

УДК 624.971

**ОСТАНКИНСКАЯ ТЕЛЕБАШНЯ – ВСЕМИРНОЕ ДОСТИЖЕНИЕ**

А.Б. Тринкер

**OSTANKINO TELEVISION TOWER – THE GLOBAL ACHIEVEMENT**

A.B. Trinker

**Аннотация.** 70 лет назад отечественными учёными начата «Всемирная эра химизации строительства и модифицирования бетона». 50 лет назад построен самый первый и самый северный на земле гигант – Останкинская телебашня. Применением первых химических добавок пластификаторов ССБ была доказана всепогодность и высокая коррозионная стойкость бетона нового поколения. В результате применения методики проектирования бетона и грамотного регулирования водо-цементным отношением, в пожаре с температурой 1000 градусов на 400-метровой высоте, бетон не разрушился, как предсказывали абсолютное большинство наблюдателей и учёных.

**Ключевые слова:** проектирование бетона; сверхвысотные сооружения; долговечность; защита бетона от коррозии; пластификаторы; контроль качества.

**Abstract.** 70 years ago domestic scientists began «The world era of chemicalization of construction and modifying of concrete». 50 years ago the giant, very first and most northern on the earth, Ostankino Television Tower is constructed, use of the first chemical additives of softeners of SSB proved all-weather capability and high corrosion resistance of concrete of new generation. As a result of application of a technique of design of concrete and competent regulation by the water-cement relation, in the fire with a temperature of 1000 degrees at 400-meter height, concrete didn't collapse as predicted absolute majority of observers and scientists.

**Keywords:** concrete design; superhigh-rise constructions; durability; protection of concrete against corrosion; softeners; quality control.

Возведение Останкинской телебашни в Москве произошло по телекоммуникационной необходимости, расчётная высота сооружения должна была превышать 500 метров, что значительно выше всех остальных небоскрёбов в Мире. До Останкинской башни все высотные сооружения строили из металлоконструкций: башни Эйфеля и Шухова, однотипные небоскрёбы Нью-Йорка. Однако, архитектурные типовые стандартные металлоконструкции, высокая их стоимость и жаро-нестойкость, обязательное регулярное нанесение покрытия, защищающего от коррозии, всё это значительно удорожало башни из металла. Впервые в мировой истории строить в 1963 году самую высокую на земле башню 535 метров в основном из бетона это утопия, огромный риск, сверхответственность, авантюра, и серьёзные неразрешимые проблемы недоступные никому из учёных и инженеров во всём мире. Построенный в Москве в 1958 году метрополитен на Воробьёвых горах в течении десятилетий разваливался, а его восстановление было самым дорогим и длительным ремонтом в мировой истории, поэтому все 500 учёных СССР в 1960 году категорически отказались заниматься проектированием бетона для Останкинской телебашни.

Гениальный отечественный конструктор д.т.н. Н.В. Никитин, разработал проект Останкинской телебашни, в которой ствол башни от фундамента до отметки +385,5 метров железобетонный, требовалось запроектировать первый в мире бетон: особоморозостойкий, особопрочный, осободолговечный который противостоит морозу, солнцу, ветру, дождям, засухам, и дополнительно непредвиденному пожару с температурой более 1000 градусов (в 2000 году) на космической высоте 340-420 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 в период проектирования.

Главным разработчиком бетона Останкинской башни Н.В. Никитин выбрал, а руководство страны назначило единственно возможную в стране кандидатуру: заведующего лабораторией высотных и специальных сооружений ВНИПИ Теплопроект к.т.н. Б.Д. Тринкер, который в 1939 защитил диплом с отличием в МХТИ им. Д.И. Менделеева, в 1940-1945 воевал на фронтах Великой Отечественной войны, а с 1946 занимался строительством морских портов на Дальнем Востоке и в Сибири при критических отрицательных низких температурных условиях в зонах переменного уровня морской воды при солевой коррозии. Одно из важнейших изобретений Б.Д. Тринкера: получение и применение эффективных и надёжных пластификаторов ССБ на основе многотонных отходов ЦБК, с использованием которых в 1947-1952 было изготовлено более 4 миллионов кубометров специального гидротехнического бетона, и одновременно разработанных им технологии проектирования и подбора состава бетона и многостадийного контроля качества [1-4].

