

## **ПРИМЕНЕНИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Хайруллина Мария Максимовна**

магистрант, Сургутский государственный политехнический университет, РФ, г. Сургут

Бетон – это один из основных строительных материалов, который широко используется в различных сферах строительства. Сочетание прочности, долговечности и устойчивости к различным внешним факторам делает его незаменимым компонентом в строительстве зданий, мостов, дорог, тоннелей и других объектов инфраструктуры.

Бетонные работы — это достаточно трудоемкий процесс, особенно в зимний период. Поэтому важно соблюсти все технологические нормы при работе с данным материалом.

Основной недостаток бетона – возникновение воздушных пор при застывании бетонной смеси. Причиной их образования может быть как неправильный состав бетонной смеси, нарушение при изготовлении или укладке. Но самая основная причина образования пустот – неправильное уплотнение бетонной смеси. Эта операция больше остальных подвержена нарушениям и ошибкам по причине человеческого фактора. Уплотнение бетонной смеси происходит за счет виброуплотнения, производящегося техникой. То есть, один из этапов работы по бетонированию, включает в себя одновременные работы техники и человека. Такая совместная работа техники и человека происходит не только в процессе уплотнения, однако именно данная фаза процесса бетонирования, представляющая собой совокупную работу человека и управляемой им техники, способна приводить к возникновению пор внутри затвердевшего бетона, и как следствие, приводить к возникновению дефектов.

В своей статье я хочу рассмотреть использования самоуплотняющегося бетона (СУБ) в строительстве, как более прочный материал, который будет более простым в укладке, а также решит проблему образования пустот при застывании.

Самоуплотняющийся бетон представляет собой материал, который способен уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя форму даже в густоармированных конструкциях. Он находит все более широкое применение. Перспективным является его использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкрет бетонирования, реставрации и усиления конструкций.

Появление новых амбициозных проектов в сфере строительства (таких, как протяженные подвесные мосты в Японии и Китае, комплексы крупных гидротехнических и транспортных сооружений в Голландии и ряд других) повысило требования к особо высокопрочным бетонам. При возведении таких конструкций было необходимо использование литых смесей в большом объеме. А зачастую участки бетонирования находились на большом расстоянии от места производства бетона и даже на значительном удалении от побережья (на воде). Кроме этого, еще одной необходимостью было сокращение времени и трудозатрат на уплотнение бетонной смеси, а также повышенный набор прочности в ранние сроки [5].

Решению указанных задач способствовали теоретические исследования и практические внедрения, направленные на:

- применение мульти фракционного заполнителя для получения высокопрочного бетона;
- введение микро- и ультрадисперсного наполнителя для повышения прочности,

- коррозионной и трещиностойкости материала;
- управление реологией высокоподвижных бетонных смесей;
- создание новых видов химических модификаторов, регуляторов свойств бетона.

Сейчас данный материал широко используется в следующих сферах:

1. При производстве сборных армированных железобетонных элементов и конструкций;
2. Для возведения монолитных бесшовных полов;
3. Для укрепления и усиления зданий и опорных конструкций;
4. При возведении объектов, для которых необходима изначально высококачественная ровная поверхность, не требующая дополнительной обработки (например, взлетно-посадочная полоса);
5. При строительстве из бетона различных конструкций с высоким содержанием армирующих элементов;
6. Для возведения ограждений или тонкостенных помещений (например, когда в здании необходим минимальный вес несущих и опорных перекрытий). [2]

Состав компонентов смеси для приготовления самоуплотняющегося бетона осуществляется, как правило, по японскому методу, разработанному профессором Окамурай. Концепция этой рецептуры базируется на повышении доли мелких пылевидных частиц.

В наиболее простой форме стандартную рецептуру самоуплотняющегося бетона можно представить следующим образом:

**Таблица 1.**

**Состав СУБ в упрощенной форме**

Компонент	Единица	Количество
Цемент	кг/м <sup>3</sup>	350
Зольная пыль или молотый известняк	кг/м <sup>3</sup>	200
Вода	кг/м <sup>3</sup>	170-180
Водоцементное отношение		0,49-0,51
Песок (зернистость 0-2)	кг/м <sup>3</sup>	650
Мелкий щебень (2-16)	кг/м <sup>3</sup>	950
Пластификатор	кг/м <sup>3</sup>	2-4

В таблице 2 приведено сравнение свойств самоуплотняющегося бетона и обычного цементного бетона.

