

УДК 666.9.022

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТРИБОСМЕСИТЕЛЕЙ-АКТИВАТОРОВ.

Менейлюк А.И., Барабаш И.В., Бабий И.Н. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В статье рассмотрены вопросы использования высокоскоростных трибосмесителей-активаторов в раздельной технологии бетона. Применение данного оборудования позволяет существенно сократить сроки строительства, за счет быстрого набора прочности бетонными смесями в ранние сроки твердения.

В строительном производстве происходит поиск новых приемов, направленных на ускорение процесса строительства. Эти приемы условно могут быть разделены на два типа: организационные – организация строительного производства, планирование и управление строительством и технологические – применение новых машин, агрегатов, оборудования, в том числе и сама технология строительных материалов [1].

В технологии строительных материалов большое внимание при изучении уделяется компонентам смесей, их массовой доли, а также рациональным способам их перемешивания для получения материалов заданного качества в соответствии с существующей нормативной документацией. В свою очередь технология бетонных смесей совершенствуется в следующих направлениях: модернизация существующих типов смесительных установок и создание новых типов смесителей; поиск оптимальной последовательности загрузки и перемешивания компонентов бетонной смеси; разработка комплексных методов, совмещающих в себе интенсивные способы приготовления с предварительным разогревом бетонной смеси; введением наполнителей и химических добавок, направленно регулирующих свойства растворных и бетонных смесей и скорость их твердения; автоматизацию бетонных узлов [2].

В последние годы для приготовления многокомпонентных суспензий и растворов все больше применяются турбулентные смесители разных конструкций. Они в свою очередь обеспечивают, практически, лишь однородность смеси. Это во всех случаях является необходимым, но не достаточным условием. Под достаточными условиями понимается экономия энергоресурсов (в случае если материал необходимо подвергать тепловлажностной обработке),

вяжущего (экономия наиболее дорогого составляющего компонента смеси), ускорение темпа строительного производства благодаря технологическим свойствам самого материала. Одним из технологических свойств является быстрый рост прочности в ранние сроки твердения. Это во многих случаях весьма актуально. Например, при монолитном строительстве, устройстве наливных полов, торкретировании и т.д. Данное свойство можно обеспечить применением химических добавок. Они весьма успешно долгие годы применяется при строительстве в странах Западной Европы. Такой же эффект можно достичь путем физико- или механохимической активации вяжущего [3].

Вышеизложенное и предопределило цель данной работы – совершенствование технологии бетонных смесей, путем снижения материалоемкости и темпов строительства за счет механохимической активации суспензий минеральных вяжущих.

В качестве объектов исследований выбрано технологическое оборудование (высокоскоростной трибосмеситель-активатор) и бетонные смеси на основе цементных суспензий с наполнителем.

Активация тонкодисперсных компонентов минеральных вяжущих осуществлялась в высокоскоростном смесителе (трибоактиваторе) СВ-2М турбулентного типа с интенсивной циркуляцией среды,

