бетоне, так и растворе происходит резкое падение прочности, но интенсивность нарастания прочности в дальнейшие сроки твердения повышается по сравнению с добавками анийского известково-пемзового вяжущего, хотя при этом абсолютное значение прочности все же отстает от значений прочности бетонов и растворов на последнем виде добавки.

Для твердения бетона и раствора с содержанием анийского известково-пемзового вяжущего, важную роль играет влажность среды. Чем больше в бетонах и растворах сохраняется влага, тем больше нарастает прочность бетона и раствора во времени. В этом отношении благоприятное условие имеется в смешанных и легких бетонах и растворах.

В результате проведенных опытов можно заключить, что частичная замена цемента анийским известково-пемзовым вяжущим до 20% от веса цемента приводит к приемлемым результатам в отношении прочности бетона.

Для растворов 28-и 56-дн. возраста приемлемые результаты получаются при замене анийским известково-пемзовым вяжущим 30—40% портландцемента.

Возникает вопрос, чем обусловлен значительный эффект при применении анийского известково-пемзового вяжущего и, наоборот, — существенный ущерб для прочности бетонов и растворов при применении карбидной извести.

По нашему мнению это объясняется тем, что анийский цемент, состоящий из гидравлической добавки и негашеной гидравлической извести, в бетоне и растворе играет двоякую роль. В результате гашения гидравлической извести выделяется полезная теплота для гидратации цемента и твердения бетона и раствора. Кроме этого, тонкомолотый пемзовый порошок, содержащийся в этом вяжущем, способствует заполнению межзернового пространства в бетоне и растворе, уплотняя их.

Относительно меньшая водопотребность известково-пемзового вяжущего по сравнению с карбидной известью улучшает клеящую способность портландцемента.

В возрасте свыше 28 дней прочность на сжатие бетона и раствора с добавкой карбидной извести-шлама увеличивается, но не доходит до прочности бетона и раствора с добавкой анийского цемента. При этом водоудерживающая способность карбидной извести в наших опытах 1951 года над бетонами составляла 59—63%.

Для целей практики представляют интерес результаты испытания растворов на растяжение и морозостойкость. Что касается результатов испытания растворов на растяжение, то они также благоприятны, как и результаты испытания растворов на сжатие при добавках анийского известково-пемзового вяжущего. Но следует отметить, что растворы с добавкой карбидной извести в отношении прочности на растяжение отличаются от растворов с добавкой анийского цемента в меньшей степени, чем это имеет место при испытании на сжатие.

В табл. 6 приводятся данные о морозостойкости растворов после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Как видно из табл. 6, морозостойкость цементно-известково-пемзового раствора на кварцевом песке и портландцементные обеспечивается даже для состава № 1 при расходе портландцемента 120 кг. Примерно при таком же расходе цемента (117 кг) на 1 м³ цементно-известкового раствора (состав 4) выдерживает только 20 циклов, сильно снижая при этом прочность.

Следует отметить, что при испытании образцов на замораживание и оттаивание наблюдается увеличение веса растворного образца как при добавке анийского цемента, так и известкового шлама.

Таким образом, в результате проведенных опытов выявлено, что карбидный шлак в растворе не только существенно снижает его

Таблица 6

Результаты испытания растворов на морозостойкость

Наименование раствора и добавок	№ пп	Состав раствора по объему — цем. : доб. : пес.	Предел прочности при сжатии			
			контр. обр.		после замораживания	
			в кг/см ²	в %/о/о	в кг/см ²	в %/о/о
На кв. песке и портландцементе, с добавкой аний- ского цемента	1	1:1,5:10	47	100	42	89
	2	1:0,8:7	69,0	100	63	91
	3	1:0,4:5	94	100	76	75,6
На кв. песке и портландцементе, с добавкой изве- стков, шлама	4	1:1,5:10	23	100	12	52
	5	1:0,8:7	44	100	38	86
	6	1:0,4:5	17	100	61	79

прочность, но и резко уменьшает его морозостойкость, особенно при больших расходах шлама.

Бетон при сокращенном расходе цемента, при добавке анийского известково-пемзового вяжущего применяется для устройства набережной реки Гедар в г. Ереване.

Проектирование многокомпонентного бетона с частичной заменой портландцемента анийским известково-пемзовым вяжущим рекомендуется производить следующим образом. Общеизвестным способом подбирается оптимальный состав бетона заданной марки на портландцементе. Затем до 20% цемента по весу заменяется известково-пемзовым вяжущим (анийским цементом).

Имеет место снижение прочности бетона и раствора при частичной замене портландцемента карбидной известью - шламом, поэтому использование шлама для частичной замены цемента не целесообразно. Этот вывод особенно актуален для строительства в отдаленных от г. Еревана районах, так как транспортировка анийского цемента на дальние расстояния намного легче, чем карбидной извести-шлама.

В ы в о д ы

1. Произведенные нами опыты над цементно-известковыми и цементно-известково-пемзовыми бетонами и растворами выявили возможность экономии портландцемента в бетонах и растворах путем частичной замены портландцемента анийским известково-пемзовым вяжущим.

2. В цементных бетонах и растворах рекомендуется уменьшение раствора цемента до 20%, путем замены этой части известково-пемзовым вяжущим (анийским цементом), при сохранении суммарного веса вяжущего.

3. В цементно-известковых растворах рекомендуется замена карбидной извести-шлама ангийским известково-пемзовым вяжущим, без изменения заданного расхода портландцемента.

Институт строительных материалов
и сооружений АН Армянской ССР

Поступило 28 I 1955

Վ. Ն. Սահակյան

ԲԵՏՈՆՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՇԱՂԱԽՆԵՐՈՒՄ ՊՈՐՏԼԱՆԴ-ՑԵՄԵՆՏՆ ԱՆԻԻ ԿՐԱՊԵՄՁԱՅԻՆ ԿԱՊԱԿՑԱՆՅՈՒԹՈՎ ՄԱՍՆԱԿԻ ՓՈԽԱՐԻՆՄԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Հաղվածում քննության է առնված բետոններում և շինարարական շաղախներում Անիի կրապեմզային կապակցանյութի կիրառման հարցը, 1951—56 թթ. կատարված փորձերը ցույց են տվել, որ հնարավոր է բետոններում պրոտանդեմենտի քանակի 20⁰/₀-ը, առանց նրանց մաքրության կորստի, փոխարինել Անիի կրապեմզային կապակցանյութով, իսկ շինարարական շաղախներում կարբիդային կիրը (շլամը) Անիի կրապեմզային կապակցանյութով փոխարինելու դեպքում շաղախների մաքրությանը մեծանում է: