



УДК 693.5

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОСПЕЦБЕТОНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ К МОСКОВСКОЙ ОЛИМПИАДЕ-1980

А.Б. Тринкер

THE USE OF HYDROSEPARATION IN THE RECONSTRUCTION OF FACILITIES FOR THE MOSCOW OLYMPIC GAMES-1980

A.B. Trinker

Аннотация. Долговечная и гарантированно надежная гидроизоляция – одна из глобальных важнейших проблем, с которой сталкиваются строители всех стран мира при возведении жилых, спортивных, промышленных и специальных сооружений. История разработки и масштабного применения уникальной многопрофильной технологии изготовления надёжной гидроизоляции, создающей особо тонкостенные железобетонные конструкции и сооружения неограниченной по масштабам площади, обладающие долговечной водонепроницаемостью при высоком давлении воды и коррозионной стойкостью. Приведена технология гидроспецбетона нового поколения, универсальная, успешно применённая в производстве, прошедшая более 40-летнюю проверку временем, для строительства и реконструкции различных зданий и сооружений. Является выгодным продуктом экспорта.

Ключевые слова: *непроницаемая гидроизоляция; водонепроницаемость при отрицательных температурах; трещиностойкость; неразрезные железобетонные оболочки; жилые дома на глубине более 100 метров под водой.*

Abstract. Durable and guaranteed waterproofing is one of the global most important problems faced by builders around the world in the construction of residential, sports, industrial and special facilities. The history of the development and large-scale application of a unique multidisciplinary technology for the manufacture of reliable waterproofing, which creates special-walled reinforced concrete structures and structures of unlimited scale, having durable waterproofness with high water pressure and corrosion resistance. The new generation hydrospecceton technology is presented, universal, successfully applied in production, which has passed more than 40 years of testing, for the construction and reconstruction of various buildings and structures. It is a profitable export product.

Keywords: *impermeable waterproofing; waterproofing at negative temperatures; crack resistance; continuous reinforced concrete shells; residential buildings at a depth of more than 100 meters under water.*

Введение

Применение бетонных и железобетонных конструкций требует преодоления трудностей, связанных с такими свойствами твердеющего бетона, как уменьшение в объеме (контракция), усадка, ползучесть. Уменьшение последствий усадки, как правило, достигается конструктивными мероприятиями: увеличением насыщения конструкций арматурой, устройством часто расположенных усадочных и температурно-деформационных швов, разделением конструкций на отдельные независимые блоки и т.д. Однако все эти мероприятия значительно удорожают строительство, утяжеляют сооружение, нетехнологичны и сокращают срок службы сооружений.

Попытки найти способ компенсировать усадку бетона привели к разработке теории предварительного напряжения железобетона сначала механическими способами, а потом химическим. Открытие комплексного высокоосновного химического вещества гидросуль-

фоалюмината кальция (эттрингит) позволило получить безусадочный, расширяющийся в процессе твердения цемент.

В конце 1940-х годов в промышленных масштабах было начато производство водонепроницаемого расширяющегося цемента, разработанного доктором технических наук, профессором Виктором Васильевичем Михайловым (1901-1990). Этот цемент в метростроении успешно заменил свинец для зачеканки швов тубингов, уплотнения швов кладки тоннельной облицовки и стволов шахт, сооружения фундаментов, торкретной гидроизоляции и для ремонтных работ.

В начале 1970-х в лаборатории НИИЖБ под научно-техническим руководством д.т.н. В.В. Михайлова был создан напрягающий цемент, который производился совместным помолом портландцементного клинкера и расширяющегося компонента из гипса и активного алюмината кальция – глиноземистого цемента (или природного алунита). Напрягающий цемент отличается способностью расширяться во влажных условиях после приобретения цементным камнем прочности 6-8 МПа и растягивать находящуюся в нем арматуру. Тем самым в конструкции создается преднапряжение, точнее химическое самонапряжение.

Производство и внедрение гидроспецбетона (ГСБ)

С 1972 года напрягающий цемент начали изготавливать в промышленных партиях на Волковском и Подольском (ст. Силикатная) цементных заводах, автор статьи участвовал в первом производстве цемента для гидроспецбетона (энергия до 2,0 МПа) на Подольском заводе НИИЦемент. Возможность получить при твердении энергичное расширение и самонапряжение одновременно с самоуплотнением структуры и приобретением высокой водонепроницаемости (10-15 и более атмосфер), а также прочность уже через сутки с момента затворения до 12-15 МПа, а в проектном возрасте до 50-70 МПа позволила применить ГСБ в самых ответственных сооружениях.