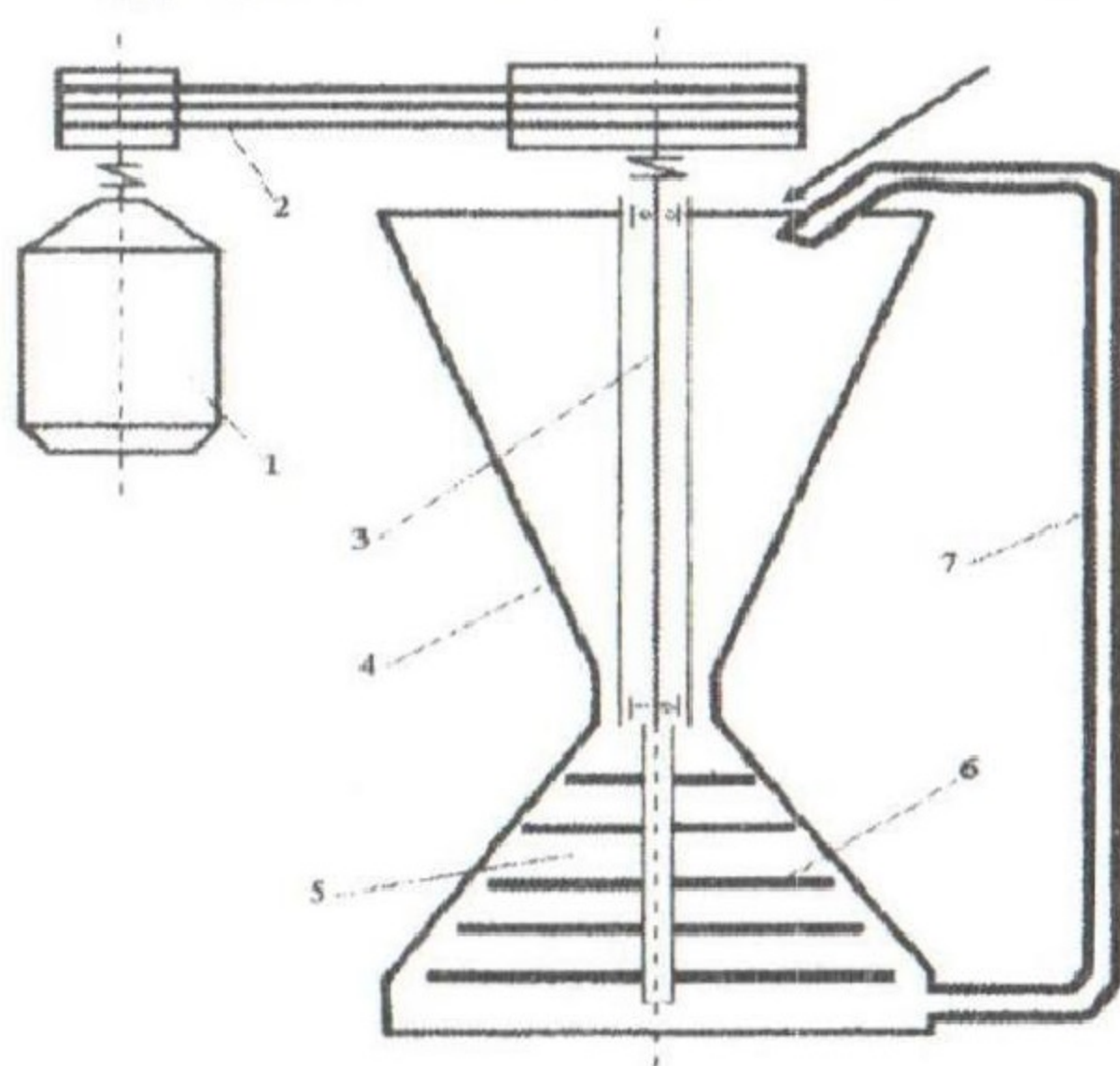


Рис.1. Кинематическая схема трибоактиватора.

1 – электродвигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – приводной вал; 4 – загрузочный бункер; 5 – активная зона трибоактиватора; 6 – лопасть; 7 – гибкий шланг для циркуляции смеси и ее выдачи.

разработанного в Одесской государственной академии строительства и архитектуры, кинематическая схема которого представлена на рис.1 [4].

В трибоактиваторе наряду с физико-химической активацией частиц вяжущего и наполнителя (молотого кремнеземистого песка) обеспечивается высокая однородность распределения частиц

в объеме суспензии.

При перемешивании в трибоактиваторе частицам смеси сообщаются высокие скорости и сложные траектории движения. В результате столкновения частиц друг с другом в потоке, со стенками и лопастями активатора, повышается степень смачиваемости, обеспечивается равномерное распределение воды, физическое и химическое диспергирование, сдираются экранирующие гидросульфоалюминатные пленки с частиц вяжущего с обнажением новых активных центров. В результате достигается ускорение гидратации вяжущего и повышение прочности материала.

Разработанный смеситель турбулентного типа (модель СВ-2М), спроектирован и изготовлен конструкторским бюро АО «ОЗРСС», лабораторная модель которого использована в настоящих исследованиях, характеризуется техническими параметрами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1.

