

Опыт изготовления бетонов и растворов на Украине с применением добавок компании «ТКК» (Словения)

Неило Б. Г., Диденко И. В.
ООО «Ника V», г. Харьков

Представлены результаты оценки эффективности применения добавок компании «ТКК» (Словения) при производстве железобетонных конструкций, влияния добавки Cementol Eta S на эксплуатационные характеристики бетонов.

Прочность и долговечность зданий во многом зависит от качества бетонов, применяемых при их строительстве. Современные технологии позволяют значительно улучшить качество бетонов и строительных растворов, изготавливаемых на заводах ЖБК (сборный железобетон), бетонно- и растворосмесительных установках (товарные бетоны и растворы) и непосредственно на стройплощадках. Для этих целей предназначены различные добавки. ООО «Ника V» представляет на украинском рынке продукцию компании «ТКК» (Словения).

Компания «ТКК» образована в 1963 г., и более 40 лет специализируется на производстве продукции строительной химии. Данная компания выпускает добавки в бетоны (растворы) на цементно-известковых и гипсовых вяжущих, защитные покрытия для бетонов, смазочные средства для опалубки (форм, формирующих элементов), специальные сухие строительные смеси, а также пены, герметики и клея (рисунок).



Рисунок. Завод «ТКК» в Српенице (Словения)

Продукция поставляется на рынки Сербии, Черногории, Боснии, Хорватии, Македонии, Греции, Италии, Австрии, Чехии, Словакии, Болгарии, Румынии и других стран. С 1995 г. продукция компании «ТКК» представлена в Украине: ОАО «СУ-813» (г. Симферополь) впервые применила добавки при строительстве взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, самолетных стоянок в Международном аэропорту «Борисполь», и в настоящее время активно продолжает использовать их.

Применение специальных добавок позволяет существенно улучшить качество всех видов бетонов и строительных растворов, их долговечность и надежность. Например, по желанию производителей бетонов и растворов, возможно снижение водопотребности до 40% по сравнению с бездобавочными смесями, также уменьшить расход цемента до 30%, уменьшить цикл и температуру тепловой обработки сборных железобетонных изделий или полностью отказаться от тепловой обработки в летнее время, увеличить набор прочности в ранние сроки твердения и пр.

Химические добавки прошли широкие лабораторные и промышленные испытания в украинских условиях на ряде заводов, производящих сборный железобетон и товарные бетоны (растворы), а также в научно-исследовательских институтах. Добавки в бетоны и растворы компании «ТКК» (Словения) экологически безопасны для человека, не вызывают коррозии арматуры и соответствуют стандартам Евросоюза. В настоящее время ООО «Ника V» работает с заводами и строительными организациями по Восточной Украине и АР Крым (гг.Днепропетровск, Донецк, Мариуполь, Севастополь, Харьков и др.).

1 Описание добавок

Компания «ТКК» производит различные типы добавок, а именно пластифицирующие, ускоряющие схватывание и твердение, противоморозные, воздухововлекающие, пенообразующие, гидрофобизирующие химические добавки, минеральные добавки и пр. Одних только добавок в бетоны и растворы выпускается около 40 наименований и более 10 000 т в год. Далее приведем краткое описание основных видов добавок и вспомогательной строительной химии.

1.1 Пластифицирующие химические добавки

Пластифицирующие химические добавки производятся на основе модифицированных лигносульфонатов, нафталинсульфонатов и акриловых сополимеров с добавлением различных компонентов (ускорителей, замедлителей, воздухововлекающих и пр.) в зависимости от назначения продукта.

Пластифікатор *Cementol Delta Ekstra W* применяется во всех типах бетонов - при монолитном бетонировании и для изготовления сборных железобетонных конструкций (с термообработкой и без нее). При введении данного пластификатора увеличивается удобоукладываемость, облегчается обрабатываемость, транспортирование бетонных смесей при неизменном водоцементном отношении. Благодаря данным свойствам *Cementol Delta Ekstra W* рекомендовано применять также в строительных растворах (при производстве штукатурок, стяжек, гидроизоляционных покрытий, кладочных растворов).

