

# КАК РОЖДАЛАСЬ ОСТАНКИНСКАЯ ТЕЛЕБАШНЯ

А.Б. ТРИНКЕР, доктор техн. наук

**70 лет назад отечественными учеными был получен особый бетон, из которого полвека назад советские специалисты создали самый северный в мире гигант – Останкинскую телебашню.**



С 1970 г. – старший инженер НИИЖБ Госстроя СССР, в 1977-1983 гг. – главный технолог высотных и подземных сооружений Гидроспецстроя Минэнерго СССР, в 1983-1985 гг. – главный специалист технического отдела Всесоюзного объединения азота и оргсинтеза ГИАП Минхимпрома СССР, в 1985-1991 гг. – главный технолог по новой технике КТБ Главмоспромстройматериалов Мосстройкомитета, в 1991-1996 гг. – главный инженер завода ЖБИ в Лихоборах 1-го Строительно-монтажного треста Минсредмаша СССР, с 1998 г. – консультант Regeneration Technology Centre & Consulting Development Innovation. Имеет несколько патентов и медалей ВДНХ СССР, более 130 печатных работ

В книге мудрости человеческой – Библии – содержится описание строительства: «...башня высотой до небес» из обожженных кирпичей и смолы («Бытие», глава 11, 3-5), которая не была достроена...

В 1960-е годы в Москве в связи с развитием телевещания появилась необходимость построить телебашню высотой более 500 метров. До Останкинской башни все высотные сооружения возводили только из металлоконструкций: башня Эйфеля, башня Шухова, невыразительно-однотипные небоскребы Нью-Йорка. Однако архитектурные типовые стандартные металлоконструкции, высокая стоимость, низкая жаростойкость, обязательное регулярное нанесение защитного антикоррозионного покрытия – значительно удорожали металлические сооружения. Только представьте: впервые в мире строить в 1963 году самое высокое сооружение – башню 535 метров в основном из бетона – это крупнейший риск и ответственность!

Так называемый высокофункциональный бетон XXI века (High Performance Concrete), обладающий одновременно хорошими удобообработываемостью и удобоукладываемостью в опалубку с большим содержанием арматуры (свыше 250 кг/м<sup>3</sup>), имеющий высокие прочность (В40-В60), морозостойкость (F300-F500) и водонепроницаемость (W10), а также сопутствующие свойства: низкое водопоглощение, коррозионную стойкость в разных агрессивных средах, высокую износостойкость, плотность (что раньше умели контролировать: бетонную смесь по методике определения воздухоувлечения; бетон на ртутном поромере), защиту от биологической коррозии и низкую себестоимость – такой бетон был получен в XX веке. Именно из такого высокофункционального бетона была построена Останкинская телебашня в 1963-1967 годах.

Конструктор, доктор технических наук Н.В. Никитин, автор проекта Останкинской телебашни, нашел разработчика бетона для



Фото 1. Автор вечного бетона Останкинской башни Б.Д. Тринкер – капитан, командир роты 104-й стрелковой дивизии 3-го Украинского фронта в освобожденной Вене, 1945 г.

башни во ВНИПИ Теплопроект Минмонтажспецстроя СССР. Ствол башни от фундамента до отметки +385,5 метра – железобетонный. Здесь требовалось запроектировать бетон особо морозостойкий, чрезвычайно прочный и долговечный, который противостоит низким температурам, солнцу, ветру, дождям, засухам и при этом в высшей степени жаростойкий. Вспомним пожар с температурой более 1000°C (в 2000 году), случившийся на отметке 460 метров. Огромные габариты железобетонного ствола башни и постоянные штормовые и ураганные ветровые нагрузки – это опасный фактор риска при возведении и эксплуатации подобных сооружений, однако все эти проблемы были успешно решены отечественными строителями.