Технические параметры скоростного смесителя

№/№	Технические характеристики	Показатели
1.	Объем смесителя, л	100
2.	Частота вращения ротора, об/мин	1500
3.	Продолжительность цикла, с	120-180
4.	Мощность привода, кВт	15
5.	Габаритные размеры, мм	
	длина	1200
	ширина	700
	высота	1050

В технологической цепочке скоростной смеситель установлен над основной бетономешалкой. При приготовлении бетонной смеси в тихоходном смесителе, в скоростном смесителе готовится следующая порция высококонцентрированной суспензии вяжущего. Таким образом обеспечивается максимальная эффективность использования смесительного оборудования. Для промывки скоростного смесителя воду, предназначенную для последнего замеса пропускают через работающий активатор, а бетонную смесь готовят по традиционной технологии.

Предложенное размещение скоростного смесителя обеспечивает выполнение общих требований техники безопасности, хороший доступ к затвору выгрузочного отверстия, точкам подачи материалов, а также для удобства ремонта и демонтажа частей рабочего органа смесителя.

При установке и эксплуатации скоростного смесителя следует соблюдать установленный порядок работы и меры безопасности:

- смеситель устанавливается на жесткие опоры через виброизолирующие пластины;
- при помощи фланцев к смесителю присоединяются точки тонкодисперсных компонентов вяжущего: извести, шлака и молотого песка;
- трубопроводы от дозаторов воды и ПАВ присоединяют к имеющимся отверстиям в крышке смесителя;
- загрузка компонентов в смеситель производится при работающем электродвигателе;
- для предотвращения перегрузки электродвигателя, подача молотых компонентов вяжущего осуществляется порционно в течение 20 ...30 с;
- для эффективной работы смеситель должен быть загружен не более чем на 80% его номинального объема.

Раздельная технология приготовления бетонной смеси состоит из двух стадий и заключается в следующем. На первой стадии готовится суспензия вяжущего на основе порландцемента с наполнителем в скоростном смесителе-активаторе. В первую очередь, в него подаются отдозированные количества воды и химических добавок. Необходимо отметить, что эффективность такой технологии требует обязательного использования в качестве одной из добавок пластификатора (например, разжижителя С-3). После поступления в скоростной смеситель воды и разжижителя дозируется цемент с молотым кварцевым песком, для приготовления цементной суспензии. В некоторых случаях используется пигмент, который также перешивается с цементной суспензией в скоростном месителе.

На второй стадии приготовления бетонной смеси для производства мелкоштучных изделий приготовленное цементно-печаное вяжущее в виде водной суспензии под действием центробежных сил вращения рабочего органа скоростного смесителя подается в гравитационный смеситель для смешивания с заполнителями (немолотым кварцевым песком и гранитным щебнем).

Длительность перемешивания бетонной смеси составляет 90 с. Приготовленная таким образом бетонная смесь из гравитационного смесителя подается к посту формирования изделий. После выдерживания образцов в нормальных условиях до набора ими распалубочной прочности, изделия поступают на пост распалубки, а затем на склад готовой продукции.

В процессе исследований приготовление бетонных смесей происходило как по раздельной технологии (РТ) так и по традиционной технологии (ТТ).

В эксперименте были приняты следующие независимые факторы, которые варьировались в пределах:

$x_1 = 350 \pm 100 \text{ кг/м}^3$ – расход вяжущего в бетоне;
 $x_2 = 20 \pm 20 \%$ – количество молотого кварцевого песка (в % от массы портландцемента). В качестве критерия эффективности использования трибосмесителей-активаторов, принята скорость набора прочности при осевом сжатии.

При приготовлении бетонных смесей по РТ предварительно приготовленная суспензия вяжущего, полученная совместным смешением, последовательно введенных воды с добавкой С-3, портландцемента и молотого кварцевого песка, в скоростном трибосмесителе-активаторе, совмещалась с немолотым кварцевым песком и гранитным щебнем в соотношении В:П:Щ = 1: 2: 4 в обычной бетономешалке. По традиционной технологии бетонные смеси аналогичного состава перемешивались в обычной бетономешалке. Подвижность бетонных смесей принималась постоянной (ОК = 2...3 см), как по каждой строчке плана эксперимента, так и относительно сравниваемых технологий, что достигалось корректировкой расхода воды затворения.