**Таблица 2.**

**Сравнение свойств СУБ и обычного цементного бетона**

Самоуплотняющийся бетон	Обычным цементным бетоном
Бетон обладает высокой текучестью, чтобы подвергаться уплотнению под действием собственного веса	Бетон уплотняется внешними средствами
Работоспособность достигается за счет суперпластификаторов и модификаторов вязкости	Работоспособность повышается за счет содержания влаги
Добавление суперпластификатора увеличивает связь между заполнителем и цементной матрицей	Цементно-заполнительная матрица с

Низкое содержание воды	Высокое содержание воды
Содержание мелких частиц - цемента и мелкого заполнителя высокое	Содержание мелких фракций меньше по сравнению с СУБ
Повышенное содержание мелких фракций дает однородную смесь с меньшими проблемами сегрегации	Сегрегация выше
Низкая вязкость из-за высокого содержания мелких частиц	Высокая вязкость

**Прочность на сжатие** - при аналогичном содержании цемента и водоцементном соотношении самоуплотняющийся бетон обладает более высокой прочностью на сжатие за счёт более плотного состава смеси.

Прочность на растяжение - при аналогичных показателях по прочности на сжатие самоуплотняющийся бетон имеет незначительно более высокую прочность на растяжение по сравнению с обычным бетоном.

Связь бетон/арматура - следствие того, что самоуплотняющийся бетон обладает хорошими подвижностью и сцеплением между отдельными частицами, он обладает хорошими свойствами образования плотного соединения с арматурными стержнями. При этом расположение арматуры (верхний или нижний ряды стержней) не имеет никакого значения.

Модуль упругости - модуль упругости самоуплотняющегося бетона примерно на 15% ниже, чем у обычного бетона. Это связано с повышенным содержанием мелких пылевидных частиц в бетонной смеси и пониженным содержанием крупной фракции заполнителя по сравнению с обычным бетоном.

Усадка - садка бетона всегда связана с количеством цементного теста в бетоне. Так как содержание цементного теста у самоуплотняющегося бетона незначительно отличается от обычного, то оба бетона имеют примерно одинаковую усадку.

Качество поверхности - поверхность самоуплотняющегося бетона до мельчайших подробностей повторяет поверхность опалубки. Таким образом, при использовании современных видов опалубок можно сразу получить идеально гладкую и ровную поверхность. [2]

В своём большинстве свойства самоуплотняющегося бетона во многом совпадают со свойствами обычного бетона. Путём комбинирования компонентов самоуплотняющийся бетон может быть запроектирован как бетон с обычной прочностью, так и как высокопрочный бетон.

Преимущества использования самоуплотняющегося бетона огромное множество для всех сторон, принимающих участие в строительстве и возведении какого-либо сооружения или объекта.

1. Высокие параметры качества и надежности монолитных железобетонных конструкций каркаса здания за счет оптимального соотношения показателей удобоукладываемости бетонной смеси и прочностных характеристик бетона.
2. Улучшенные показатели экономической эффективности инвестиционного строительного проекта за счет уменьшения стоимости бетонных работ и сокращения сроков строительства.

3. Возможность проектирования монолитных железобетонных конструкций, имеющих разнообразные геометрические формы за счет улучшения показателей удобоукладываемости бетонной смеси.

4. Уменьшение массивности монолитных железобетонных конструкций за счет увеличения прочностных характеристик бетона.

5. Снижение трудоемкости процесса укладки бетонной смеси в опалубку за счет упрощения технологического процесса бетонных работ

6. Значительно снижение уровня шума и вибрации, негативно воздействующих на организм человека, при производстве бетонных работ за счет исключения процесса принудительного уплотнения бетонной смеси. [6]

Вышеперечисленные преимущества применения самоуплотняющегося бетона так же стоит дополнить пунктами, которые вытекают из его состава, свойств или вышеуказанных преимуществ. К таким можно отнести:

1. Отказ от вибрации является не только повышением безопасности рабочих, но также и снижает вибрационное воздействие на окружающие здания и сооружения, если строительство идет в густо застроенном или историческом районе.

2. Отсутствие процесса уплотнения исключает человеческий фактор и, как следствие, исключает возникновение дефектов в процессе уплотнения.

