

## **САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОННЫЕ СМЕСИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Калиберов Андрей Кириллович, студент 4-го курса*

*кафедра «Мосты и тоннели»*

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

*(Научный руководитель – Гречухин В.А., канд. техн. наук., доцент)*

Одной из главных проблем при бетонировании конструкций является обеспечение качества укладываемой смеси. Традиционные методы бетонирования иногда не подходят для заливки конструкций с густым армированием или большой высотой заливаемого массива. Для решения этой проблемы были разработаны самоуплотняющиеся бетоны. Такой бетон отличается от обычного как составом, так и некоторыми свойствами. Основное отличие заключается в использовании специальных добавок минерального и химического происхождения, которые позволяют смеси свободно растекаться по поверхности, а также улучшать прочностные качества готового изделия.

Самоуплотняющиеся бетоны завоевывают все большее распространение в отечественном строительстве, в том числе за счет появления амбициозных проектов, характеризующихся большой высотой строения и сложностью конструктивных решений. В зарубежной практике такие смеси применяются достаточно давно, к примеру, в странах ЕС на долю СУБ приходится 15-20% объема производства бетона. У нас же такие составы только получают широкое распространение.

В процессе заливки конструкций в бетоне содержится порядка 3-4% воздуха, поэтому смесь следует обязательно вибрировать. Эта процедура позволяет избавиться от пузырей воздуха, а значит добиться большей плотности смеси и ее прочности. Благодаря высокочастотным колебаниям воздух уходит из бетона, но при этом происходит повышение текучести, за счет которой смесь равномернее заполняет мельчайшие поры и каверны. Нарушения при укладке или вибрировании смеси ведут к образованию дефектов железобетонных конструкций, таких как:

1. Раковины. Обычно образуются под влиянием недостаточного уплотнения смеси, сбрасывание бетона с большой высоты или из-за густоты армирования, а значит большим числом труднодоступных мест;
2. Расслаивание смеси. Возникает из-за больших перерывов при укладке бетона в опалубку или скидывания его с большой высоты;

3. Каверны. Образуются под влиянием недостаточного или чрезмерного вибрирования.

Самоуплотняющиеся бетоны позволяют избежать большинства из этих дефектов. Особенность смеси заключается в способности уплотняться под действием собственного веса, что позволяет ей заполнять опалубку даже с самым густым армированием. Первые образцы самоуплотняющегося бетона появились в начале 70-х годов прошлого века и вскоре получили широкое распространение под влиянием массового строительства амбициозных проектов, таких как протяженные подвесные мосты в Китае, нефтедобывающие платформы и гидротехнические сооружения. Самоуплотняющиеся смеси позволяли сократить время укладки бетона примерно в 1,5- 2 раза по сравнению с традиционным способом, что не могло не повлиять на улучшение качества готовых изделий, а заодно и их прочности.

Для достижения высоких эксплуатационных качеств, к самоуплотняющимся бетонам предъявляются жесткие критерии к составляющим материалам. Фракция мелкого заполнителя должна быть не более 0,120мм, с долей частиц с размером 0,063мм не более 70%. Размер гранул крупного заполнителя варьируется от 10 до 20мм. Для увеличения водоудерживающей способности смеси добавляют молотый асбест или бентонит.

Оптимальный состав самоуплотняющегося бетона:

1. портландцемент (20%);
2. песок (32%);
3. щебень (30%);
4. вода (7%);
5. пластифицирующие добавки (1%).

Прочность СУБ превосходит традиционные бетоны и составляет 100Мпа. Повысить прочность и трещиностойкость самоуплотняющегося бетона можно путем добавления кремнезема, 20кг этого минерала заменяют 60кг цемента. За счет своей плотной структуры бетоны хорошо годятся для применения в опорах мостов, подверженных воздействию агрессивных компонентов, содержащихся в морской воде.

Среди многочисленных достоинств СУБ можно выделить некоторые недостатки. В частности, в процессе протекания реакции гидратации, происходит выделение тепла. Поэтому при единоразовой заливке десятков, а то и тысяч кубов бетона, в структуре конструкции могут возникнуть термические напряжения, что негативно скажется на прочности готового изделия. Для минимизации такого рода воздействий, в составе самоуплотняющихся бетонов

используются вяжущие вещества с низким тепловыделением и малым содержанием щелочей

#### Характеристики СУБ:

1. низкое водоцементное соотношение (0,36–0,4);
2. высокий показатель удобоукладываемости (до 70%);
3. прочность на сжатие В60–В80, но может достигать и до 100МПа;
4. отсутствие в структуре крупных пор и капилляров;
5. подвижность П5 (Рис. 1);
6. содержание пузырьков воздуха не более 6 %;
7. морозостойкость F400;
8. водонепроницаемость W62 и выше.



