

## КОНСТРУКЦИОННЫЙ БЕТОН НА ЦЕМЕНТО-ЗОЛЬНЫХ СМЕСЯХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВКОЙ РСУ

*Уласевич В.П., Тимошевич В.В.*

Стоимость бетона во многом определена расходом цемента, который является основным вяжущим при проектировании бетонных смесей. Таким он останется и на ближайшее обозримое будущее. Кроме того, все возрастающие объемы строительства требуют увеличения производства цемента. Материальные же ресурсы, которые лежат в основе его производства, постоянно истощаются.

Поэтому актуален поиск недорогих, недефицитных наполнителей в бетон, которые бы рассматривались не только как часть его объема, но и модифицировали бетонную смесь, уменьшая ее водопотребность, а еще лучше, если бы проявляли в бетонных смесях совместно с цементом и другими модификаторами бетона свойства вяжущего вещества. В качестве такой сухой добавки известна каменноугольная зола-унос [1]. В Республике Беларусь имеется достаточное количество золы-унос, хранящейся в отвалах в районах действующих ГРЭС и ТЭС. Только в районе Березовской ГРЭС общий ее объем составляет более 1.5 млн. м<sup>3</sup>. Такие отвалы засоряют окружающую среду, занимая десятки га земельных угодий, отрицательно воздействуя на воздушный и водный бассейны, поэтому их утилизация весьма актуальна в обстановке экологического кризиса. В тоже время золошлаковые отвалы, в случае их применения, могут рассматриваться как дополнительные материальные ресурсы в строительстве.

Анализируя опыт использования золы-унос в Республике Беларусь, следует признать перспективным использование цементно-зольных смесей, модифицированных химическими добавками. В качестве такой добавки нами использована комплексная добавка в бетон РСУ [2 - 5], полученная при утилизации регенерационного стока сахарафинадных производств. Механизм ее действия на цементных композициях подробно описан в [5]. Исследования в области применения золы, шлака и золошлаковой смеси в бетонах [6] позволил нам сделать научный прогноз о перспективности поиска цементно-золошлаковых смесей, модифицированных комплексной добавкой РСУ, для производства легких конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов. Такой прогноз обоснован следующим:

Применение золы-унос, обоснованное на технологических методиках получения известково-зольного вяжущего, малоперспективно, так как трудно обеспечивается требуемая надежность бетона. Это связано со многими недостатками, среди которых в первую очередь следует подчеркнуть трудность выделения чистой золы-унос как составляющей вяжущего, наличие вредных примесей в виде несгоревших частиц угля, необожженных глинистых материалов, свободной серы.

Необходимость строгого контроля над стабильностью силикатного, алюминатного и железистого составляющих, являющихся основными показателями активности золы.

Трудность получения чистой золы-унос требуемой дисперсности в больших объемах, так как при сжигании угля на ГРЭС и ТЭС, чаще получают золу по техническим требованиям [6] больше соответствующую требованиям к золошлаковым смесям;

Цель выполненных исследований - отработка методики и путей поиска новых эффективных, недорогих составов бетонных смесей для конструктивных и конструктивно-теплоизоляционных бетонов, применяемых в монолитном и сборном жилищном строительстве, с использованием цемента-золевых и цемента-золошлаковых смесей.

Исследования выполнялись в два этапа. На первом этапе отработывалась оптимальная дозировка добавки РСУ для составов мелкозернистой цемента-песчаной смеси, а на втором - выполнялся поиск оптимальных соотношений составов цемента-золевых смесей и песка, с поиском оптимальной дозировки для них добавки РСУ как модификатора. Исследуемые смеси приготавливались на портландцементе марки ПЦ 400 Волковысского цементного завода и на цементе Ср 35 завода Chelm (Польша), соответствующего марке ПЦ 400-Д0 ГОСТ 10178-85. Песок природный, соответствующий ГОСТ 8736-85. Вода для затворения бетонной смеси применялась питьевая из водозабора р. Муховец, соответствующая требованиям ГОСТ 23732-79. Добавка РСУ соответствовала данным табл. 1.2 [5].

Зола-унос применяемая в экспериментах, проверялась на соответствие правил приемки по ТУ 34 4014-73 (табл.2 [6]), и признана пригодной как зола сухая I класса.

Расчет составов бетонной смеси выполнялся с использованием ТЛП ВЕТОН [7] с учетом рекомендаций [5]. Испытания проводились на образцах-кубах 10x10x10 через 4 часа после ТВО по режиму (3+6+2) при  $t=60^{\circ}C$ . Составы бетонных смесей, их физико-технологические параметры и прочностные характеристики, приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что прирост прочности достаточно значителен и при количестве РСУ, равном 0.6% массы цемента, достигает 40%. Подвижность смеси - не менее 13 см.