В первый период промышленного внедрения с 1972 года конструкций и сооружений из ГСБ (с малой энергией самонапряжения 2,0 МПа) были технологические проблемы, связанные с некоторыми специфическими свойствами нового материала:

1. Напрягающий цемент среднеалюминатный и потому недостаточно морозостоек и морозоустойчив при отрицательных температурах,
2. Напрягающий цемент обладает быстрыми сроками схватывания от 5 до 20 минут, поэтому бетон на его основе можно было применять только вблизи бетоносмесительного узла (БСУ).

Автор статьи с 1970 года работал в НИИЖБе Госстроя СССР и участвовал во всех внедрениях технологии бетонов на ГСБ, в течение которых удалось решить многие практические научно-технические проблемы и наработать необходимый производственный опыт.

До 1972 года применяли «декстрин» в виде замедлителя схватывания и пластификатора, но декстрин не обеспечивал стабильного замедления, и при расстоянии в 4-5 километров и более транспортировки бетонной смеси не обеспечивал удобообрабатываемость бетонной смеси [1].

Первая проблема замедления сроков схватывания была решена автором статьи направленным структурообразованием цементного камня путем введения поверхностно-активных веществ (ПАВ) – лигносульфонатов пластификаторов СДБ, и ЛТМ. В результате стабильно осуществлялась доставка бетонной смеси автосамосвалами от БСУ до места укладки в опалубку спустя 60-90 минут при температуре до плюс 35 градусов Цельсия, то есть даже при сильном обезвоживании бетонной смеси.

Вторая проблема была решена автором статьи применением комплексной добавки СДБ (ЛТМ)+СНВ : проверка образцов бетона показала требуемую по проекту морозостойкость Мрз300 и долговечность. Автором статьи проводились дополнительно исследования поровой структуры цементного камня, которая влияет на проницаемость и морозостойкость бетона. Как показали исследования на ртутном поромере [2], ограничение деформаций рас-

ширения при твердении ГСБ с ПАВ приводит к значительному уменьшению содержания микро- и макропор, а также микро переходных пор радиусом от 0,01 до 1,0 мкм, то есть к существенному уплотнению и образованию водонепроницаемого цементного камня и, соответственно, сверх долговечного бетона.

В 1972-1975 годах появился опыт при возведении аэродромных (ВПП аэропорта города Кемерово [3] и московского аэропорта Домодедово) и дорожных покрытий, ледовой арены конькобежного стадиона в Киеве, «Медео» в Казахстане, затем в Москве у метро «Водный стадион», оболочек покрытий больших пролетов – здание автобусного парка в Киеве [4], подземных сооружений различного назначения (тубинги для тоннелей метро), сборных резервуаров [5, 6].

Реконструкция объектов к Московской Олимпиаде

Основной наибольший объем работ с применением ГСБ был выполнен при реконструкции и подготовке к проведению Московской Олимпиады-1980.

Рекордными темпами и с самым высоким качеством, в течении всего одного месяца был построен ледовый стадион в Москве (рис. 1), где главная задача была успешно выполнена: сделать единую толщину бетона покрытия всей 400-метровой неразрезной конькобежной дорожки без рабочих швов, что было достигнуто круглосуточной работой квалифицированной бригады рабочих, круглосуточным инженерным контролем качества (мониторингом).



Рисунок 1 – Всепогодный ледовый стадион в Москве у метро «Водный стадион», построенный к Олимпиаде-60 из бетона нового поколения – ГСБ, 1973

В период 1973-1975 первым было тщательно обследовано и отремонтировано огромное сооружение Центральный универсальный стадион в Измайлово (бывший им. И.В. Сталина) с двухъярусными трибунами на 200 тысяч зрителей и подземной правительственной ложей, бывшей «Сталинской», теперь там расположен музей истории Великой Отечественной войны. Строительство стадиона было начато в 1936, но остановлено в 1939 в связи с началом Второй мировой войны и вынужденным отказом от спорта в пользу укрепления обороноспособности страны.

На рис. 2-3 представлены фотографии стадиона в Измайлово до реконструкции. Верхние поверхности трибун были очищены, подвержены пескоструйной обработке и залиты ГСБ после опалубочных и арматурных работ. Вертикальные и нижние горизонтальные поверхности после очистки покрыты торкретом на ГСБ. Результаты испытаний подтвердили отличные защитные и прочностные качества новой гидроизоляции, и надёжную всепогодную водонепроницаемость более 20 атмосфер.



