

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МОДИФИКАТОРА СС-3ТН НА СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

¹Рахимов М.А., ²Ткач Е.В., ¹Рахимова Г.М., ¹Дадиева М.К., ¹Хан М.А.,
¹Тоимбаева Б.М.

¹Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Республика Казахстан (100027, Караганда, Бульвар Мира, 56), e-mail: han_maks@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет», Москва, e-mail: ev_tkach@mail.ru

Приведена зависимость подвижности бетонной смеси от времени ее выдерживания. Благодаря действию тиосульфата натрия на гидратирующее вяжущее наилучший эффект на бетонную смесь оказывает добавка СС-3ТН. Рассмотрено влияние количества дозируемых добавок на подвижность бетонной смеси: помимо разжижения бетонной смеси, повышенная дозировка оказывает влияние на прочностные свойства бетона. Представлены исследования влияния водоотделения и расслоения на строительные свойства бетонной смеси и бетона. Водоотделение бетонов с добавками-гидрофобизаторами сокращается в 4 и более раз. Гидрофобизирующие добавки в 1,5–2 раза снижают показатель раствооротделения бетонной смеси в сравнении с показателями бетонной смеси без добавки. Было установлено влияние гидрофобизирующей добавки СС-3ТН на морозостойкость бетона. Результаты опытов показали, что у бетона, твердевшего в естественных условиях, морозостойкость ниже, чем у бетона, твердевшего во влажной среде.

Ключевые слова: комплексная добавка, гидрофобизатор, монолитный бетон, подвижность, морозостойкость.

EFFECT OF SS-3TN COMPLEX MODIFIER ON CONCRETE MIX MOBILITY

¹Rakhimov M.A., ²Tkach E.V., ¹Rakhimova G.M., ¹Dadieva M.K., ¹Khan M.A.,
¹Toimbaeva B.M.

¹Karaganda State Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan (100027, Karaganda, Bulvar Mira, 56), e-mail: han_maks@mail.ru;

¹National Research University Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Moscow, e-mail: ev_tkach@mail.ru

The paper presents the effects of dependence of the concrete mix mobility on its setting time. Due to its sodium thiosulfate effect on hydrating bindings, the additive SS-3TN has the best impact on the concrete mixture. The effects of additive proportioning on the concrete mobility have been examined: in addition with dilution, an increased dosage of the additive would affect mechanical properties of the concrete. The paper reports the main findings from a study undertaken to evaluate the influence of dehydration and separation on construction and engineering properties of concrete mixture and concrete. Water separation with concrete additives-repellents is reduced by 4 times or more. Water-repellent additives reduce the rate of concrete segregation in 1.5 - 2 times in comparison with the concrete mixture without additives. The effect of SS-3TN water-repellent modifier on the frost resistance of the concrete has been also studied. The analysis shows that the frost resistance of the concrete hardened in natural environment is lower than that of the concrete hardened in the moist environment.

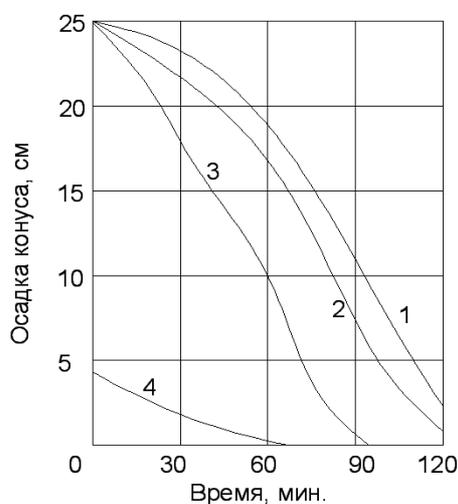
Keywords: complex additive, water repellent, in situ concrete, mobility, frost-resistance

Разработка новых химических добавок, в частности суперпластификаторов, гидрофобно-пластифицирующих и различных полифункциональных комплексных добавок на их основе способствовала поднятию технологии монолитного бетонирования на новую ступень [4,6].