Суперпластификатор *Cementol Zeta-conc.* используется для изготовления качественных бетонов и растворов всех видов, в особенности, для монолитного бетонирования, при повышенной температуре окружающей среды и увеличенных радиусах транспортирования бетонной (растворной) смеси (снижение водопотребности и расхода цемента до 30%).

Cementol Zeta T-conc. предназначен для монолитного бетонирования и изготовления растворов, особенно в жаркое время года, при высокой температуре окружающей среды и увеличенных радиусах транспортирования бетонной (растворной) смеси. Благодаря комплексному составу из модифицированных нафталинсульфонатов и лигносульфонатов *Cementol Zeta T-conc.* снижает водопотребность до 15–20%, обеспечивает повышенную жизнеспособность бетонной (растворной) смеси до 3 часов.

Суперпластификатор *Cementol Zeta P-conc.* применяется во всех типах бетонов и строительных растворов, в особенности для изготовления сборных железобетонных конструкций (с термообработкой и без нее), при монолитном бетонировании в условиях пониженной температуры окружающей среды (снижает водопотребность и расход цемента до 25...30%).

Cementol SMB вводится в жесткие и малоподвижные бетонной смеси при изготовлении мелкоштучных изделий из мелкозернистого бетона (тротуарная плитка, бордюры, стеновые блоки различной конфигурации), труб и других сборных железобетонных конструкций по технологии вибропрессования и пр. При введении *Cementol SMB* уменьшается абразивность смеси по отношению к оборудованию и адгезия (прилипание) бетонной смеси к поверхности формовочной оснастки и пресса. Улучшает свойства бетона (в том числе и прочностные характеристики) за счет диспергирования частиц цемента, в результате чего обеспечивается качественная гомогенизация смеси, т. е. бетон становится более плотным и компактным.

Cementol Zeta Plus — это новая генерация суперпластификаторов. Его состав (модифицированные акриловые сополимеры и глюконаты) обеспечивает повышенную жизнеспособность бетонной (растворной) смеси при

увеличенных радиусах транспортирования в жаркое время года.

Гиперпластификаторы *Cementol Zeta SUPER S*, *Cementol Zeta SUPER SR*, *Cementol Zeta Hiper ABK* изготавливаются на основе различных типов модифицированных акриловых сополимеров. Они предназначены для производства качественных бетонов при монолитном строительстве, транспортируемых бетононасосами и, в первую очередь, для изготовления «SCC» (*Self-Compacting Concrete*) — самоуплотняющихся литых бетонов безвибрационной укладки. Рекомендовано применение гиперпластификаторов в дорожном строительстве, густоармированных конструкциях, для производства высокомарочных бетонов.

1.2 Замедляющие схватывание химические добавки

Cementol Retard M рекомендуется для использования в строительных растворах (на цементном и цементно-известковом вяжущих), а также в бетонах перевозимых миксерами при повышенных температурах. Данная добавка значительно замедляет процесс гидратации цемента. В тоже время *Cementol Retard M* вовлекает микропузырьки воздуха и улучшает удобоукладываемость раствора. Время обработки смесей увеличивается до 48 часов, в зависимости от дозы, температуры окружающей среды и других параметров.

Cementol Retard R2 используется в бетонах, когда требуется замедление схватывания вяжущего. Например, при транспортировке на большие расстояния, для бетонирования значительных площадей с временным прекращением работ, для бетонирования массивных конструкций летом при повышенных температурах.

1.3 Ускоряющие-противоморозные химические добавки

Добавки, ускоряющие схватывание и последующий набор прочности бетоном, а также снижающие температуру замерзания воды в бетонной (растворной) смеси, представлены компанией ТКК в большом ассортименте. Благодаря различному химическому составу имеется возможность подобрать оптимальный вид добавок под конкретное производство и различные условия. В состав входят нитраты, роданиды, карбонаты, алюминаты и прочие вещества, а также в отдельные добавки вводятся нафталинсульфонаты для комплексного воздействия на бетонную (растворную) смесь.

Ускоритель-антифриз *Cementol B Novi-conc.*, на основе роданида, нитрата и нафталинсульфоната, используется во всех видах бетонов и строительных растворов в качестве противоморозной добавки (антифриза) при низкой и отрицательной температуре окружающей среды до -10°C . А также данная добавка рекомендуется для увеличения ранней и

конечной (28-суточной) прочности, возможности снижения количества цемента при производстве бетонных и железобетонных изделий без использования или с уменьшенным циклом тепловой обработки. Обладает небольшим пластифицирующим эффектом (снижение водопотребности смеси до 5%).