Рисунок 2 – Центральный Московский стадион «Измайлово». На фото автор инновационной технологии ремонта-реновации А.Б. Тринкер, 1974.

Самые высокие показатели по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, долговечности и износостойкости достигнуты в период реконструкции с 1976 года центральных стадионов: «Динамо» - Большая (40 тыс. зрителей, построена в 1928) и Малая Спортивные Арены (20 тысяч зрителей), также БСА «Лужники» (103 тыс. зрителей) и плавательный бассейн, стандартные хоккейные поля на СЮП (Стадион Юных Пионеров) напротив «Динамо», и в Балашихе, построенные автором статьи.

На рис. 4 и 5 представлен период реконструкции Центрального стадиона «Динамо»: расчистка трибун от поврежденного за 50 лет эксплуатации бетона и подготовленная для бетонирования опалубка с арматурными каркасами. ГСБ трибун «Динамо» успешно выдержал испытание временем: спустя более 40 лет после круглогодичной эксплуатации, после натуральных практических испытаний морозом (при минус 30-35 градусов Цельсия, и круглосуточных переходов через ноль) и водой, солью и солнцем, на истираемость, износостойкость и долговечность, а в подтрибунных помещениях, используемых как тренажерно-тренировочные залы, а также кинозал и ресторан, было всегда сухо и тепло.

Необходимо отметить, что в начальный период подготовки к восстановлению центральных стадионов в Москве было много предложений от иностранных коммерческих фирм (BASF, BAYER и др.), было много совещаний на самом высоком уровне, в том числе в Мос-

проекте-1 у главного инженера Ю.А. Дыховичного, в 1-м Строительно-Монтажном тресте (управляющий Ю.А.Шилобреев) Минсредмаша СССР, который ремонтировал «Динамо» и строил универсальный спорткомплекс на ул. Лавочкина.



Рисунок 3 – Колонна верхнего яруса трибун стадиона «Измайлово» до ремонта



Рисунок 4 – Дефектный бетон трибун Большой спортивной арены (БСА) московского стадиона «Динамо», построенной в 1928. Начало ремонта и восстановления, 1977



Рисунок 5 – Подготовка к бетонированию северной трибуны БСА «Динамо», июнь 1977

Профессор, д.т.н. В.В. Михайлов отстаивал применение ГСБ нового поколения, доказав технико-экономическую целесообразность применения ГСБ-бетона вместо дорогостоящих и недолговечных пластиков из Западной Германии, в этот период автор статьи вел стенографические отчеты как секретарь секции монолитного железобетона ученого совета института, а потом его величество Время доказало Истину.

ГСБ-покрытие северной трибуны БСА «Динамо» успешно испытало более 40 лет эксплуатации в жестких условиях атмосферных круглогодичных осадков и солевой коррозии. ГСБ с химическими добавками-пластификаторами отлично сдал экзамены на прочность, долговечность, морозостойкость и водонепроницаемость.

Применение самонапряженного ГСБ для восстановления стадионов Олимпиады-1980 позволило создать новую конструктивную схему особо-тонких (толщиной 4-6 см) несущих неразрезных монолитных оболочек неограниченной по площади поверхности, имеющих надежную и долговечную атмосферостойкую гидроизоляцию, исключающую применение асфальта и других материалов, включая дорогие конструкционные пластики и полимеры для ремонта, и при этом значительно сократить эксплуатационные расходы на ремонт. Возведение трибун по технологии самонапряженного ГСБ показало, что выбранный способ и материал для бетонирования технологичен, экономичен, выгоден, экологичен, легко осваивается строителями и обеспечивает современные высокие темпы, качество работ и долговечность всего сооружения.

Длительная эксплуатация в течение более 40 лет стадионов в климатических условиях Москвы, при частых переходах температуры через ноль градусов и предельной низкой температуре минус 40 градусов Цельсия, одновременных агрессивных воздействиях от активного выщелачивания (первый вид коррозии по теории проф. д.т.н. В.М. Москвина) и солевой коррозии (второй и третий виды коррозии) подтвердили высокие характеристики напрягающего цемента как основы самонапряженного железобетона ГСБ будущего обладающего 100% водонепроницаемостью в любых атмосферных условиях.