Главным разработчиком бетона, выбранным Н.В. Никитиным, стал заведующий лабораторией №10 ВНИПИ Теплопроект Б.Д. Тринкер, имевший колоссальный опыт строительства морских портов на Дальнем Востоке и в Сибири при критически низких отрицательных темпе-

ратурах в зонах переменного уровня морской воды, то есть при солевой агрессии. Одним из первых важнейших изобретений Б.Д. Тринкера стало получение и использование эффективных и надежных пластификаторов ССБ на основе отходов ЦБК, с применением которых с 1947-го по 1952 год было изготовлено более двух миллионов кубометров специального гидротехнического бетона. Одновременно он разработал технологии проектирования и подбора состава бетона и многостадийного контроля качества. В результате ученый создал сверхдолговечный и сверхпрочный бетон. Таким образом, еще 70 лет назад проблема получения сверхпрочного бетона была решена с применением пластификаторов типа ССБ, потом СДБ, ЛТМ, и поэтому теперь во многих странах мира строят сооружения из железобетона высотой 800 и более метров.

Основу проектирования бетона составили:

1. Исследования влияния водоцементного отношения на плотность, прочность, долговечность цементного камня, который производится с обязательным применением пластифицирующих химических добавок.
2. Создание плотной, без пустот, объемной структуры заполнителей.

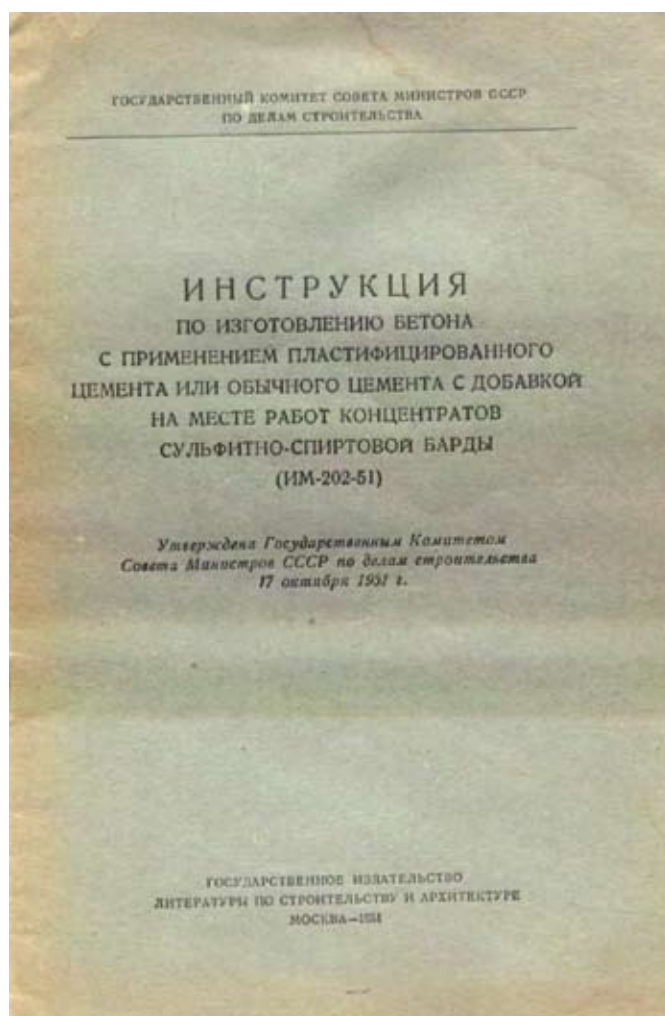


Фото 2. Пятилетний практический опыт применения всепогодного сверхдолговечного коррозионностойкого бетона в Сибири и на Дальнем Востоке, автор – Б.Д. Тринкер, 1951 г.



Фото 3. Организация контроля качества (мониторинга) на высоте при строительстве Останкинской башни – Борис Тринкер проверяет бетон оболочки башни с наружной временной лестницы, 1963 г.

