

## БЕТОННЫЕ СМЕСИ



## CONCRETE MIXES

**Карпенко Мария Сергеевна**студентка,  
Кубанский государственный аграрный университет  
arkadiam2002@gmail.com**Maria Sergeevna Karpenko**Student,  
Kuban State Agrarian University  
arkadiam2002@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние технологических факторов, химических и минеральных добавок на прокачиваемость и тиксотропные свойства бетонных смесей. Установлены причины потери давления при перекачивании бетонных смесей по каналам сложного сечения.

**Annotation.** The paper considers influence of technological factors, chemical and mineral additives on pumpability and thixotropic properties of concrete mixtures. The causes of pressure loss when pumping concrete mixtures through the channels of complex cross-section have been established.

**Ключевые слова:** бетонные смеси, насосные оборудования, цемент, бетон, перекачка.

**Keywords:** concrete mixes, pumping equipment, cement, concrete, pumping.

**В** последнее десятилетие достигнут большой прогресс в перекачивании бетонных смесей с помощью насосного оборудования. Были разработаны практические рекомендации для бетононасосов, определены основные принципы перекачки. Но все эти знания и правила ориентированы на вибрирование тяжелого бетона. Перекачка других современных видов бетонных смесей на сегодняшний день изучена недостаточно.

Изучение перекачки бетонных смесей связано с определением потерь давления в системе при использовании того или иного насосного оборудования. Причинами потерь давления могут быть технологическими (конфигурация, материал, длина и диаметр бетона, давление бетононасоса, тип бетононасоса, скорость движения бетонной смеси в бетоне, температура смеси и окружающего воздуха); реологические (напряжение сдвига, предел текучести, вязкость, структурная прочность смеси, тиксотропия); трибологические (трение и смазочный слой).

Технологические причины потери давления в бетоноводе связаны с насосным оборудованием. Поэтому для более точного прогнозирования потерь давления при перекачке бетона необходимо учитывать его реологические и трибологические характеристики. Современные исследования перекачки бетона посвящены реологическим и трибологическим характеристикам течения бетонной смеси. При этом основная роль, отводится к смазочному слою. Компоненты бетонной смеси по-разному влияют на ее реологические свойства. Влияние органических суперпластификаторов обусловлено снижением предела текучести бетонной смеси без существенного влияния на ее вязкость. Аналогично, увеличение содержания воздуха в смеси влияет на снижение ее пластической вязкости. Увеличение количества воды, затворение приводит к взаимному снижению реологических параметров. Интересной особенностью является добавка микрокремнезема – с увеличением его содержания вязкость уменьшается, а при расходе более 25 % от массы цемента предел текучести цементной системы резко возрастает. Добавка летучей золы в значительной степени влияет на предел текучести и незначительно влияет на изменение вязкости.

Развитие технологии бетона нового поколения связано с уменьшением фракций заполнителей. Так, например, для сверхвысокопрочного бетона (более 100 МПа) размер частиц заполнителя соизмерим с частицами цемента. Такой бетон лишен недостатков зоны контакта с инертными заполнителями, где все компоненты вступают в химические реакции, образуя более прочную структуру.

Замена крупного заполнителя мелкофракционными минеральными добавками дает большое преимущество при перекачке таких смесей за счет практического исключения седиментации крупных зерен и получения более однородной структуры перека-

чиваемого материала. Исходя из свойств реактивных порошковых бетонов, их использование позволяет получать бетонные смеси с подвижностью, выходящей далеко за пределы самоуплотняющегося бетона с высокими конечными характеристиками, соответствующими бетону нового поколения. Это открывает широкий спектр возможностей, связанных с перекачкой бетона на большие расстояния, заполнением элементов сложной конфигурации, получением высококачественных поверхностей и т.д.