Использование суперпластификаторов С-3, КОД-С, КОМД-С позволяет получить литые бетонные смеси при монолитном бетонировании. В этом случае решается значительный ряд проблем, таких как улучшение технологических свойств бетонной смеси и повышение качества бетонируемых изделий. Однако ряд нерешенных проблем стимулирует

дальнейшее совершенствование и разработку новых химических добавок, позволяющих решать проблемы монолитного бетона более полно. Так, трещиностойкость, деформационные характеристики и стойкость к действию растворов солей грунтовых вод остается до настоящего времени проблемой, решаемой известными добавками в недостаточной степени.

Для бетонных смесей важной реологической характеристикой является ее подвижность, зависящая от времени ее выдерживания до укладки. Исследование этой зависимости (рис. 1) позволило установить, что использование добавок С-3, КОД-С и СС-3ТН увеличивает время регулирования подвижности бетонной смеси в 2–3 раза, что положительно влияет на их укладку и уплотнение в изделиях.



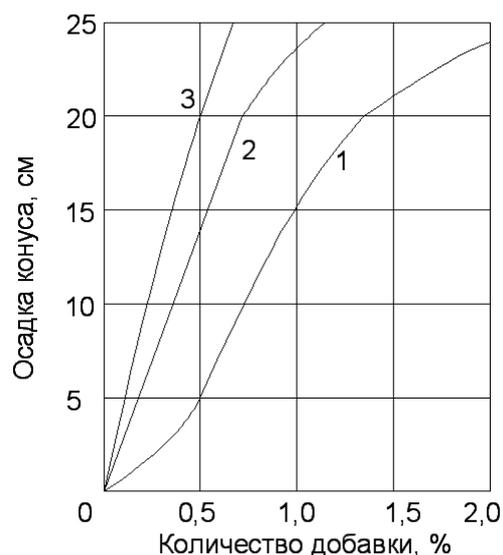
1 – бетонная смесь с 0,3 % КОД-С; 2 – бетонная смесь с 2,8 % СС-3ТН;

3 – бетонная смесь с 0,7 % С-3; 4 – бетонная смесь без добавки

Рис. 1. Зависимость подвижности бетонной смеси от времени ее транспортирования

Наибольшее время сохранения подвижности обеспечивает добавка КОД-С (рис. 1, кривая 1), добавка СС-3ТН сокращает время действия до 0,5 ч, обеспечивая подвижность в течение 1,5 ч, что является достаточным для транспортирования и укладки бетонной смеси в конструкцию. Это связано не с интенсивным испарением воды из бетонной смеси, а с действием на гидратирующее вяжущее тиосульфата натрия, который вызывает ускоренное твердение бетонной смеси.

Подвижность бетонных смесей зависит от количества дозируемой в нее добавки. Следует учитывать, что, помимо разжижения бетонной смеси, повышенная дозировка добавки также оказывает влияние на прочностные свойства бетона.



1 – с добавкой СС-3ТН; 2 – с суперпластификатором С-3;
3 – с добавкой КОД-С

Рис. 2. Зависимость подвижности бетонной смеси от количества добавок

На рисунке 2 показано, что при меньших дозировках добавки (кривая 3) лучший результат имеет добавка КОД-С, которая при 0,6 % от массы цемента увеличивает подвижность бетонной смеси с 3 см до 24 см, в то время как С-3 для достижения той же подвижности дозируется в количестве 1,0 %, а добавка СС-3ТН – в количестве 2,0 %. Однако, если учитывать их влияние на прочность бетонной смеси, то для КОД-С наибольшая дозировка не должна превышать от 0,4 %, а суперпластификатора С-3 – 0,8 %, передозировка которых приводит к снижению прочности бетона на 5–10 %. Добавка СС-3ТН (рис. 2, кривая 1) при дозировке до 3,3 % от массы цемента не снижает прочности бетона.

Существенное влияние на строительно-технические свойства бетонной смеси и бетона оказывают их водоотделение и расслоение [2,4].