3. Создание отборных материалов, имеющих высокие физико-механические показатели (по сравнению с другими конструкциями). Вся система надежно обеспечивает первичную защиту от коррозии, максимально продляя срок жизни всего сооружения.

Следующий этап в развитии химических добавок – получение, исследование и использование:

1. Полимерных добавок типа АЦФ, которые обеспечивают бетону (полимерцементный бетон) кислотостойкость в среднеагрессивной среде.

2. Силикатных материалов (полимерсиликатный бетон) для работы в высокоагрессивной среде. Успешное применение этих добавок было осуществлено на советских ГРЭС и АЭС в 1970-1980 годах. Огромный опыт строительства в критических зимних условиях и на вечной мерзлоте в 1946-1960 годах позволил создать новые нормативные документы и инструкции для строительства в суровом природном климате и при технологических воздействиях на строительные конструкции; новые эффективные средства защиты от коррозии бетона; создать систему непрерывного контроля качества.

Патент на изобретение – применение лигносульфонатов (ССБ) – был получен 24 декабря 1948 года [1] в Москве. Впоследствии на основе лигносульфонатов были созданы



Фото 4. Автор статьи Александр Тринкер в качестве лаборанта на отметке +65 метров, вдали на панораме ВДНХ виден павильон «Космос», 1963 г.

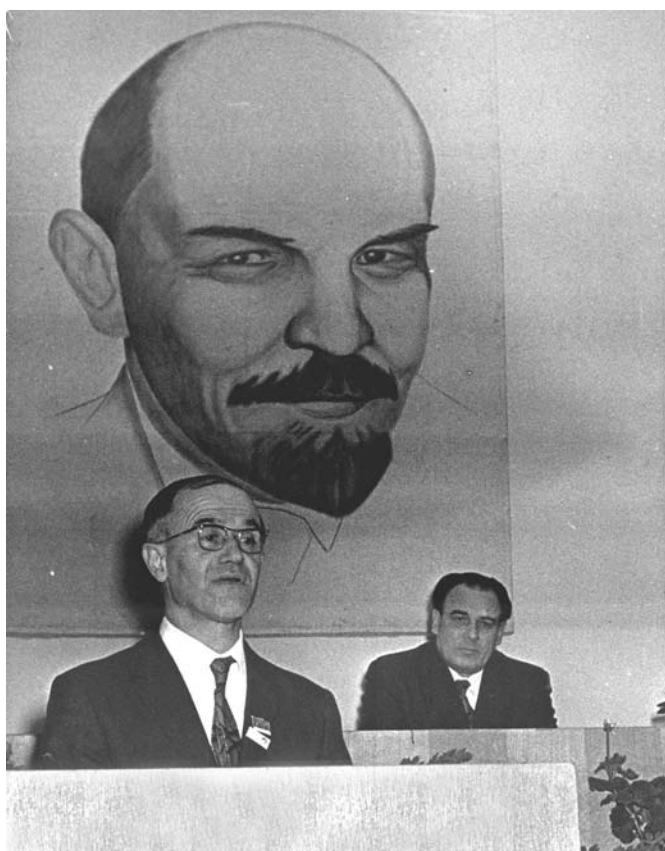


Фото 5. Борис Тринкер делает генеральный доклад в Минмонтажспецстрое СССР, 1967 г.

химические добавки СДБ-ЛСТ-ЛТМ, успешно примененные для производства сотен миллионов кубометров бетона. И если в нашей стране данные добавки изготавливались из многотоннажных отходов производств целлюлозно-бумажной, химической, биологической, металлургической и других отраслей промышленности, то на Западе только начиная с 1974 года стали выпускать пластификаторы из дорогостоящих и вредных компонентов нафталино-меламино-карбоксилатов и т.д.