Таблица 1.

№ № сос- та- ва	Состав и параметры цемента-песчаной смеси на м <sup>3</sup> бетона						Прочность после ТВО	
	Це- мент, кг	Песок, кг	PCY-1, % от массы цемента	Вода, л	В/Ц	Плот- ность кг/м <sup>3</sup>	МПа	% в сравне- нии с кон- трольным
1	400	1280	---	320	0.81	2000	5.12	100.0
2	400	1280	0.4	305	0.76	1988	5.96	116.4
3	400	1280	0.5	301	0.75	1984	6.82	133.2
4	400	1280	0.6	299	0.75	1981	7.17	140.0
5	400	1280	0.7	303	0.76	1986	6.87	134.2
6	400	1280	0.8	305	0.76	1988	6.45	126.0

В результате поиска оптимального состава *цементо-золевой* смеси для мелкозернистого бетона, установлено, что для практических целей достаточно приемлемым может быть принято следующее соотношение составляющих смеси: зола - 40,...,50% от массы цемента при расходе добавки *PCU* - 0.45,...,0.55% от массы цемента в пересчете на сухое вещество.

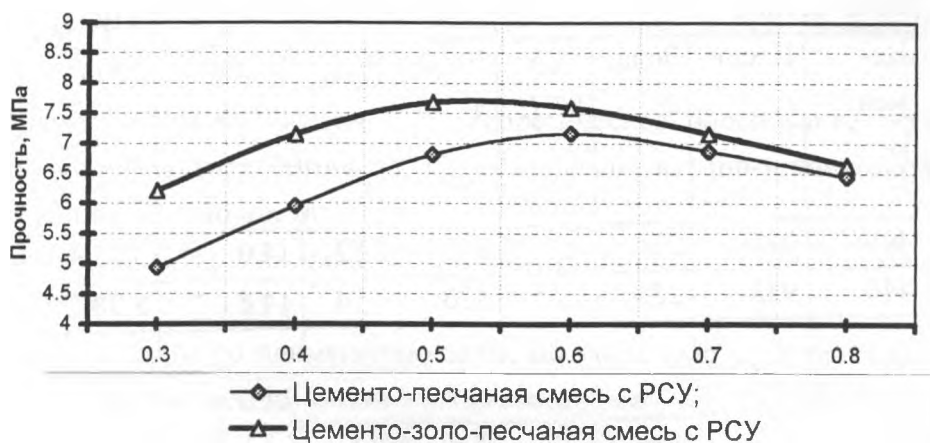


Рис. 1. Влияние количества добавки *PCU* на прочность мелкозернистого бетона.

Результаты поиска оптимального расхода *PCU* для цементно-песчаной и цементно-золо-песчаной смесей на цементе *Ср 45* завода *Chelm* изложены на рис.1, на котором хорошо просматривается тенденция к снижению расхода *PCU* в цементно-золо-песчаной смеси. Оптимальный расход *PCU* составляет: для мелкозернистого бетона - 0.60% сухого в-ва *PCU* от массы цемента; для мелкозернистого бетона на цементно-золевой смеси - 0.55%.

Оптимальный эффект модификации цементно-золо-песчаной смеси с добавкой *PCU* был получен при расходе золы-унос 40,...,50% от массы цемента. Некоторые результаты исследований изложены в табл. 2.

В качестве контрольного образца принимался бетон из цементно-золо-песчаной смеси без добавки *PCU*. В табл. 2. приведены некоторые исследуемые составы, а так же результаты испытаний образцов после тепловлажностной обработки. Полученные результаты большого (около 70%) прироста прочности бетона из цементно-золо-песчаной смеси свидетельствуют о том, что цементно-золевой состав в смеси, модифицированный оптимальным количеством добавки *PCU*, возможно представляет собой *новое вяжущее вещество*, которое, ускоряя процессы твердения, существенно повышает прочность бетона. При этом водоотделение не наблюдалось, а скорее проявлялась склонность смеси к уменьшению водопотребления. Установлено так же, что без *PCU* зола-унос проявляла очень слабую активность, и вела себя в цементно-золевом составе, скорее всего как наполнитель. В тоже время, как видно из табл. 2 прирост прочности при добавке *PCU* в количестве 0.55 массы цемента значителен, и при расходе цемента 360,...,440 кг.м<sup>3</sup> составил 50,...,70% в сравнении с контрольным. Такой высокий прирост подтвержден и

независимыми исследованиями. Так по данным лаборатории Белозерского завода ячеистого бетона, где в настоящее время так же ведутся лабораторные испытания, при отработке оптимального количества *PCV* на цементно-песчаной смеси получен прирост прочности к контрольному образцу около 70%.

