

УДК 666.97.31

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДИК ИСПЫТАНИЙ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

*А.А. Каипова, Б.О. Ускембаева, Э.Х. Абдрасилова,
С.В. Турсбеков, Г.Ж. Турсбекова*

Представлены методы испытания самоуплотняющегося бетона и его характеристики. Разработана методика испытания различных бетонов, имеющих различные сыпучие материалы. Для определения формулы бетонной смеси самоуплотняющегося бетона используются локальные сыпучие материалы. Самоуплотняющийся бетон отличается текучестью бетонной смеси, которая уплотняется под собственным весом. Заливка данного бетона не предполагает использование вибраторов для выведения остаточных пузырьков воздуха. Поэтому высокая текучесть дает возможность использовать такой бетон для размещения в комплексных формах опалубки и на густоармированных участках. Более того, при высоких требованиях плоскостности бетонной поверхности и образования раковин, данный вид бетона является незаменимым материалом. При использовании самоуплотняющегося бетона снижается вероятность вредного влияния шума на слух рабочего при уплотнении бетона после заливки с помощью вибратора. Одним из преимуществ является время, необходимое для размещения больших секций, ведущее к значительному его сокращению.

Ключевые слова: сыпучие материалы; бетонные смеси; методика испытаний; самоуплотняющийся бетон; форма опалубки; армированные участки.

ӨЗ АЛДЫНЧА НЫКТАЛУУЧУ БЕТОНДУ СЫНОО ЫКМАЛАРЫН АНЫКТОО

*А.А. Каипова, Б.О. Ускембаева, Э.Х. Абдрасилова,
С.В. Турсбеков, Г.Ж. Турсбекова*

Бул макалада өз алдынча ныкталуучу бетонду сыноо ыкмалары жана анын мүнөздөмөлөрү келтирилген. Ар кандай суюк материалдар менен ар кандай бетондорду сыноонун методикасы иштелип чыккан. Өз алдынча ныкталуучу бетондун бетон аралашмасынын формуласын аныктоо үчүн жергиликтүү суюк материалдар колдонулат. Өз алдынча ныкталуучу бетон өз салмагы менен ныкталуучу бетон аралашмасынын суюктугу менен мүнөздөлөт. Бул бетонду куюуда абанын калдыктарын кетирүү үчүн вибраторлорду колдонууну талап кылбайт. Демек, жогорку суюктук мындай бетонду опалубкалардын татаал формаларында жана тыгыз арматураланган жерлерде жайгаштыруу үчүн колдонууга мүмкүндүк берет. Анын үстүнө бетондун бетинин тегиздигине жана көңдөйлөрдүн пайда болушуна жогорку талаптар коюлгандыктан, бетондун бул түрү алмаштырылгыс материал болуп саналат. Өз алдынча ныкталуучу бетонду колдонуу вибратор менен куюлгандан кийин бетонду тыгыздоодо жумушчунун угуусуна ызы-чуунун зыяндуу таасиринин болушун азайтат. Артыкчылыктарынын бири - бул чоң секцияларды жайгаштыруу үчүн убакыт талап кылынат, бул бетонду колдонуу убакыттын олуттуу кыскарышына алып келет.

Түйүндүү сөздөр: суюк материалдар; бетон аралашмасы; сыноо тартиби; өз алдынча ныкталуучу бетон; опалубка формасы; бекемделген бөлүктөр.

DEFINITION OF TEST PROCEDURES FOR SELF-COMPACTING CONCRETE

*A.A. Kaipova, B.O. Uskembayeva, E.Kh. Abdrasilova,
S.V. Tursbekov, G.Zh. Tursbekova*

The article presents test methods for self-compacting concrete and its characteristics. A technique has been developed for testing various concretes with various bulk materials. To determine the formula of the concrete mixture of self-compacting concrete, local bulk materials are used. Self-compacting concrete is characterized by the fluidity of the concrete mixture, which compresses under its own weight. Pouring this concrete does not involve the use of vibrators to remove residual air bubbles. Therefore, high fluidity makes it possible to use this type of concrete for placement in

complex forms of formwork and in densely reinforced areas. Moreover, with high requirements for the flatness of the concrete surface and shell formation, this type of concrete is an irreplaceable material. When using self-compacting concrete, the likelihood of the harmful effect of noise on the hearing of the worker is reduced when the concrete vibrates after pouring. One of the advantages is the time it takes to place large sections, leading to a significant reduction in it.