В период строительства автором статьи одновременно проводился комплекс НИОКР по значительному увеличению энергии самонапряжения и достигнуты замечательные практические результаты: получен уникальный ГСБ-120 с энергией напряжения 12 МПа, выдерживающий давление воды до 120 атмосфер, что позволило сократить расход цемента и про-

изводить особо тонкостенные *неразрезные* железобетонные оболочки с самым большим модулем поверхности.

Заключение

Дальнейшая перспективная, планируемая автором статьи, очень актуальная для России разработка ГСБ-120: строительство в Северном Ледовитом океане жилых домов на глубине 100 - 120 метров и более (освоение мирового океана), то есть в солёной морской воде, каскада плавучих в мировом океане хранилищ для нефти и кислот, добывающих платформ на шельфе Северного Ледовитого океана, и много другого. Кстати, ГСБ-120 является выгодным продуктом экспорта Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов В.В., Литвер С.Л. Расширяющийся и напрягающий цементы и самонапряжённые железобетонные конструкции. Москва: Стройиздат, 1974. 312 с.
2. Тринкер А.Б. Влияние степени ограничения деформаций расширения цементного камня на напрягающем цементе на его поровую структуру // Новое в технологии бетонов. Материалы VII Всесоюзной конференции. Москва: Дом научно-технической пропаганды им. Ф.Э. Дзержинского, 1975. С. 56-58.
3. Титов Ю.Н., Тринкер А.Б., Черноиваненко В.А. Опыт применения самонапряжённого бетона // Специальные строительные работы. 1977. № 7. С. 8-10.
4. Тринкер А.Б. Покрытия возводятся без лесов // Журнал ВДНХ СССР. 1974. № 9. С. 32-33.
5. Тринкер А.Б. Реологические характеристики цементного теста на напрягающем цементе // Труды НИИЖБ Госстроя СССР. 1978. № 40. С. 94-98.
6. Тринкер А.Б. Применение самонапряжённого железобетона для возведения специальных сооружений // Специальные строительные работы. 1978. № 6. С. 8-11.

REFERENCES

1. Mihajlov V.V., Litver S.L. *Rasshiryayushchijsya i napryagayushchij cementy i samonaprya-zhyonnye zhelezobetonnye konstrukcii* [Expanding and straining cements and self-stressed reinforced concrete structures]. Moscow: Stroyizdat, 1974. 312 p.
2. Trinker A.B. *Vliyanie stepeni ogranicheniya deformacij rasshireniya cementnogo kamnya na napryagayushchem cemente na ego porovuyu strukturu* [Influence of the degree of limitation of expansion deformations of a cement stone on a straining cement on its pore structure. *Novoe v tekhnologii betonov*]. *Novoe v tekhnologii betonov. Materialy VII Vsesoyuznoj konferencii*. Moskva: Dom nauchno-tekhnicheskoy propagandy im. F.E. Dzerzhinskogo, 1975, pp. 56-58.
3. Titov Yu.N., Trinker A.B., Chernovivanenko V.A. *Opyt primeneniya samonapryazhennogo betona* [Experience in the use of self-stressed concrete]. *Special'nye stroitel'nye raboty*. 1977. No 7, pp. 8-10.
4. Trinker A.B. *Pokrytiya vozvodyatsya bez lesov* [Coverings are erected without forests]. *Zhurnal VDNH SSSR*. 1974. No.9, pp. 32-33.
5. Trinker A.B. *Reologicheskie karakteristiki cementnogo testa na napryagayushchem cemente* [Rheological characteristics of cement test on straining cement]. *Trudy NIIZHB Gosstroya SSSR*. 1978. No 40, pp. 94-98.
6. Trinker A.B. *Primenenie samonapryazhennogo zhelezobetona dlya vozvedeniya special'nyh sooruzhenij* [Application of self-stressed reinforced concrete for the construction of special structures]. *Special'nye stroitel'nye raboty*. 1978. No 6, pp. 8-11.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Тринкер Александр Борисович

Технологический центр восстановления & Консультации в достижении нововведений,
ФРГ, Кёльн, д.т.н.

E-mail: Alex-Ehre@mail.ru

Trinker Alexander Borisovich

Regeneration Technology Centre & Consulting Development Innovation, Köln, BRD, Dr.-
Ing. Alexander Trinker,

E-mail: Alex-Ehre@mail.ru

Корреспондентский почтовый адрес для контактов с автором статьи:
105066, Москва, до востребования.