

## ОСОБЕННОСТИ БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЛИТЬЕВЫМИ СМЕСЯМИ МОДИФИЦИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСНЫМИ ДОБАВКАМИ

И.В.Коваль

Строительный факультет, ПГУ  
г.Новополоцк, Беларусь

В статье изложены результаты внедрения литьевой технологии бетонирования конструкций жилых зданий. Даются рекомендации по применению литьевых смесей в производственных условиях.

Ключевые слова: литьевая смесь, приготовление, транспортировка, выгрузка, укладка, распалубка.

С течением времени расширяется перечень объектов, на которых применяются литьевые бетонные смеси. Летом и осенью 1997 года сотрудниками БелНИИС и ПГУ организовывались работы по возведению монолитных железобетонных внутренних несущих стен на объекте объединения «Монолит» г.Минска. Внутренние стены толщиной  $\delta = 220$  мм с пространственным несущим каркасом возводились с применением объемно-переставной опалубки конструкции «Оргтехстроя» Литвы.

Работы велись на одной из захваток девятнадцатого этажа 20-ти этажного жилого дома в микрорайоне Юго-Запад г. Минска. Для возведения конструкции стен использовались составы тяжелой литьевой бетонной смеси проектной марки М200 со следующими показателями, представленными в таблице 1. В качестве комплексной добавки была использована композиция (С-3 + ПВК). Данная композиционная добавка, кроме пластифицирующего эффекта, оказывает заметное ускоряющее действие на бетонную смесь, а в зимних условиях может быть применена в качестве противоморозной. Указанные в таблице 1 композиции предварительно были исследованы в лабораторных условиях. При изготовлении производственного состава в качестве вяжущего использовался цемент ПЦ 500Д-20.

Литьевые бетонные смеси приготавливались на БСУ объединения «Монолит», для чего использовалась бетономешалка принудительного горизонтального действия объемом  $0.4 \text{ м}^3$ . При этом компоненты комплексной добавки, во избежание снижения расчетной подвижности, вводились отдельно. В противном случае наблюдалось небольшое снижение расчетной подвижности на 2-3 см. Общее вре-

мя приготовления замеса не превышало величин для обычных бетонов. Приготовленные литевые смеси в автобетоносмесителях транспортировались на объект, где перегружалась в бадьи объемом 2м<sup>3</sup>. Время доставки смеси от места приготовления до места выгрузки находилось в пределах 15 - 20 минут.

Таблица 1

Составы примененных литевых смесей

| № состава и условия его применения <sup>1</sup> | Расход материалов, кг/м <sup>3</sup> |     |     |     |                  |      | Подвижность по конусу ( см ) | Формуемость по прибору ВТ, класс смеси | Время виброуплотнения смеси ( с ) |
|---|--------------------------------------|-----|-----|-----|------------------|------|------------------------------|--|-----------------------------------|
|   | Ц                                    | П   | Щ   | В   | С-3 <sup>2</sup> | ПВК  |                              |  |                                   |
| 1 летние  | 340                                  | 900 | 930 | 137 | 2,04             | 3,74 | 21-22                        | 70 см·с (Л-3)                          | 1-2                               |
| 2 зимние  | 340                                  | 900 | 930 | 132 | 2,04             | 5,61 | 20                           | 85-90 см·с (Л-2)                       | 3-5                               |

Примечания:

1 - растворо- и водоотделения сверхдопустимых пределов визуально не обнаружено;

2 - расход добавок С-3, ПВК приведен в расчете на сухое вещество добавки.

Бадьи для удобства выгрузки помещались в специальные приямки. Высота выгрузки смеси при этом не превышала 1,5 метров. Расслоение литевой смеси визуально не отмечалось. Одновременно проводились измерения подвижности по осадке конуса ГОСТ 10181.1-81 и замеры диаметра растекания литевой смеси согласно ENV 206 ( ISO 98-12 ). Далее при помощи монтажного крана КБ-674.0 бадьи подавались к месту укладки на высоту отметки перекрытий 19-го этажа, где укладывались в конструкция стен звеном рабочих-бетонщиков. При этом укладка производилась при падении литевой смеси в полость опалубки с высоты 3-3,5 м. По истечении двух суток выдерживания бетона в естественных условиях твердения опалубочные панели были сняты. Выдерживание и уход за бетоном выполнялись с соблюдением требований СНиП 3.03.01-87. В

течении времени выдерживания в ноябре 1997 года среднесуточная температура воздуха находилась в пределах 2...4°C отмечались кратковременные осадки.

