**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ И**

**УПЛОТНЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

**Бабиченко В.Я.**,*д-р техн. наук*, **Данелюк В.И.**,*канд. техн. наук*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

*65029, Украина, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 4*

*E-mail:* [*wadim\_dan@mail.ru*](mailto:wadim_dan@mail.ru)

Анализ известных способов формования плотной структуры мелкозернистых бетонов в условиях строительной площадки показал, что наиболее эффективными оказываются способы пневматического и механического набрызга струйной технологии бетонирования. При использовании которых уплотнение мелкозернистых бетонных смесей осуществляется за счет ударных импульсов, сообщаемых частицам бетонной смеси в виде кинетической энергии в процессе их разгона перед укладкой на поверхность бетонирования. При этом после короткого промежутка времени пребывания частиц бетонной смеси в состоянии свободного полета, в момент их соударения с бетонируемой поверхностью вся кинетическая энергия частиц, сообщенная им при разгоне реализуется на уплотнение формуемого слоя бетона.

Необходимо отметить, что способы струйной технологии бетонирования обеспечивают плотную упаковку зерен заполнителя и частиц цемента и воды между ними, создавая достаточно плотную структуру мелкозернистого бетона. Однако при применении, например, способов пневматического набрызга (способ сухого торкретирования, способ мокрого торкретирования и способ шприц-бетонирования) негативными явлениями оказываются потери в виде отскока и уноса мелких фракций бетонной смеси. Кроме этого также возникают трудности в обеспечении необходимой толщины и однородности состава слоя бетона в тонком слое формуемой конструкции. Помимо этого при выполнении бетонных работ способами пневматического набрызга каждый комплект технологического оборудования включает специальную установку (цемент-пушка, шприц-машина, растворонасос со специальной приставкой для подключения сжатого воздуха) и передвижную компрессорную станцию, объединенные в единый агрегат. При этом производительность одного агрегата колеблется в пределах 1-6 м3/ч, а расход энергии составляет 20-30 кВт.ч/м3.

Традиционный способ механического набрызга (способ ротационного метания) с жесткими пластинчатыми лопастями оказался самым эффективным по энергозатратам (0,4-0,8 кВт.ч/м3) по сравнению с пневматическими способами бетонирования (табл.), но недостаточно целесообразным по технологическим признакам [4]. Начиная со скорости набрызга бетонной смеси – 35 м/с в направлении ее увеличения, негативным явлением оказывается дробление жесткими лопастями частиц заполнителей бетонной смеси в процессе ее разгона, не позволяя эффективно укладывать жесткую мелкозернистую бетонную смесь при повышенных скоростях набрызга и создавать высокоплотную структуру мелкозернистого бетона в тонком слое. Помимо этого воздушные потоки при вращении жестких пластинчатых лопастей метательных устройств, создавали условия для уноса части сырьевой мелкозернистой бетонной смеси в отскок [1].

Таблица – Необходимое оборудование, его мощность, производительность и энергозатраты при бетонировании способами набрызга

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Способы набрызга | Необходимое  оборудование | | Мощность, кВт | Производительность,  м3/ч | Энергозатраты, кВт.ч/м3 |
| наименование и марка | масса, кг |
| Способ сухого торкретиро-вания | Цемент-пушка  С-320  Компрессорная станция | 850  3050 | 5,5  45,0 | 1,5 | 33,00 |
| Способ мокрого торкретиро-вания | Растворонасос  С-263 с оборудованием Марчукова Компрессорная станция | 80  3050 | 2,2  45,0 | 1,5 | 30,00 |
| Способ шприц-бетон | Шприцмашина  С-1004  Компрессорная станция | 930  3050 | 10,0  45,0 | 4,0 | 19,00 |
| Способ ротационного метания | Оборудование  ротационного метания | 210 | 20,0 | 50,0 | 0,4-0,8 |

В процессе исследований было установлено, что наиболее энергосберегающий из способов струйной технологии бетонирования – способ ротационного метания после усовершенствования основного рабочего оборудования с целью устранения выше отмеченных недостатков, оказался наиболее перспективным для решения проблемы формования высокоплотного мелкозернистого бетона. При этом роторы метательных устройств вместо жестких пластинчатых лопастей были оснащены прижатыми друг к другу трубчатыми элементами, выполненными из эластичных материалов (рис.).