В результате Б.Д. Тринкер создал сверх-долговечный и сверх-прочный вечный бетон. Таким образом, 70 лет назад проблема получения сверхпрочного вечного бетона была решена применением пластификатора ССБ и квалифицированного проектирования бетона. Потом Б.Д. Тринкер модифицировал бетоны пластификаторами нового поколения: СДБ, ЛСТ, ЛТМ.

В XXI веке, научившись у СССР, и в тёплых странах тоже строят дома из железобетона высотой 800 метров.

В основе проектирования бетона находятся:

1. учение о влиянии водо-цементного отношения на плотность, прочность, долговечность цементного камня обладающего равномерно-распределённой замкнутой структурой, полученной применением пластифицирующе-воздухововлекающих химических добавок,
2. создание плотной без пустот объёмной матрицы заполнителей,
3. применение отборных материалов, имеющих высокие физико-механические показатели (по сравнению с другими конструкциями), вся система вместе надёжно обеспечивает первичную защиту от коррозии, максимально продляя безаварийный срок жизни всего сооружения, то есть Останкинской телебашни.

Первое в мире изобретение-патент на применение лигносульфонатов - ССБ было получено 24 декабря 1948 года в Москве, и началась: «Всемирная эра химизации строительства и модифицирования бетона» с целью снижения водо-цементного отношения и получения долговечного и коррозионно-стойкого бетона. После 1948 года в нашей стране на основе лигносульфонатов были созданы химические добавки: СДБ-ЛСТ-ЛТМ, успешно применённые для производства сотен миллионов кубометров бетона. Но если в нашей стране данные добавки были изготовлены из многотоннажных отходов производств целлюлозно-бумажной, химической, биологической, металлургической и других промышленности, то есть с улучшением экологии и получением двойного эффекта, то на западе только начиная с 1974 года сделаны пластификаторы (Мельмент в ФРГ названный потом «С-3», Майти в Японии, и многие другие) из химических веществ: нафталино-меламино-формальдегидов и т. д., сверхдорогих и опасных для здоровья людей.

Начав работы по проектированию бетона Останкинской башни, Б.Д. Тринкер первым делом пересмотрел все проектные требования к бетону, увеличив показатели по прочности в 2 раза, морозостойкости и водонепроницаемости в 2,5 раза. Были рассмотрены и отобраны из десятков вариантов: цементные заводы, карьеры песка и щебня, проверены химические анализы воды, произведена полная проверка бетонного завода по всем постам: 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 – оказывают сильное влияние на

долговечность бетона. Рассмотрены проблемы транспорта, 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: непрерывный контроль качества строительных материалов, бетонной смеси и бетона, выдержка образцов бетона в условиях конструкции, замеры температур твердеющего бетона. Контроль каждой входящей на объект машины с бетоном, и уход за твердеющим бетоном методом полива при положительных температурах и периодичность, тоже были вменены в обязанности лаборантов.

Заранее предусмотрев очень высокие требования и все необходимые расчётные технологические мероприятия (рис. 1), часто неугодным торопливым и ретивым начальникам (генподрядчику и заказчику) всегда готовым «рапортовать», и значительно увеличив проектные марки бетона, тем самым в 1963 году Б.Д. Тринкер спас телебашню от катастрофы в пожаре 2000 года.