Одновременно с опытными работами осуществлялось бетонирование конструкций стен с использованием обычных не модифицированных бетонных смесей с подвижностью 7-9 см с применением традиционных методов труда. Некоторые сравнительные данные полученные в ходе проведенных работ, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительное время выполнения технологических операций  
при возведении участка стены

| Наименование технологии бетонирования | Контрольные параметры на объекте | Время выполнения технологических операций на объекте (в минутах) |                        |                     |                      |                               | Общее время бетонирования 5 слоев (минут) | Общее время работы вибратора (минут) | Срок распалубки (суток) |
|---------------------------------------|----------------------------------|--|------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------|
|                                       |                                  | Выгрузка в бадьи   | Подача к месту укладки | Укладка одного слоя | Виброуплотнение слоя | Подача бадьи к месту выгрузки |   |                                      |                         |
| Обычная                               | 7-8 ОК см.                       | 1,5  | 2,5                    | 7                   | 2                    | 4                             | 55  | 10                                   | 3-4                     |
| Литьевая                              | 21-22 ОК см                      | 1,5  | 2,5                    | 3                   | 0,2                  | 4                             | 35  | 1                                    | 2                       |

Диаметр растекания литьевой смеси, согласно ENV 206 ( ISO 98-12 ) находился в пределах 350-360мм. Был получен диаметр растекания  $d = 350$  мм, что примерно соответствует классу литьевой смеси F-2.

В результате применения литьевого метода укладки бетонной смеси трудоемкость работ снизилась в 1,6-2 раза. Время виброуплотнения бетонной смеси сократилось в 7-10 раз. Расход электрической энергии снизился в 7 раз. Качество полученной поверхности стен повысилось с класса А-4 до класса А-3 согласно ГОСТ 13.015-85.

Время выдерживания бетона в опалубке сократилось с 3 - 4 суток до 2 суток, при отсутствии энергозатрат на электропрогрев бетона. Распалубка была проведена из условия сохранения формы (согласно СНиП 3.01.05-87) по достижения прочности  $R_{расп} = 1,5$  Мпа. Фактическая прочность по достижении 28-ми суточного возраста составила  $R_{28} = 23, 1$  Мпа.

В заключении необходимо отметить особенности , которые следует учитывать при использовании литьевой технологии.

1. При приготовлении бетонных литевых смесей необходимо контролировать влажность применяемых заполнителей во избежания появления нерасчетного количества свободной воды. На этапе проектирования составов необходимо учитывать значения параметров относительного и предельного водосодержания цементного теста  $X_{т.м}, X_{т.макс.м} / 1, 3 /$ .
2. При перемешивании компонентов литевой смеси не рекомендуется применение повышенных скоростей вращения бетоносмесительного устройства. В противном случае следует ожидать значительного воздухововлечения (более 6-9 %) и в дальнейшем снижения расчетной прочности изделия. В случае использования комплексной добавки (к примеру (С-3+ПВК)) необходимо осуществлять ввод ее компонентов раздельно, сначала ПВК, а затем С-3.
3. На этапе транспортирования следует ограничивать время транспортировки до 45 минут от момента загрузки в автобетоносмеситель до выгрузки в приемные устройства на объекте / 2 /.
4. При выгрузке литевых смесей не рекомендуется осуществлять их перегрузку более 1 раза. Высота свободного падения допускается в пределах 3-3,5 метров. В противных случаях возможно появление расслоения смеси.
5. При укладке следует учитывать, что дальность свободного растечения литевой смеси может достигать 6-7 метров от точки укладки /3/. В связи с этим нужно особенно тщательно производить укладку смесей вблизи не отсеченных поверхностей, а также следить за шириной щелей в опалубке.
6. В случае использования литевых бетонных смесей классов Л-3, Л-4 ( F-3, F-4 допускается виброуплотнение только в углах, сопряжениях стен и местах установки проемообразователей в течении 3-5 секунд.
7. При использовании комплексной добавки С-3 + ПВК возможно применение литевых бетонных смесей без дополнительного прогрева до температуры не ниже минус 10°C. Причем время выдерживания бетона в опалубке должно устанавливаться индивидуально, с учетом условий производства и технического задания, изложенного в ИПР.

#### Литература

1. Отчет о НИР «Исследовать, разработать и внедрить ресурсосберегающую литевую технологию возведения конструкций из монолитного бетона с использованием отходов промышленных производств республики Беларусь»БелНИИС, закл.отчет о х..д. 23-202/95, Минск. 1997. - 170 с.

2. Калмыков Л.Ф. «Литьевая технология бетонирования монолитных конструкций» БелНИИНТИ, Минск, 1989. - 72 с.
3. Отчет о НИР «Разработать и внедрить конструкцию и литьевую технологию изготовления облегченных энергоэкономичных наружных стеновых панелей». БелНИИС, Минск . 1994, - 167с.