Таблица 2.

№ № сос- та- ва	Состав и параметры цементно-зола-песчаных смесей на м <sup>3</sup> бетона							Прочность после ТВО	
	Це- мент, кг	Песок, кг	Зола, кг	PCY, % Ц	Вода, л	В/Ц	Подвиж- ность, см	МПа	% к конт- рольно- му
1	440	925	220	---	355	0.82	14.0	5.27	100
2	440	925	220	0.55	326	0.74	14.2	8.98	170.4
3	400	1031	160	---	349	0.87	14.0	4.91	100
4	400	1031	160	0.55	308	0.77	14.0	7.97	162.3
5	360	1170	90	---	320	0.89	14.0	3.75	100
6	360	1170	90	0.55	292	0.81	14.1	5.64	150.4

Отрабатывался и поиск оптимального цементно-золяного соотношения в цементно-зола-песчаных смесях. Как показали исследования наиболее вероятно, что оптимальная дозировка золы-унос - около 50% от массы цемента.

В настоящее время ведутся лабораторные исследования с целью отработки новых золобетонных смесей, с крупными и крупнопористыми заполнителями с использованием золошлаковых смесей. Выполненные исследования позволяют предсказать целесообразность исследований в направлениях поиска составов легких бетонов с добавкой *PCV* следующих типов:

Составы бетонных смесей с добавкой золошлаковой смеси и *PCV* для конструктивных бетонов с марками по средней плотности D1800 - D1900 классов B20,...,B35;

Составы мелкозернистого бетона групп А и Б с золой-унос и *PCV* для производства бетонных блоков повышенной морозостойкости классов B15,...,B35 для производства стеновых и отделочных плит;

Составы золошлаковых смесей для получения ячеистого золобетона с добавкой *PCV* безавтоклавным способом;

Составы конструкционно-теплоизоляционного керамзитозолобетона и шлакозолобетона, модифицированных *PCV*, марок по средней плотности D800,...,D1500 классов B5,...,B20 для монолитного домостроения.

## Литература

1. Concrete science: Treatise on Current Research / V.S. Ramachandran, R.F. Feldman, Y.Y. Beaudoin / Heyden. London. Philadelphia.
2. Крылов Б.А., Уласевич З.Н. Использование добавки РС для улучшения пластических свойств бетонной смеси и сокращения энергозатрат //Ресурсосберегающие технологии производства бетона и железобетона: -М.: НИИЖБ, 1988. -с.120-125.
3. Z.Ulasewicz, W.Ulasewicz, M. Boltryk, D. Malaszkiwicz. Domieszki do betonu. Warstwy nr 1, 1996.
4. Уласевич З.Н., Уласевич В.П. Теоретическое обоснование эффективности применения модификатора бетона РСУ. //Материалы научно-технической конференции, посвященной 30-тию института, часть II, 1996, с. 149-150.
5. Уласевич В.П., Уласевич З.Н. Конструкционный бетон с добавкой РСУ. - Брест, ООО FORT, 1997. - 65 с.
6. Рекомендации по применению золы, шлака и золошлаковой смеси тепловых электростанций в тяжелых бетонах и строительных растворах. НИИЖБ. -М., Стройиздат, 1976 г. -30 с.
7. Уласевич В.П. Тимошевич В.В. Система автоматизированного проектирования модифицированных бетонов заданных свойств. Сб.: Современные строительные конструкции. Проблемы и перспективы. Матер. XIX научн.-техн. конф. - Брест, БрПИ, 1995. с. 88-93.

## КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ АРМАТУРЫ

*Тур В.В., Кондратчик А.А., Марчук В.А.*

### Постановка задачи

Исследования напряженно-деформированного состояния заземленных по контуру железобетонных плит и форм их разрушения показали, что эти два параметра существенно зависят от жесткости контурных конструкций [1]. При расчете оболочек рассматривают два варианта: с деформируемыми вдоль контура опорными брусьями и оболочки с недеформируемыми контурными конструкциями [2]. Чем выше жесткость контурных брусьев, тем меньше растягивающие напряжения в приконтурной зоны оболочки ( в 2..3 раза ). На рис. 1 показано влияние жесткости контурных балок на характер разрушения плит, заземленных по контуру.