Суперпластификатор-ускоритель, антифриз *Cementol Omega F – conc.* при добавлении в бетонную смесь или строительные растворы обеспечивает хорошую пластификацию (снижение водопотребности до 30%) и ускоряет набор прочности в ранние и конечные сроки. Благодаря содержанию в составе модифицированного нафталинсульфоната и нитрата натрия, *Cementol Omega F – conc.* используется при монолитном бетонировании в условиях пониженной и отрицательной температуры окружающей среды. Так же как и *Cementol B Novi – conc.* данная добавка рекомендуется при изготовлении сборных железобетонных конструкций (с термообработкой и без нее) и для уменьшения количества цемента.

Cementol Akcelerator R, добавка на основе роданида и нафталинсульфоната, ускоряет процесс гидратации цемента. Не содержит хлориды, поэтому может использоваться для всех типов бетона для ускорения набора прочности (сборный бетон, монолитное бетонирование при нормальных и зимних условиях).

Cementol Omega P представляет собой смесь соли муравьиной кислоты и высокодисперсных минеральных добавок, и выпускается в виде порошка. При добавлении к бетонной смеси или строительному раствору ускоряет схватывание и последующий набор прочности. Бетон или строительный раствор быстрее достигает минимальной прочности для морозостойчивости при твердении в условиях отрицательной температуры окружающей среды.

Cementol AC1 - порошкообразная добавка, на основе карбонатов и высокодисперсных минеральных добавок, предназначенная для приготовления быстрохватывающихся строительных растворов на основе алюминатного цемента (в основном, для ремонтных смесей).

Tiksokret T и *Tiksokret P*, состоящие из карбонатов и алюминатов, предназначены для ускорения схватывания цемента в торкрет-бетонах. Выпускаются, соответственно, в жидком и сухом виде.

1.4 Воздухововлекающие и пенообразующие химические добавки

Cementol Eta S, *Cementol Eta S1*, *Cementol SPA* — воздухововлекающие добавки (аэранты) с пластифицирующим эффектом, состоящие из производных жирных кислот, соли абиетиновой кислоты и модифицированных

нафталинсульфонатов. Данные добавки позволяют увеличить морозостойкость и водонепроницаемость бетонов (строительных растворов), а также увеличивает подвижность, жизнеспособность и перекачиваемость бетонных (растворных) смесей.

Применяются для изготовления бетонов (растворов) с высокой морозостойкостью и водонепроницаемостью (дороги, аэродромы, гидротехнические сооружения и др.) в заводских условиях и при монолитном бетонировании. Также данные добавки рекомендуются при изготовлении мелкоштучных изделий (тротуарная плитка, бордюры и пр.) для увеличения долговечности продукции. При их введении, соединяющиеся капиллярные поры гидрофобизируются, и создаются системы стабильных замкнутых микропор. Тем самым уменьшается капиллярный подсос влаги, коррозионные процессы (разрушение) и напряжение внутри бетона, создаваемое за счет увеличения объема замерзающей воды в капиллярных порах. Благодаря этому уменьшается выход на поверхность продуктов коррозии бетона — высолов.

При использовании добавок-аэрантов в дорожном строительстве (монолитное бетонирование, тротуарные плиты и пр.) уменьшается отрицательное воздействие на бетон солей, применяемых для посыпки поверхностей в зимнее время. А также уменьшаются усадочные процессы, проявляющиеся при твердении бетона (раствора).

Рекомендуется вводить во все типы товарных смесей, бетона на легких заполнителях (например, керамзитобетона), т. к. уменьшается или полностью устраняется водоотделение и расслоение бетонных (растворных) смесей.

Пенообразователь *Penilo 1* изготовлен из производных жирных кислот предназначен для изготовления легкого ячеистого пенобетона.

1.5 Гидрофобизирующие добавки

Hidrofob M и *Hidrofob E* предназначены для приготовления цементного, цементно-известкового и известкового строительных растворов с пониженной капиллярной адсорбцией. Применяются для штукатурок и нагнетания строительного раствора при ремонте влажных стен, для изготовления железобетонных крыш, трубы и т. д. Поставляются, соответственно, в жидком и сухом виде.