Подвижность бетонной смеси можно определять по распространению конуса Абрамса и вискозиметра Суттарда, а ее реологические характеристики – с помощью ротационного вискозиметра Fungilab Expert L. Распространение конуса Абрамса составило 104 см, расширение цилиндра вискозиметра Суттарда – 20 см, динамическая вязкость на ротационном вискозиметре составила 1274–5317 сП в зависимости от скорости сдвига. Скорость движения бетонной смеси составляла 0,9 м/с при минимальной скорости бетононасоса.

Показания манометра МН2 нестабильны в диапазоне 0,0–0,4 МПа, показания МН3 более стабильны и находятся в диапазоне 0,0–0,1 МПа. Начиная с 100 секунды по показаниям манометра МН3 наблюдается устойчивый поток, который совпадает со временем выхода смеси из бетоновода. Наличие манометра МН2 в непосредственной близости от бетононасоса, который создает попеременные поступательные движения 2 поршней длиной 1500 мм, свидетельствует о фактической нестабильности давления в трубе в самом начале.

В процессе закачки в какой-то момент времени бетононасос начинает прикладывать постоянное усилие. Вся жидкость в трубе сразу прийти в движение не может. Непосредственно перед поршнем возникает область сжатия, которая начинает распространяться по трубе, перемещая все более удаленные участки жидкости внутри трубы.

Так или иначе, перекачка бетонных смесей на большие расстояния связана с использованием мощного насосного оборудования. Однако, если технологические потери давления зависят от выбора насосного оборудования, то реологические и трибологические зависят от состава смеси и, учитывая особенности влияния отдельных компонентов бетонной смеси на ее реологические свойства, можно существенно повлиять на дальность перекачки, подобрав оптимальный состав. Повысить прокачиваемость бетона можно за счет модификации их составов и получения вязкости и удобоукладываемости, что выходит за рамки классификации по стандартам. Снижение вязкости смесей должно сопровождаться сохранением однородности.

Исключение крупного заполнителя позволит решить ряд проблем, связанных с сегрегацией смеси под давлением, а введение органических и тонкодисперсных минеральных добавок обеспечит однородность смеси при перекачке и высокие конечные характеристики бетона. Использование порошкообразного бетона с высокой подвижностью для перекачки на большие расстояния при заполнении длинно-пролётных металлических или мостовых конструкций, бетонировании в тоннелях, где давление закачки ограничено, может стать единственным решением при реализации этих задач.

## Литература

1. Заворотынская В.В., Тхазеплова Д.А., Шиховцов А.А. Современные технологии ускорения набора прочности бетона // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2020. – № 8. – С. 641–649.
2. Кириченко В.А., Шиховцов А.А., Митин А.Б. Экономико-технологические аспекты применения полистиролбетона // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 9-3 (86). – С. 1204–1207.
3. Комиссаров А.Н., Шиховцов А.А. Развитие ресурсноберегающих технологий в строительстве // Сборник статей Международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт строительства и транспортной инфраструктуры; ФГБОУ ВО «КубГТУ»; Международный центр инновационных исследований «OMEGA SCIENCE». – 2017. – С. 133–136.
4. Современные технологии ускорения набора прочности бетона / Е.А. Лангнер [и др.] // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12. – № 5. – С. 36.

## References

1. Zavorotynskaya V.V., Tkhazeplova D.A., Shikhovtsov A.A. Modern technologies of acceleration of concrete strength gain // Electronic network multimedia journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University». – 2020. – № 8. – P. 641–649.
2. Kirichenko V.A., Shikhovtsov A.A., Mitin A.B. Economic and technological aspects of polystyrene concrete application // Economics and entrepreneurship. – 2017. – № 9-3 (86). – P. 1204–1207.
3. Komissarov A.N., Shikhovtsov A.A. Development of resource-saving technologies in construction // Collection of articles of the International Scientific-Practical Conference. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «Kuban State Technological University», Institute of Construction and Trans-Port Infrastructure; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «KubGTU»; International Center for Innovative Research «OMEGA SCIENCE». – 2017. – P. 133–136.
4. Modern technologies of concrete strength acceleration / E.A. Langner [et al.] // Bulletin of Eurasian Science. – 2020. – V. 12. – № 5. – P. 36.