Начав работы по проектированию бетона для Останкинской башни, Б.Д. Тринкер первым делом пересмотрел все проектные требования к материалу, увеличив показатели по прочности (в 2 раза), морозостойкости (в 2,5 раза) и водонепроницаемости. Были рассмотрены и отобраны из

десятков вариантов цементные заводы, карьеры песка и щебня; проверены химические анализы воды; произведена полная подробная проверка бетонного завода: хранение заполнителей и цемента, точность дозирования, мероприятия зимнего бетонирования. Все химико-минералогические показатели цемента, чистота и модуль крупности кварцевого песка, фракционирование и чистота гранитного щебня, оказывающие сильное влияние на долговечность бетона. Рассмотрены проблемы логистики, непрерывности подачи бетонной смеси, формование бетона в опалубке и качество подготовки рабочего шва бетонирования, отделка поверхности, уход за твердеющим бетоном. Кроме того, были подготовлены варианты замены строительных материалов на другие при аварийных случаях, также рассмотрены транспортные схемы подачи материалов от производителей на БСУ. Отдельный важный вопрос – это непрерывный контроль качества строительных материалов, бетонной смеси и бетона, выдержка образцов бетона в условиях конструкции, замеры температур твердеющего бетона. Был обеспечен контроль каждой входящей на объект машины с бетоном. Уход за твердеющим бетоном методом полива с необходимой периодичностью при положительных температурах тоже был вменен в обязанности лаборантов.

Заранее предусмотрев очень высокие требования и все необходимые расчетные технологические мероприятия, часто неугодные торопливым и жаждающим быстрейшего «рапорта» начальникам, и значительно увеличив проектные марки бетона, тем самым в 1963 году Б.Д. Тринкер спас телебашню от катастрофы в 2000 году.

Возведение Останкинской телебашни стало генеральным испытанием и проверкой всей «Единой системы высотного строительства» уникальных сооружений [12], которая в последующее время была успешно применена при строительстве дымовых труб высотой 330-420 метров, башенных градирен высотой 130-150 метров на ГРЭС, ТЭЦ и АЭС.

В рекордно короткие для мировой индустрии сроки – всего лишь за 4 года была построена в Москве Останкинская 535-метровая телебашня, которая кроме всех климатических проблем успешно выдержала пожар 2000 года в течение двух суток с температурой 1000°C.

И в XXI веке у московской телевышки нет прямых конкурентов. Башня в Канаде на 1500 километров южнее, в Аравии на 4000-5000 км южнее, в Китае на 2000-3000 км ближе к экватору, то есть везде значительно теплее климат, без резких колебаний воздуха, без низкотемпературного замораживания, без ежесуточных переходов через ноль градусов, без сухих ветров и высушивающего бетон солнца. До сих пор севернее 55 градусов с.ш. нет ни одного сооружения выше башни в Останкино!

Некоторые характеристики башни: высота железобетонного ствола – 385,5 метра, высота стальной антенны – 147,7 метра, диаметр опор-ног на отметке 0,00 м – 60 метров, наружный диаметр на отметке +63,00 м – 18 метров, диаметр железобетонного ствола на отметке + 385,5 м – 8,2 метра, общий объем монолитного и сборного железобетона – 1,2 млн кубометров.



Фото 6. Самый северный и навечно самый высокий на планете гигант – Останкино!

бетона в фундаменте и стволе более 20 тысяч кубометров.

Результаты испытаний бетона ствола башни:

- возраст 28 суток – 380-450 кг/см<sup>2</sup>;
- возраст 1 год – 450-500 кг/см<sup>2</sup>;
- возраст 5 лет – 500-600 кг/см<sup>2</sup>.

Как видно, результаты показывают непрерывное увеличение прочности бетона, так как при проектировании бетона были учтены все необходимые факторы.

Знаменитую Эйфелеву башню, которая расположена в теплом климате без морозов, красят вручную (!) каждые 7 лет, применяя самые современные антикоррозионные материалы, что стоит очень дорого, а Останкинскую башню никогда не красили – таков наш, почти вечный бетон!