Keywords: bulk materials; concrete mixtures; test method; self-compacting concrete; form of formwork; reinforced sections.

Первыми разработчиками самоуплотняющегося бетона были японские ученые, которые продемонстрировали новые свойства бетона, после чего многие научные институты по всему миру стали исследовать его свойства. Начало развитию использования самоуплотняющегося бетона во многих европейских странах положил проект Brite-Euram SCC. В Европейском Союзе исследования по различным методам испытания проводятся рядом институтов в рамках проекта «Испытание самоуплотняющегося бетона». Организация EFNARC разработала спецификации и рекомендации по использованию самоуплотняющегося бетона с участием ряда предприятий различных отраслей промышленности. Изучаются различные технологии, начиная с выбора материалов и определения формулы смеси, до передовых методов испытания бетона [1].

Исследуются различные методы испытаний. Однако эти методики или комбинации методик пока еще не получили широкого распространения. Ни одна методика не позволяет в полной мере определить все особенности и характеристики самоуплотняющегося бетона, такие как: текучесть, пропускная способность и сопротивление сегрегации. В процессе испытаний определения поведения самоуплотняющегося бетона используются различные комбинации его смеси. Начальный состав смеси самоуплотняющегося бетона должен быть оценен на основании трех параметров: правильной укладки – наполняемость, пропускная способность и стабильность или сопротивление сегрегации. Качество бетона контролировался, в основном, с помощью использования двух основных методов испытаний. Данными комбинациями являются: обтекание и V-воронка, или обтекание колонны, и J-образное кольцо.

Для прогнозирования свойств потока важным параметром является соотношение между измерениями с помощью реометра (предела текучести при сдвиге и пластической вязкостью) и значений, полученных в результате эмпирических испытаний. В испытаниях Orimet и V-воронки пластическая вязкость имеет почти линейную корреляцию с T50 и временем течения [2]. Между потоком осадки и значением выхода смесей, также была получена хорошая корреляция. Анализ полученных данных показал, что реологические измерения могут быть связаны с эмпирическими измерениями. В этой связи дальнейшие исследования, определяющие связь между реологией пасты и бетона, будут способствовать усовершенствованию методов дозирования смеси. Это также поможет определить тип сыпучих материалов для бетонной смеси.

Важным моментом являются приемочные испытания для самоуплотняющегося бетона в производственных условиях на строительной площадке. Для этой цели в Японии проводят испытания на протекание осадка, испытание на V-образную воронку и испытание в U-образной коробке (рисунки 1, 2). Эти же принципы используются и при проведении приемочных испытаний, например, приемочные испытания в полевых условиях, которое использовались, в частности, на строительной площадке резервуара для сжиженного газа в г. Осаке. В данном случае испытательное устройство было установлено между бетономешалкой и насосом. Бетон из автобетоносмесителя полностью проходит через это устройство, состоящее из коробки с отверстиями по бокам [3].

В таблице 1 приведены различные методы испытания самоуплотняющегося бетона. Методы испытания можно классифицировать следующим образом: 1) определение основных реологических свойств; 2) использование для фиксации доли составляющих компонентов; 3) использование в качестве контроля качества на строительной площадке.

Свойства самоуплотняющегося бетона, необходимые для работы, определяют методом испытания. Опытным путем было выявлено, что различные классы согласованности могут быть определены