Суть нового способа бетонирования состоит в почти мгновенном торможении частиц дискретного потока бетонной смеси, состоящего из зерен мелкого заполнителя, цемента и воды (в виде частиц аэрозоля) и мгновенном объединении их в единое целое – слой свежеуложенного бетона при его минимально возможной пористости [2].



Рис. – Схемы метальных устройств: а) с жесткими пластинчатыми

лопастями; б) с эластичными трубчатыми элементами

При формовании высокоплотных мелкозернистых бетонов с помощью нового технологического оборудования в виде эластичных метательных устройств поток мелкозернистой бетонной смеси захватывается эластичными трубчатыми элементами, уплотняется и освобождается от воздуха, вследствие чего отскок резко уменьшается. Равномерная укладка бетонной смеси в конструкцию решается путем выполнения метательного оборудования в едином блоке с дозатором, который с помощью специального приспособления строго калибрует толщину и ширину потока сырьевой бетонной смеси. Захваченный эластичными трубчатыми элементами поток сырьевой бетонной смеси разделяется на элементарные порции, которые разгоняются и в виде дискретного потока частиц бетонной смеси с необходимым ее увлажнением из специальной системы укладывается на поверхность бетонирования.

По результатам исследований было установлено, что с учетом создания условий для получения высокоплотного мелкозернистого бетона в тонком слое скорость движения частиц дискретного потока сырьевой мелкозернистой бетонной смеси следует принимать по возможности на наиболее высоком уровне. Проведенный теоретический расчет показывает, что при скорости частиц дискретного потока 70-80 м/с и промежутке времени 0,003-0,005 с, частицы дискретного потока мелкозернистой бетонной смеси укладываются на поверхность бетонирования со значительным уплотнением. При этом появляется возможность получить мелкозернистый бетон с предельно низким водоцементным отношением близким к 0,14 и прочностью при сжатии соответствующей 60 МПа и выше [3].

**Выводы.** Разработка энергосберегающей технологии формования высокоплотных мелкозернистых бетонов расширяет области использования безвибрационной струйной технологии бетонирования. Проведенные испытания подтверждают целесообразность созданных машин и оборудования, более экономичных по затратам материалов и энергоресурсов.

1. Дюженко М.Г. Основы теории и практика производства бетонных работ средствами ротационно-силового уплотнения: Автореф. дис. доктора техн. наук / МИСИ. – М., 1989. – 44 с.

2. Бабиченко В.Я. Струйная технология бетонирования с применением эластичных метательных устройств и влияние ее технологических параметров на свойства мелкозернистых бетонных смесей и бетонов / Бабиченко В.Я., Данелюк В.И., **Шидловский А.М.** // Журнал «Будівельні матеріали та вироби». – 2010. – №. 2(61) – С. 20-23.

3. Дюженко М.Г. Новая технология механического торкретирования, элементы теории, перспективы практического применения / Дюженко М.Г., Данелюк В.И., Качура А.А., Войтюк Ю.В., Гончар В.Г., Третинник А.Н. // Зб. наук. пр. «Вісник». – Вип. 25. – Одеса: ОДАБА, 2007. – С. 118-124.

4. Бабиченко В.Я., Данелюк В.И., Дюженко М.Г., Войтюк Ю.В., Гончар В.Г., Качура А.А., Третинник А.Н. Анализ энергозатрат при бетонировании посредством устройств ударно-импульсного уплотнения // МОК’46. Одеса, 26-27 квіт. 2007 р. – Одеса: Астропринт, 2007. – С. 217-218.