1.6 Водоудерживающие стабилизирующие добавки

Водоудерживающая добавка, стабилизатор *Gostilec L* уменьшает или полностью предотвращает опасность расслоения бетонной смеси. *Gostilec L* используется для высокоподвижных бетонных смесей, при укладке бетона под водой (уменьшает возможность вымывания бетона) и изготовления

бетона с низким водосодержанием при высоких температурах (уменьшает возможность водоотдачи бетонной смеси).

1.7 Добавки для гипсовых смесей

Gips plastifikator F и *Gips plastifikator M* являются пластификаторами для гипсовых смесей. Данные порошкообразные пластификаторы улучшают обрабатываемость изделий, уменьшают водогипсовое соотношение, тем самым повышают качество готовых изделий.

Замедлитель *Gips Retard* предназначается для регулирования времени схватывания гипса. В зависимости от дозирования добавки, а также температуры окружающей среды, качества гипса, водогипсового отношения, время схватывания продолжается от 30 до 180 минут.

1.8 Добавки для интенсификации помола цемента

Cementit C предназначен для интенсификации помола цемента. Помимо основного эффекта, обеспечивается легкость уборки жерновов, простота в транспортировании и дозировании цемента в смесительных установках.

1.9 Минеральные добавки и добавки для безусадочных (расширяющихся) смесей

Antikorodin, *ТКК Mikrosilika* — минеральные добавки на основе высокодисперсного аморфного кремнезема, применяются в бетонах и растворах для увеличения прочностных характеристик, морозостойкости, водонепроницаемости, химической стойкости. При их введении уменьшается или полностью устраняется водоотделение и расслоение бетонных (растворных) смесей.

Ekspanditor, *INJEKTIN* и *INJEKTIN F3* используются для приготовления безусадочных и расширяющихся бетонов и растворов. Благодаря составу (модифицированные нафталинсульфонаты, алюминиевая пудра, высокодисперсные минеральные добавки и пр.) они вступают в реакцию с продуктами гидратации и вызывают изменение объема. При правильной дозе достигается компенсация усадки или легкое расширение. Они также действуют как пластификаторы, что позволяет приготовить растворы с меньшим водоцементным отношением. Область применения данных добавок достаточно широка — для ремонтных смесей, расширяющихся инъекционных масс, преднапряженного бетона.

1.10 Покрытия для строительных материалов, изделий и конструкций

Kontrasol 22 V — защитное покрытие для свежееотформованных бетонов. Обеспечивает набор прочности бетонов близкий к нормальному,

увеличивается качество верхнего слоя, уменьшает вероятность трещинообразования, защищает бетонные поверхности от негативных воздействий атмосферы.

Silifobs V, MP, N, B, HIT — силиконовые покрытия для бетона, штукатурки, кирпича, а также пористых строительных материалов.

1.11 Смазки для опалубок

Unimaz O, Unimaz O3, Unimaz E — смазочные средства для опалубки и формовочных поверхностей. Они не влияют на время схватывания цемента, защищают опалубочные поверхности от коррозии, не снижают прочностных характеристик поверхности бетона (защитного слоя). При этом расход смазки небольшой — от 15 до 40 г/м², в зависимости от вида и состояния опалубки.

В данном разделе была представлена основная продукция завода «ТКК». С каждым годом ассортимент выпускаемых добавок увеличивается и наиболее удачные решения по строительной химии будут представлены на украинском рынке.

2 Примеры исследования эффективности применения добавок компании «ТКК»

2.1 Производство сборных ЖБК с применением энергосберегающих технологий

Постоянное повышение цен на энергоносители (в частности на газ), повышение требований к качеству сборных ЖБК заставляет производителей искать решения в удешевлении технологии их производства. Предприятие АОЗТ «КДСК» было запроектировано на выпуск сборных железобетонных изделий серии 182 с применением тепловой обработки при $t = 80^{\circ}\text{C}$ и различных подвижностях бетона от П1 до П4. Было принято решение руководством АОЗТ «КДСК» отказаться от применения тепловой обработки в летнее время и изготовление сборных железобетонных изделий по укороченному циклу тепловой обработки в осенне-зимний период. При этом большее внимание было уделено поиску необходимых добавок в бетон, т. к. их применение позволяло наиболее быстро и качественно решить проблемы экономии энергоресурсов.