3. Отказ от виброуплотнения снижает стоимость монтажных работ ввиду отказа от одного из этапов работ по бетонированию, где задействованы рабочие и техника.

4. Появилась возможность укладывать больший объем смеси, по сравнению с обычной бетонной смесью, за равный промежуток времени.

5. Отказ от виброуплотнения повышает скорость монтажных работ.

6. Возможность подачи бетона непосредственно через опалубку, например, через отверстие в нижней ее части.

7. Использование СУБ на стадии проекта предоставляет архитекторам и проектировщикам свободный выбор геометрии конструкции, а также упрощает разработку проекта. [6]

У самоуплотняющегося бетона несмотря на большое количество положительных качеств так же есть и минусы.

1. Бетонная смесь очень чувствительна даже к небольшим отклонениям в рецептуре.

2. Приготовление бетонной смеси СУБ необходимо выполнять на чистых (мытых) материалах, соблюдать рекомендуемую гранулометрию.

3. Применяя бетона с добавками, необходим тщательный подбор составов с учетом видов возводимых конструкций и технологии выполняемых работ.

4. Производство и укладка смеси требуют большей квалификации и опыта у рабочих, выполняющих процесс бетонирования. [4]

Тау же у самоуплотняющегося бетона есть некоторые особенности транспортировки дор строительной площадки.

1. При транспортировке более 1 часа без использования бетономешалки, в смеси образуется осадок. Поэтому СУБ, как и обычный бетон, должен перевозиться только при помощи автомиксеров.

2. Погодные условия оказывают пагубное влияние на раствор. Если бетонный раствор будет долгое время открыт под прямыми солнечными лучами, это приведет к повышению температуры смеси, что, в конечном счете, скажется на консистенции бетона.

3. После доставки раствора на строительную площадку, в смесь необходимо добавить разжижитель, тогда бетон приобретет оптимальную консистенцию. [2]

В данной статье мы рассмотрели состав, свойства, преимущества и недостатки применения самоуплотняющегося бетона. Самоуплотняющийся бетон более прочный материал по сравнению с обычным цементным бетоном. Он обладает лучшим сцеплением с арматурой и меньшей вероятностью сегрегации. Так же благодаря свойствам и составу самоуплотняющегося бетона мы устраняем основную причину возникновения воздушных пор при застывании бетона, что делает конструкцию более качественной, прочной и долговечной.

У самоуплотняющегося бетона много способов применения. Таким образом можно использовать СУБ для возведения объектов гражданского строительства, промышленных сооружений, а также для ремонта и реставрации старых сооружений, так как самоуплотняющийся бетон может заполнить собой любое труднодоступное пространство.

Самоуплотняющийся бетон обладает большим количеством положительных качеств, но при этом имеются и некоторые недостатки в его эксплуатации. Одним из таких недостатков является цена бетонной смеси. Но за счет всех преимуществ этот недостаток нивелируется на больших строительных объектах, так как мы исключаем один вид строительных работ экономя деньги и время.

#### **Список литературы:**

1. Все о самоуплотняющемся бетоне строительства [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://gorizontbeton.ru/stati/vse-o-samouplotnyajushhemsya-betone/> (дата обращения 27.04.2025)
2. Где применяют самоуплотняющийся бетон: плюсы и минусы, особенности укладки [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://1beton.info/vidy/samouplotnajushiy/samouplotnyayushhijsya-beton> (дата обращения 27.04.2025)
3. Коровкин, М. О. Принципы создания и применения самоуплотняющегося бетона / М. О. Коровкин, М. Н. Замчалин, Н. А. Ерошкина. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 5 (85). — С. 165-168. <https://moluch.ru/archive/85/16022/> (дата обращения: 27.04.2025).
4. Николенко Ю.В., Сташевская Н.А., Окольникова Г.Э. Применение самоуплотняющихся бетонов в монолитном домостроении — Системные технологии. — 2017. — № 23. — С. 38—42. — URL <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-samouplotnyayuschih-sya-betonov-v-monolitnom-domostroenii/viewer>
5. Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://allbeton.ru/article/36.html> (дата обращения 27.04.2025)
6. Царьков, А. В. Особенности использования самоуплотняющегося бетона в строительстве / А. В. Царьков, Т. И. Неделев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 16 (306). — С. 175-179. — URL: <https://moluch.ru/archive/306/68847/> (дата обращения: 27.04.2025).