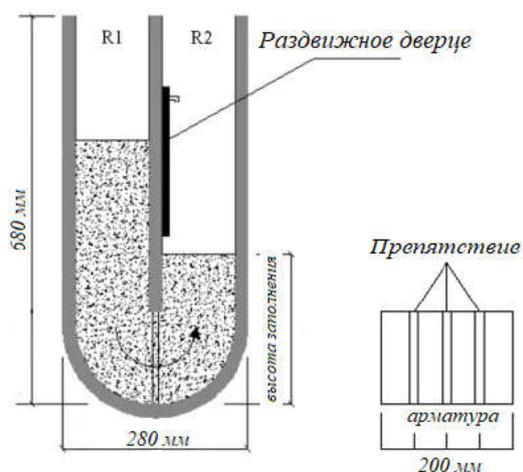


Рисунок 1 – Испытание потока в U-образной установке

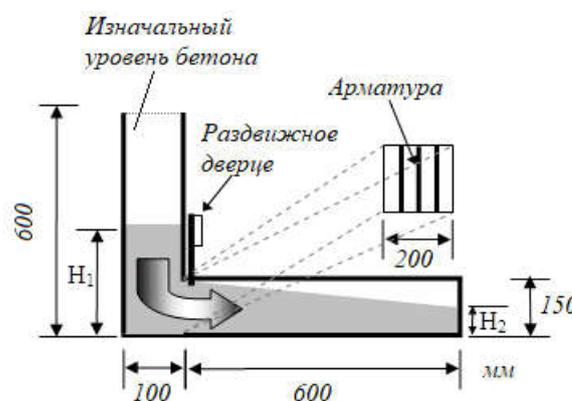


Рисунок 2 – Испытание потока в L-образной установке

Таблица 1 – Методы испытаний самоуплотняющегося бетона

| Основные испытания | Испытания для регулировки пропорций смесей | Испытания для контроля качества |
|--|--|--|
| Реология - Пластическая вязкость - Предел текучести при сдвиге | Текучесть • Проходная способность: - V-воронка - U-box - L-box - Контроль сегрегации - Столбец расчета - Прочность сита | - Поток осадков и T-50 - Поток осадков и J-ring |

с использованием комбинации времени испытания в V-воронке и расстояний демпфирования потока. Далее по методике заливки стен, полов, пандусов определяются требования для этих испытаний. Например, для заливки стен предлагается растекание бетона через V-воронку за время в 20 сек и растеканием пятна 540–630 мм.

Опыт, полученный в ходе исследований самоуплотняющегося бетона, определил ограничения на содержание воды, пластификаторов, строительного раствора и крупнозернистого наполнителя для конкретного типа применения. Возможность использования данных методик определяется по таблице методик и рекомендаций по составлению смесей для самоуплотняющегося бетона на основании процедур проектирования и создания доступной базы данных [4].

Заключение. Самоуплотняющийся бетон является передовым материалом, начиная с 80-х годов прошлого века, он до сих пор имеет значительный потенциал для применения в строительстве будущего. Тенденция развития использования самоуплотняющегося бетона в основном связана с увеличением требований строительных организаций к скорости и качеству бетона. Результаты исследований позволили сделать вывод о важности реологических параметров бетона: предела текучести и пластической вязкости. Более того, была установлена роль пластификатора, формы частиц и псевдопластичного модификатора вязкости для самоуплотняющегося бетона. Накоплен большой практический опыт, который показывает, что свойства самоуплотняющегося бетона в твердом состоянии тождественны

свойствам обычного бетона. Разработана классификация методов испытаний самоуплотняющегося бетона, которая включает основные ее виды: «базовые испытания», «испытания на пропорциональность» и «контрольные / проверочные испытания».

Литература

1. Оучи М. Самоуплотняющиеся бетоны: разработка, применение и ключевые технологии / М. Оучи // Бетон на рубеже третьего тысячелетия: труды 1 Всерос. конф. по бетону и железобетону. М.: Готика, 2001. С. 209–215.
2. Комаринский М.В. Бетонирование густоармированных конструкций литыми смесями. СПб.: С.-Петербург. политехн. ун-т им. Петра Великого, 2017.
3. Копылов И.А. Современные технологии, специальная техника и строительные материалы для устройства оснований и фундаментов / И.А. Копылов // Технологии бетонов. 2021. № 5.
4. Резаев Р.О. Результаты анализа вероятностной модели прочности бетона, содержащего минеральные добавки. Каменная мука / Р.О. Резаев, А.А. Дмитриев, Д.В. Чернявский // Технологии бетонов. 2021. № 3.