

УДК 666.97.03.33

С.В.Васильченко к.т.н.  
БИСИ

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ СТРУКТУРЫ ПЕСЧАНЫХ БЕТОНОВ,  
ПРИМЕНЯЕМЫХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СТРОИ-  
ТЕЛЬСТВЕ

Применяемые в настоящее время производственные бетоно- и раствороземляки для приготовления цементно-песчаных смесей не обеспечивают необходимой оптимизации их структуры. Как правило, структурообразование смеси в процессе обработки не доводится до наиболее оптимального состояния по плотности.

Известно, что способ перемешивания смеси зависит от ее консистенции. Для перемешивания цементно-песчаных смесей с подвижностью 3 - 5 см нами был выбран скоростной лопатной смеситель циклического действия, как наиболее отвечающий условиям технологии производства бетонных работ [1].

Проведенными исследованиями установлено, что деструктивные процессы, развивающиеся при твердении бетона, являются следствием несовершенства обработки цементно-песчаной смеси.

К основным дефектам структуры цементно-песчаной смеси следует отнести: неравномерность распределения песчаных фракций в цементном тесте, недостаточно плотные зоны контакта гидратных новообразований с зернами песка, неравномерное смачивание твердой фазы водой затворения в процессе перемешивания смеси и др.

Установлено, что на стадии перемешивания начинается и развивается процесс растворения цемента в воде. С целью увеличения растворимости цемента нами вводились в смесь химические добавки и использовалась горячая вода.

Было отмечено, что указанные технологические приемы при перемешивании в обычных смесителях не дают ожидаемого эффекта. Так, горячая вода, способствуя большей растворимости клинкерных минералов цемента, в то же время влияет на ускорение процесса гидратации, что приводит к более интенсивному образованию кристаллогидратов на зернах цемента. Химические добавки, как ускорители гидратационных процессов, также ускоряют образование экраняющих пленок на частицах цемента.

Установлено, что самым эффективным способом увеличения удель-

ной растворимости цемента является механическое диспергирование цемента. Однако диспергирование в процессе перемешивания связано с необходимостью создания повышенных скоростей, по сравнению с теми, которые имеют в обычных смесителях. Повышенные скорости при перемешивании необходимы не столько для увеличения растворения цемента, сколько для разрушения агрегатных соединений тонкодисперсных частей и образования однородных по толщине пленок среды и вяжущего на зернах заполнителя.

Известно [2], что стадия растворения минеральных вяжущих веществ протекает во внешней диффузионной области и является лимитирующей в процессе гидратации. Лимитирование стадии растворения вяжущего вызвано недостаточным обеспечением контакта жидкой фазы с негидратированной поверхностью частиц цемента. К тому же гидратные новообразования, акририрующую поверхность, препятствуют проникновению воды вглубь частиц цемента, а удаление их связано с большими техническими сложностями.

Принимая толщину диффузионного слоя на частицах цемента порядка 0,1 - 0,2 мкм и, используя зависимость, выведенную для тонкодисперсных песчаных грунтов и отражающую действие капиллярных сил [3], получено значение сцепления  $K_{max}$  в дисперсной системе:

$$K_{max} = \pi \sigma / 4r (1/\omega - 1) \text{ н/м}^2;$$

где:  $\sigma$  - поверхностное натяжение воды, н/м;

$\omega$  - влажность смеси по массе, %;

$r$  - радиус дисперсных частиц, м.

Зерновой состав исследуемого цемента колеблется в значительных пределах от 1 до 100 мкм и более, причем содержание зерен размером 40-50 мкм составляет около 50%. Исходя из этого, по выведенной зависимости были определены капиллярные силы, возникающие в системе цемент-вода, если поверхностное натяжение воды составляет  $\sigma = 0,073 \text{ н/м}$  при  $t = 20^\circ\text{C}$  (табл 1).

Таблица 1.

Капиллярное давление в цементном тесте

В/Ц смеси	Капиллярное давление в Па для частиц размером		
	5 мкм	50 мкм	100 мкм
0,35	21204	2120	1060
0,50	11400	1140	570

Из таблицы видно, что при одном и том же В/Ц капиллярные

сими в смеси по абсолютному значению отличается в 20 раз в зависимости от дисперсности частиц твердой фазы. Они могут в несколько раз превосходить энергию гидродинамического потока, создаваемого рабочими органами обычного смесителя, что препятствует дальнейшему разрушению агрегатов.

Из данных таблицы также следует, что полное разрушение флоккул цемента будет происходить при условии, что энергия гидродинамического режима перемешивания, определяемая градиентом скорости, преобладает силы капиллярного давления агрегатных включений окотем.

Таким образом, одним из эффективных путей улучшения структуры песчаных бетонов является обработка цементно-песчаных смесей в высокointенсивном режиме перемешивания, т.к. при твердении существенно изменить структуру материала практически невозможно. Можно только либо ускорить, либо затормозить процесс упрочнения, но изменить местонахождение макрочастиц в пространстве с целью оптимизации структуры не представляется возможным. Поэтому технологический период от начала затворения отдозированных компонентов водой до твердения отформованного изделия является наиболее значимым в формировании оптимальной структуры бетона.

В связи с этим изменение режимов на стадии технологических переделов возможно направленно воздействовать на процесс формирования структуры.

Дальнейшими исследованиями выявлено, что наиболее рациональный режим перемешивания, обеспечивающий оптимизацию структуры смеси, достигается при частоте вращения вала смесителя  $30 \text{ с}^{-1}$ . Продолжительность перемешивания смеси составляет 60-90 с. Указанные режимы обработки цементно-песчаной смеси являются рациональными для смесителя лопастного типа.

#### Литература

1. Васильченко С.В. Исследование технологических факторов приготовления песчаных бетонов для конструкций, сельскохозяйственных зданий методом планирования эксперимента. - В сб.: Проблемы сельскохозяйственного строительства. Минск, "Урадад", 1980.
2. Покровский Г.И. Исследования по физике грунтов. М., Госстройиздат, 1937.
3. Ратинев В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. М., Стройиздат, 1973.