#### Выводы:

Долговечность и сверхпрочность бетона – самые большие проблемы строителей России, учитывая огромные размеры страны и многообразные климатические и сейсмические условия. Решению этих вопросов посвятили всю свою жизнь известные советские ученые XX века. Следует учесть тот факт, что советские ученые трудились в те времена, когда предпочтение отдавалось отечественным разработкам в науке, технологиях и машиностроении, что в итоге значительно, на порядки, уменьшило стоимость строительства.

Приведенные в статье рекомендации, список литературы и методические указания основаны на практическом опыте: 1) изучения теорий технологии строительства и коррозии железобетона; 2) многолетнего обследования эксплуатируемых строительных сооружений и конструкций, а также сооружений 1930-х годов; 3) проектирования и возведения сооружений из особо долговечного коррозионностойкого всепогодного железобетона; 4) контроля качества (мониторинга) строящихся сооружений.

*Все фото – из архива автора статьи*

#### Библиографический список:

1. Тринкер Б.Д. Способ приготовления пластификатора для бетонов, №87043, описание изобретения к авторскому свидетельству, – Москва, 24 декабря 1948.
2. Тринкер Б.Д., Стольников, В.В. Инструкция по изготовлению бетона с применением пластифицированного цемента или обычного цемента с добавкой на месте работ концентратов сульфитно-спиртовой барды, ИМ-202-51, под редакцией Б.Г. Скрамтаева, Госстрой СССР, – Москва, 1951, – 16 с.
3. Тринкер Б.Д. Применение пластифицированного цемента и пластифицирующих добавок к бетону, Министерство строительства предприятий машиностроения СССР, НИИ по строительству, – Москва – Ленинград: Госстройиздат, 1952, – 60 с.
4. Тринкер Б.Д. Влияние поверхностноактивных веществ и электролитов на процессы твердения и морозостойкость бетона. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, МХТИ им. Д.И. Менделеева, – Москва, 1955, – 19 с.
5. Тринкер Б.Д. Руководство по проектированию и подбору состава гидротехнического и обычного бетона, Министерство строительства РСФСР, Техническое управление, – Москва, 1957, с. 1-52.
6. Тринкер Б.Д. Повышение долговечности дымовых железобетонных труб // Промышленное строительство, 1966, №11, с. 37-39.
7. Скрамтаев Б.Г., Тринкер Б.Д. О повышении долговечности железобетонных башенных градирен // Бетон и железобетон, №1, 1967.
8. Тринкер Б.Д., Егоров, Л.А. Коррозия и защита железобетонных промышленных труб. – Москва, Стройиздат, 1969, с. 1-128.
9. Shishkov I., Trinker B., Zasedatelev I. Service life of concrete smokestacks // Build International, vol. 3, №3, March, 1970, – Rotterdam, pp. 57-61.
10. Тринкер Б.Д., Котельников Д.Д., Ковда А.Ю. Продукты коррозии бетона и процессы его разрушения при воздействии сернистого газа // Доклады Академии наук СССР, 1974, т. 219, №2, УДК 620.193.4(691.32), – Москва: Наука, с. 412-416.
11. Инструкция по возведению монолитных железобетонных труб и башенных градирен, ВСН 430-82/ММСС СССР, согласовано – Госстрой СССР № ДП-2783-1, – Москва, Стройиздат, 1983.
12. Тринкер А.Б. Единая система скоростного бетонирования высотных сооружений // Бетон и железобетон, №12, 1983, с. 20-21.
13. Тринкер А.Б. Повышение долговечности специальных зданий и сооружений, эксплуатируемых в агрессивных средах // Специальные строительные работы, №8, 1984, – Москва, Минмонтажспецстрой СССР, с. 6-11.
14. Владимир Журавлев. Вечный камень Бориса Тринкера / Строительная газета, 1 июля 2011 г., №26, с. 14.
15. Тринкер А.Б. Почему же устояла Останкинская телебашня? // Технологии бетонов, №3-4, 2016, с. 53-55.