Водоотделение бетонной смеси характеризует ее связность в состоянии покоя в течение определенного времени. Применяемая в настоящее время технология бетонирования сооружений предусматривает приготовление бетонных смесей со значительным избытком воды затворения, предназначенной для улучшения реологических свойств, и количество ее достигает от теоретически необходимого В/Ц – 0,16 до практического содержания В/Ц – 0,5. Вследствие этого часть избыточного количества воды отделяется из бетонной смеси в процессе ее гидратации. В таблице 1 приведены результаты испытаний различных бетонных смесей, содержащих гидрофобизирующие добавки.

Таблица 1

Водоотделение бетонных смесей модифицированных добавками СС-3ТН, КОД-С
и без добавок

| Вид добавки | Дозировка, % | В/Ц | Осадка конуса, см | Водоотделение бетонной смеси, % |
|-------------|-----------------|------|-------------------|------------------------------------|
| Без добавки | - | 0,52 | 11 | 2,2 |
| СС-ЗТН | 2,7 | 0,43 | 11 | 0,3 |
| КОД-С | 0,2 | 0,44 | 10 | 0,8 |
| С-3 | 0,3 | 0,46 | 10 | 0,7 |

Водоотделение бетонов с добавками-гидрофобизаторами сокращается в 4 и более раз, что можно связывать с сокращением воды затворения для достижения бетоном той же подвижности и особыми свойствами гидрофобизирующих добавок, являющихся флегматизаторами испарения воды из бетона, снижающими усадку бетонной смеси и снижающими водоотделение.

При монолитном бетонировании фундаментов послойным способом наличие на поверхности уложенного бетона отделившейся воды приводит к ухудшению контакта между слоями, нарушает сплошность возводимых конструкций.

Другим важным свойством, которым должна обладать бетонная смесь для монолитного строительства, является ее устойчивость к расслоению. В таблице 2 приведены результаты испытаний бетонных смесей на расслоение.

Таблица 2

Расслаиваемость бетонных смесей с гидрофобизирующими добавками и без добавок

| Вид добавки | Дозировка, % | Содержание растворной составляющей, % | | Показатель раствороотделе ния, П _р , % |
|-------------|-----------------|--|----------------|---|
| | | в верхней части | в нижней части | |
| Без добавки | - | 50,09 | 46,40 | 3,44 |
| СС-ЗТН | 2,8 | 49,11 | 47,24 | 1,60 |
| КОД-С | 0,2 | 49,16 | 47,10 | 1,79 |
| С-3 | 0,3 | 49,24 | 46,71 | 2,28 |

Гидрофобизирующие добавки СС-ЗТН и КОД-С в 1,5–2 раза снижают показатель раствоороотделения бетонной смеси в сравнении с показателями бетонной смеси без добавки. Повышению сплошности и устойчивости бетонной смеси способствует наличие в составах добавки дефильного строения, углеводородных молекул жирных кислот и солей. Как определил В.И. Соловьев, наличие эффекта сцепления «щетка» между этими молекулами позволяет перемещаться компонентам смеси в направлении, параллельном сцеплению волокон, и практически не позволяет перемещаться компонентам смеси перпендикулярно направлению волокон [6]. Это важное свойство бетонной смеси позволяет увеличить высоту

бетонируемого слоя с 0,7–1,2 до 1,4–2,0 м, поскольку боковое давление на опалубку в 1,2–1,5 раза ниже, чем у смесей, не содержащих гидрофобизирующих компонентов и не содержащих добавок. Следует различать боковое давление на стенки опалубки невязких и вязких жидкостей, которое зависит от высоты столба жидкости и от ее плотности, в то время как бетонная смесь не является таковой и объяснять давление плотностью и высотой столба не совсем правильно. Так как в гидратирующей бетонной смеси идут процессы структурообразования и повышения ее вязкости, то можно, применив ускоритель, добиться того, что бетонная смесь, уложенная в опалубку, будет иметь такую структурную прочность, что давление на стенки опалубки будет незначительным. Снижение давления бетонной смеси, содержащей гидрофобизаторы, на стенки опалубки происходит за счет того, что каждый непрерывно укладываемый слой имеет структурную вязкость такую, которая позволяет воспринимать давление верхнего слоя, не претерпевая значительных деформаций.

