

## ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПЛОТНОГО МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА С ПОМОЩЬЮ НОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО И ЭНЕРГОСБЕРИГАЮЩЕГО СПОСОБА СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ

**Бабиченко В.Я.**, к.т.н., доцент, **Данелюк В.И.**, ассистент, **Можина С.Р.**, ст. преподаватель, **Шидловский А.Н.**, аспирант, **Якименко В.А.**, магистр  
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Для изготовления тонкостенных железобетонных конструкций применяют мелкозернистый бетон, не содержащий крупного заполнителя. Армируя этот бетон стальными ткаными сетками, получают армоцемент – высокопрочный материал для тонкостенных конструкций. Свойства мелкозернистого бетона определяются теми же факторами, что и обычного бетона. Однако мелкозернистый бетон имеет особенности, обусловленные его структурой, для которой характерны однородность и мелкозернистость, высокое содержание цементного камня, отсутствие жесткого каменного скелета [1].

Важнейшей характеристикой мелкозернистого бетона является плотность их структуры, от которой в значительной мере зависят его основные физико-механические свойства. Важнейшей задачей технологии бетона тонкостенных конструкций является изыскание условий, обеспечивающих возможность получения максимальной его плотности. Как известно, решить эту проблему возможно при уменьшении  $V/C$  до значений, при которых вода затворения полностью взаимодействует с вяжущим, и одновременно обеспечивается предельное уплотнение бетонной смеси, практически исключаящее наличие газовой фазы в ней [2].

Известно, что между  $V/C$  и степенью уплотнения бетонной смеси существует противоречие: с уменьшением  $V/C$  (особенно в области низких его значений) уплотнение смеси резко затрудняется. Чтобы обеспечить необходимую удобоукладываемость смеси, в нее вводят значительно больше воды, чем требуется, и таким образом, заранее предопределяют снижение плотности бетона. С другой стороны, при уплотнении бетонной смеси повышенной жесткости традиционными способами в ней происходит защемление воздуха, и тем большее, чем смесь жестче, что также снижает плотность бетона [3].

Пористость обычного бетона составляет 12-20%. В классификации по плотности пористость 15-20% имеют бетоны повышенной плотности, 10-15% - бетоны высокой плотности и до 10% - бетоны особо плотные. Способы повышения плотности бетона часто основаны на применении пластификаторов либо на применении жестких смесей с одновременной интенсификацией их уплотнения. Однако снизить водосодержание бетонной смеси с помощью пластификаторов обычно удается лишь на 10-15%, а интенсификация процесса уплотнения связана со значительным увеличением затрат энергии. Поэтому проблема повышения плотности бетона продолжает оставаться актуальной.

В высокоплотной структуре свежешелюженного бетона с интенсивным уплотнением при  $V/C_{opt}$  зерна цемента находятся между собой на минимальных расстояниях и пустоты между ними заполнены только водой. При  $V/C$  бетонной смеси менее оптимального значения и том же уплотнении зерна цемента также будут находиться на минимальном расстоянии, но пустоты между ними могут быть заполнены как водой так и воздухом. При  $V/C$  бетонной смеси более оптимальных, т.е. при определенном избытке воды в составе перерабатываемой бетонной смеси, пустоты между зернами цемента также будут заполнены только водой, но зерна цемента будут свободно расположены в водной среде

цементного теста на различных расстояниях друг от друга. Границей, характеризующей минимальное (оптимальное) расстояние между зернами цемента в свежесжатом бетоне и полное (оптимальное) заполнение водой пустот между ними, является нормальная плотность цементного теста, характеризуемая слитностью водяных оболочек, состоящих из адсорбированных пленок воды на твердой поверхности зерен цемента.

В наших исследованиях и технологических расчетах было проанализировано влияние степени (интенсивности) уплотнения мелкозернистой бетонной смеси при оптимальном  $V/C_{opt}$  на структуру цементного теста в свежесжатом мелкозернистом бетоне. Для оценки начальной степени упаковки зерен цемента в процессе интенсивного уплотнения цементного теста в составе свежесжатого мелкозернистого бетона нами было введено понятие «пустотности» цемента  $\Pi_{ц}$ , как доли пустот в общем объеме уплотненного цементного теста. Пустотность цемента  $\Pi_{ц}$ , которая определяет объем, не занятый зернами цемента, и от которой зависит начальная пористость цементного камня бетона и в значительной степени ее конечное значение, определяется в объемных или массовых частях по следующим формулам:

$$\Pi_{ц} = \frac{V_{т} - V_{ц}}{V_{т}} = 1 - \frac{C_{ц} \rho_{т}}{\rho_{ц}(C_{ц} + B)} = 1 - \frac{\rho_{т}}{\rho_{ц} \left(1 + \frac{B}{C_{ц}}\right)}, \quad (1)$$