Рисунок 1 – Растекание конуса СУБ в 70см

На территории Республики Беларусь самоуплотняющиеся бетоны только получают широкое распространение. Наиболее ярким примером использования самоуплотняющегося бетона является обустройство фундаментной плиты под штаб-квартиру Газпрома на улице Филимонова. Объем бетона составлял чуть больше 9100м<sup>3</sup>, бетонирование проводилось непрерывно на протяжении 62 часов. (Рис. 2).

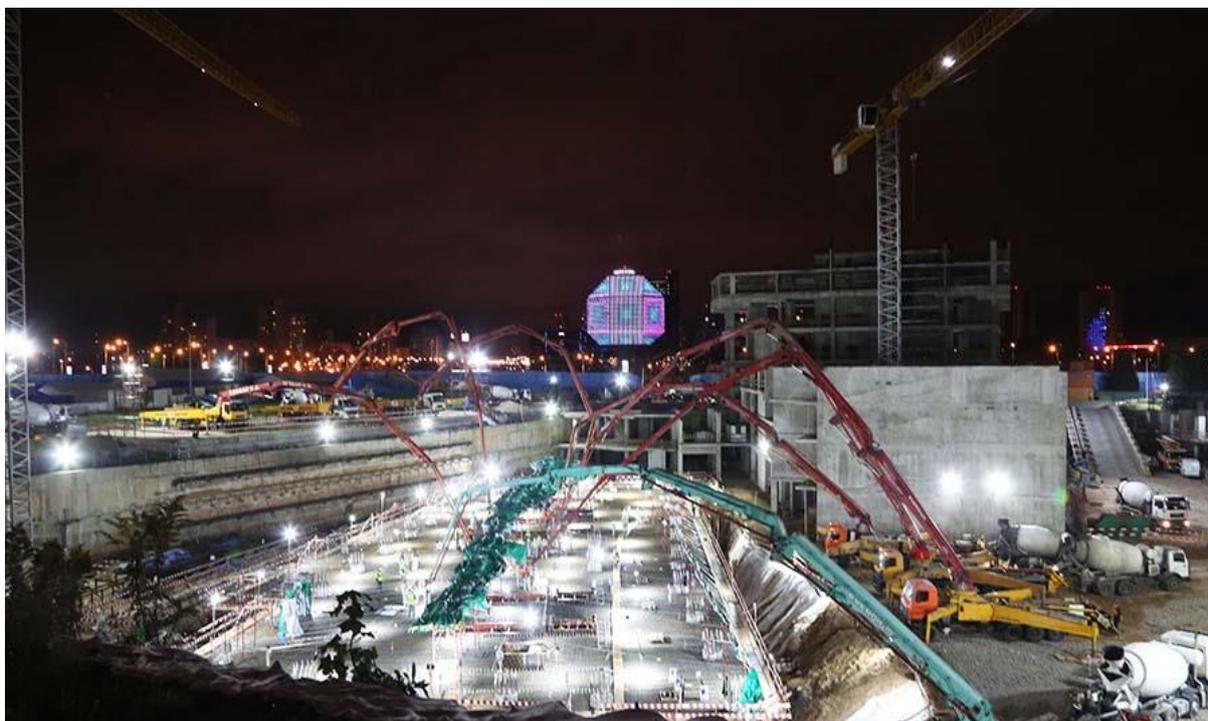


Рисунок 2 – Процесс заливки фундаментной плиты Газпром центра

Традиционные смеси не дали бы строителям выполнить столь ответственную работу без нареканий. Поэтому ниша использования таких бетонов будет расти с каждым годом. Все-таки Минск растет не только вширь, но и ввысь, а значит с каждым годом перед инженерами будут ставиться все более и более сложные задачи, преодолеть которые без использования современных строительных материалов и технологий невозможно.

#### Литература:

1. [ Электронный ресурс ]. – Режим доступа : [https:// gazprom-spravilsya-s-fundamentom-gazprom-tsentra](https://gazprom-spravilsya-s-fundamentom-gazprom-tsentra).
2. Самоуплотняющийся бетон и технология бетонирования фундаментного массива с использованием 9000 кубических метров бетона / Э. И. Батыновский [и др.] // Наука и техника. 2021. Т. 20, № 4. С. 329–337. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-4-329-337>.
3. [ Электронный ресурс ]. – Режим доступа : [http:// defekty-poverkhnosti-betona](http://defekty-poverkhnosti-betona).