На первом этапе исследований определены режимы перемешивания суспензии в скоростном смесителе-активаторе. Время перемешивания равняется 120 с при линейной скорости на концах лопаток – 13.7 м/с. Данные параметры выбраны по критериям эффективной вязкости и водоотделения суспензии [5].

Исследованиями установлено, что прочность бетонов приготовленных по отдельной технологии выше прочности бетонов приготовленных по традиционной технологии за весь исследуемый период (1 - 28 сут). Так, предварительная обработка вяжущего в скоростном смесителе позволяет ускорить рост прочности бетона в первые сутки твердения от 2 до 20 раз.

Неоднозначное влияние оказывает на прирост прочности расход вяжущего на 1м^3 бетонной смеси и степень наполнения его молотым кварцевым песком. При одинаковом расходе вяжущего, но при разном количестве наполнителя прочность на первые сутки изменяется от 2 до 8 раз. Так, бетонные смеси, приготовленные по традиционной технологии (Н=20 %) характеризовались прочностью при сжатии равной 2,2 МПа. Отдельная технология, при этом же наполнении, обеспечивает получение бетона с прочностью при сжатии равной 4,7 МПа, т.е. с увеличением в 2,2 раза. При увеличении степени наполнения до 40 % $R_{сж}$ бетона, смесь которого готовилась по РТ, превышает прочность контрольных образцов (ТТ) в 8 раз.

Кинетика набора прочности бетона, смеси которых готовились по сравниваемым технологиям неоднозначна. Так, прочность бетонов,

приготовленных по отдельной технологии, через сутки твердения в 5 раз выше, а в некоторых случаях, в зависимости от состава, в 15 раз, чем у бетонов, приготовленных традиционным способом.

Столь высокая скорость набора прочности позволит существенно снизить сроки распалубки конструкций. Это, в свою очередь, может сократить и общую продолжительность строительства объекта.

В дальнейшем, скорость набора прочности замедляется и к 28-ми суточному возрасту прирост прочности не превышает 50 - 100 %. Прочность бетона, приготовленного по отдельной технологии, через сутки твердения достигает $R_{сж}=10,5$ МПа, что составляет 50 % от марочной. Через трое суток твердения бетон достигает 82 % марочной прочности. Для достижения аналогичных прочностей бетону, приготовленному по традиционной технологии, необходимо 20 суток нормального твердения.

При использовании скоростного трибосмесителя-активатора съём прочности с 1 кг цемента составляет в случае применения наполнителей 0.18 – 0.22 МПа, в то время как при традиционном смешивании этот показатель составляет лишь 0.09 – 0.11 МПа. Этот показатель при отдельной технологии увеличивается с увеличением количества наполнителя.

Выводы по работе:

1. Предложенная технология приготовления бетонных смесей способствует сокращению сроков и повышению темпов строительства благодаря интенсивному набору прочности бетона при устройстве монолитных конструкций.

2. Полученные результаты исследований позволяют рекомендовать данную технологию для изготовления бетонных смесей с пониженной материалоемкостью.

Литература

1. Кирнос В.М., Залуин В.Ф., Дадиверина Л.Н. Организация строительства. Дніпропетровськ: «Пороги», 2005. – 309 с.

2. Адылходжаев А.И., Соломатов В.И. Основы интенсивной отдельной технологии бетона. Ташкент: Фан, 1983. - 213с

3. Барабаш И.В., Щербина С.Н., Бабий И.Н., Матковский В.Д. Влияние физико-химической активации на кинетику набора прочности КСМ на основе портландцементов // Збірник наукових праць “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди” – Рівне: Вид-во РДТУ.- 2000.-№ 5.-С.74-77.

4. Барабаш І.В. Механохімічна активація мінеральних в'язучих речовин: Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт,- 2002. – 100с.

5. Щербина С.Н., Бабий И.Н., Панкратов Ю.Г., Зубченко Н. А. Влияние механохимической активации на реологические характеристики и кинетику набора прочности бетонов // Зб.наук. праць “Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди” – Рівне: Вид-во РДТУ.- 2000.-№ 4.-С.81-84.