При использовании суперпластификатора-ускорителя *Cementol Omega F – conc.*, было освоено производство свай марок С60.30.6 (В15), С90.30.6 (В20), С 90.30.6У (В25), длиной 6 и 9 м. Бетоны характеризуется марками по морозостойкости F100 и водонепроницаемости W6. Изготовление свай происходит на бетонной смеси с маркой по подвижности П3. Дозирование добавки составило 1% от массы цемента, при этом были получены

следующие результаты по набору прочности железобетонных свай в условиях естественного твердения: на 18...24 час с момента изготовления — 140 кг/см², на 3 суток — 250 кг/см², на 7 суток — 300 кг/см², 28 суток — 380 кг/см².

Для производства свай были применены такие компоненты: цемент ПЦ I-500-Н производства «Балцем» — 460 кг/м³; днепроровский кварцевый песок с $M_{кр} = 1,4...1,5$, содержание глинистых и илистых компонентов до 1%; кременчугский щебень, фракции 5...20 мм.

Летом, при температуре воздуха 30°C и более дозирование *Cementol Omega F – conc.* уменьшалось до 0,7...0,8% и менее. Бетоны уплотнялись глубинными вибраторами, для ускоренного твердения в формах бетон укрывался полиэтиленовой пленкой, распалубка происходила на следующее утро. Такая технология позволила значительно экономить энергоресурсы (газ), увеличить оборачиваемость форм и объем продукции, т. к. формовка свай осуществляется каждый день, а пропарка - только 2 раза в неделю.

При проведении экономического расчета были просчитаны затраты на тепловую обработку и на применение добавки *Cementol Omega F–conc.* Затраты на тепловую обработку составили минимум 2500 м³ газа или 1830 гривен, а затраты на добавку при том же объеме производства — 310 гривен (стоимость затрат указано на лето 2006 г.). Это тем более эффективно, т. к. дает возможность гибко реагировать на потребности рынка, а не приспособливаться к возможностям парогенерирующих агрегатов.

2.2 Испытание влияния добавки *Cementol Eta S* на эксплуатационные характеристики бетонов в лаборатории Харьковского ПромстройНИИпроекта

Эксплуатационные свойства бетонов оценивали по результатам испытания бетонов с *Cementol Eta S* (при ее минимальном дозировании 0,02% от массы цемента) по показателям морозостойкости и водонепроницаемости.

Во время испытаний использовался песок природный кварцевый Безлюдовского месторождения Харьковской области, модуль крупности 1,18, содержание илистых и глинистых примесей 1,8%, расход 590 кг/м³; щебень фракций 5-10 и 10-20 мм, с соотношением фракций соответственно 45% и 55%, природного происхождения Ярцевского карьера Кировоградской области (1222 кг/м³). В качестве вяжущего был использован цемент марки ПЦ I-500-Н (производитель «Кривой Рог цемент») — 375 кг/м³.

Контрольные образцы (без добавки) с ОК = 3-5 см, показали марку по морозостойкости F200. Контрольные образцы с ОК = 18 см, показали марку по морозостойкости F100. А образцы бетона с добавкой *Cementol Eta S* — F300.

Результаты испытаний по водонепроницаемости представлены в таблице.

Таблиця. Результати испытання водонепроницаемости бетона с добавкой *Cementol Eta S*

№ п/п	Наименование показателей	Давление воды, МПа	Результаты испытаний																	
			4																	
1	Наименование добавки (дозирование добавки в % от массы цемента)		Контрольный образец, без добавки, с ОК = 3-5 см						Контрольный образец, без добавки, с ОК = 18 см						<i>Cementol Eta S</i> (0,02%)					
2	Номера образцов		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
3	Бетонные образцы, которые выдержали давление воды в течение 16 часов	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Заключение о результатах испытания		Бетон по водонепроницаемости марки W6						Бетон по водонепроницаемости марки W2						Бетон по водонепроницаемости марки W10					

Более детальная информация по испытаниям и использованию продукции компании «ТКК» в Украине может быть получена в Официальном представительстве «ТКК» в Украине – ООО «НикаV».

Получено 25.04.07