Исследования зависимости стойкости бетона от воздействия низких температур позволили установить основные факторы, от которых зависит морозостойкость бетона [2,3,5,7,8]. К ним следует отнести структуру материала, величину и характер пористости, степень водонасыщения и температуру замораживания.

Основной задачей проводимых исследований было установить влияние гидрофобизирующей добавки СС-3ТН на морозостойкость бетона (табл. 3), твердевшего в естественных условиях.

Таблица 3

Морозостойкость бетонов с гидрофобизирующими добавками,
твердевших в различных условиях

| Добавка, % по массе вяжущего | В/Ц | Прочность при сжатии через 28 суток, МПа | | Морозостойкость, циклов | |
|--|------|--|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | влажная среда | естественные условия | образцы влажной среды | естественного твердения |
| Без добавки | 0,46 | 39,1 | 27,6 | 150 | 100 |
| 0,2 % СДБ плюс 0,2 % КОСЖК | 0,42 | 39,0 | 35,5 | 250 | 150 |
| 0,3 % С-3 плюс 0,3 % соапсток плюс 2 % ТСН | 0,35 | 51,6 | 51,0 | 400 | 350 |
| 0,5 % С-3 плюс 0,2 % КОСЖК | 0,38 | 38,8 | 37,8 | 450 | 300 |

Как показали результаты опытов бетон, твердевший в естественных условиях, имеет морозостойкость несколько ниже, чем бетон, твердевший во влажной среде [1]. Особенно это заметно на бетоне без добавок, когда морозостойкость падает с 150 до 100 циклов. Поскольку применение добавок для бетонов естественного твердения в значительной степени (в 3,7 раза в сравнении с бетоном без добавки) позволяет повышать стойкость бетона при действии отрицательных температур. Можно утверждать, что гидрофобизирующие добавки способствуют улучшению этих свойств в сочетании с другими компонентами, не улучшающих этих свойств, и могут быть назначены в монолитный бетон естественного твердения.

Список литературы

1. Байджанов Д.О. Бетоны с гидрофобизирующими добавками для ремонтно-восстановительных работ и строительства на предприятиях горной металлургии (на примере Карметкомбината): Автореф. канд.техн.наук. –Алматы, 1990. — 16 с.
2. Горчаков Г.И., Соловьев В.И., Томашпольский А.Л., Хигерович М.И. Добавки гидрофобизирующего действия как фактор технико-экономической эффективности цементов и бетонов // Исследование и применение бетонов с суперпластификаторами. – М., 1982. – С. 130–135.
3. Гужев Е.А., Вулакова М.Г., Лемыш Л.Л. К вопросу оптимального проектирования железобетонных конструкций для агрессивных сред // Способы повышения коррозионной стойкости бетона и железобетона. – М.: НИИЖБ, 1986. – С. 13–19.
4. Малышев О.А. Улучшение свойств монолитного бетона пластифицирующе-гидрофобизирующей добавкой С-3ТС: дис.... канд. тех. наук. – Алматы. 1992. – 168 с.
5. Рекомендации по применению полифункциональных модификаторов на основе суперпластификатора С-3 при изготовлении морозостойких бетонов из высокоподвижных и литых бетонных смесей. – М., 1993. — 30 с.
6. Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. – Алматы: Наука, 1990. – 110 с.
7. Субботкин М.И., Волкова А.И. Морозостойкий бетон на шлакопортландцементе // Бетоны с эффективными модифицированными добавками. – М.: НИИЖБ, 1985. – С. 120–124с.
8. Тейлор Х. Химия цемента: учебное пособие. – М.: Мир, 1996. – 560 с. ил. Перевод с англ.

Рецензенты:

Жакулин А.С., д.т.н., профессор Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда;

Байджанов Д.О., д.т.н., профессор Карагандинского государственного технического университета, г. Караганда.