где:

$$\Pi_{ц} = 1 - \frac{K_{т}}{1 + \frac{\rho_{ц}}{\rho_{т}} \cdot \frac{B}{C_{ц}}},$$

линиями изображены кривые «водной» пустотности цемента. Как следует, из результатов наших исследований, для других количественных массовых соотношений заполнителя и цемента в перерабатываемых мелкозернистых бетонных смесях и при коэффициенте уплотнения, близкому к единице, получаются аналогичные результаты.

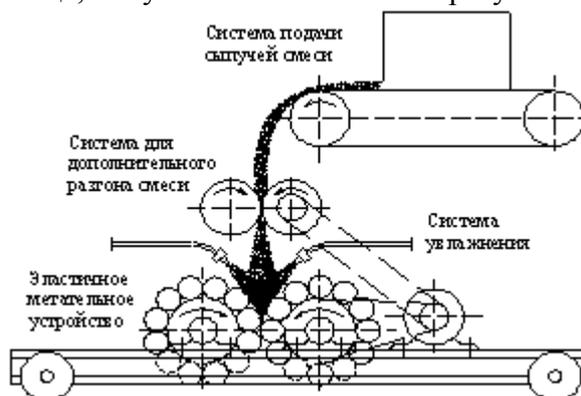


Рис. 1. Схема агрегата формирования тонкостенных конструкций с применением нового технологического оборудования в виде эластичного метательного устройства

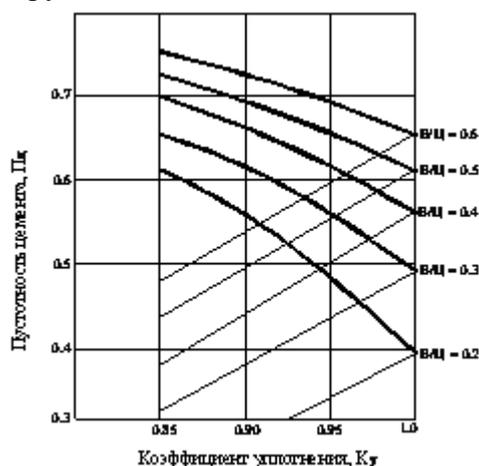


Рис. 2. Зависимости пустотности цемента от коэффициента уплотнения мелкозернистой бетонной смеси состава 1:3 - жирные линии, «водная» пустотность цемента - тонкие линии

## Выводы

Минимальная пористость цемента, в составе свежееуплотненного бетона, может достигаться только при максимальном его уплотнении и  $B/C = 0,2 - 0,3$ , т.е. при укладке и уплотнении жесткой или сверхжесткой мелкозернистой бетонной смеси с применением такой технологии, при которой весь объем между зернами заполнителя должен быть заполнен цементным тестом и все пустоты в цементном тесте заполнены только водой. Только при этом условии возможно получение высокоплотного мелкозернистого бетона с повышенными физико-механическими свойствами.

Только при укладке мелкозернистой бетонной смеси со скоростью 50-80 м/с с применением нового технологического оборудования в виде эластичных метательных устройств обеспечивается получение высокоплотного мелкозернистого бетона тонкостенных конструкций.

## SUMMARY

Intensive compression hard fine-grained concrete and other mixtures, so necessary at making of concrete, reinforce-concrete and other thin-walled constructions in any production terms, arrived at due to their piling by a new technological equipment as elastic missile devices.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.Н. Технология бетона: Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1978. – 455с.
2. Симонов М.З. Основы технологии легких бетонов. – М.: Стройиздат, 1973. – 584 с.
3. Горчаков Г.И. Состав, структура и свойства цементных бетонов. – М.: Стройиздат, 1976. – 145с.
4. Бабиченко В.Я., Данелюк В.І. Метальний пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей // В28В 1/30. Патент на винахід № а 2008 12967 від 07.11.2008.