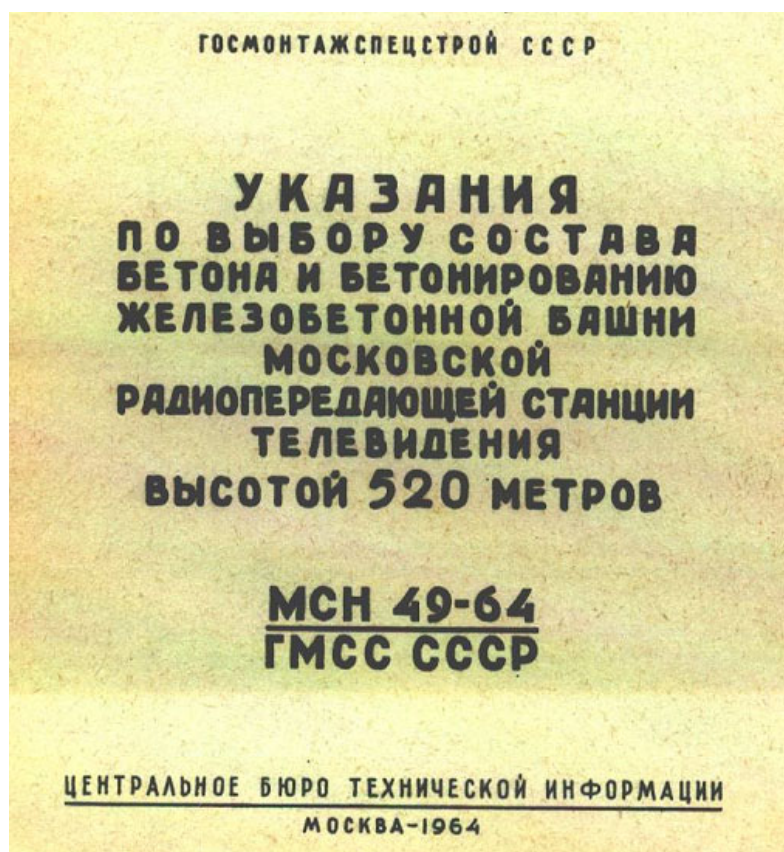


Рисунок 1 – Первая инструкция по проектированию вечного всепогодного бетона

Возведение Останкинской телебашни стало генеральным испытанием и проверкой всей системы отечественного высотного строительства уникальных сооружений, которая в последующее время успешно применена при строительстве в СССР мировых гигантов: дымовых труб высотой 330-420 метров, башенных градирен высотой 150 метров на ГРЭС, ТЭЦ и АЭС. В строительстве этих высотных сооружений принимал участие Автор статьи, начавший свою карьеру в Останкино (рис. 2).



Рисунок 2 – Отметка+63,0 м.

Александр Тринкер (вдали павильон Космос на ВДНХ СССР)

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 течении двух суток с температурой 1000 градусов на высотах 360-420 метров. Цитата из книги [5]: *«Бетон на портландском цементе при температуре выше 300 градусов распадается на составляющие, арматура расширяясь неуправляемо деформируется, бетон рассыпается в прах....»* - такое должно было случиться, но помешал разрушению Останкинской телебашни творческий гений автора бетона к.т.н. Б.Д. Тринкера.

Издаваемая в Кёльне (ФРГ) газета «Köln Extra» 29.08.2000 написала на первой странице (рис. 3): «Первый „Курск“, теперь Телебашня. Бедная Россия!», на второй странице (рис. 4): «Рухнет башня теперь?». Почему бетон Останкинской башни на рядовом портландском цементе выдержал двое суток температуру 1000 градусов, почему башня не рухнула в результате пожара на космической высоте 340-420 метров в 2000 году – до сих пор этого никто не знает. В результате пожара на 300-метровой телебашне в городе Хогерсмилд (Hoogersmilde) на востоке Нидерландов 15 июля 2011 произошедшего на высоте 100 метров, очень быстро через 1,5 часа обрушилось это сооружение (рис. 5).

В статье [6] д.т.н. Т.В. Кузнецова (РХТУ им. Д.И. Менделеева) подтверждает, что даже бетон на высокоалюминатном, то есть жаростойком (содержание  $Al_2O_3 = 60-70\%$ ) цементе значительно уменьшает прочность при температурах выше 600 градусов, а ещё в 1950 годы Б.Д. Тринкер доказал необходимость применения для подобных сооружений низкоалюминатных ( $Al_2O_3$  не более 8%) или сульфатостойких (содержание  $Al_2O_3$  не более 5%) цементов.

В XXI веке нашей Московской башне нет равных на земле: башня в Канаде на 1500 километров южнее, в Аравии на 4000-5000 км южнее, в Китае на 2000-3000 км южнее к экватору, то есть везде значительно теплее климат, без резких колебаний воздуха, без низко-температурного замораживания, без ежедневных переходов через нуль градусов, без сухих ветров и высушивающего бетон солнца. Севернее 55 градусов с.ш. нет ни одного сооружения на Земле выше нашей башни в Останкино.

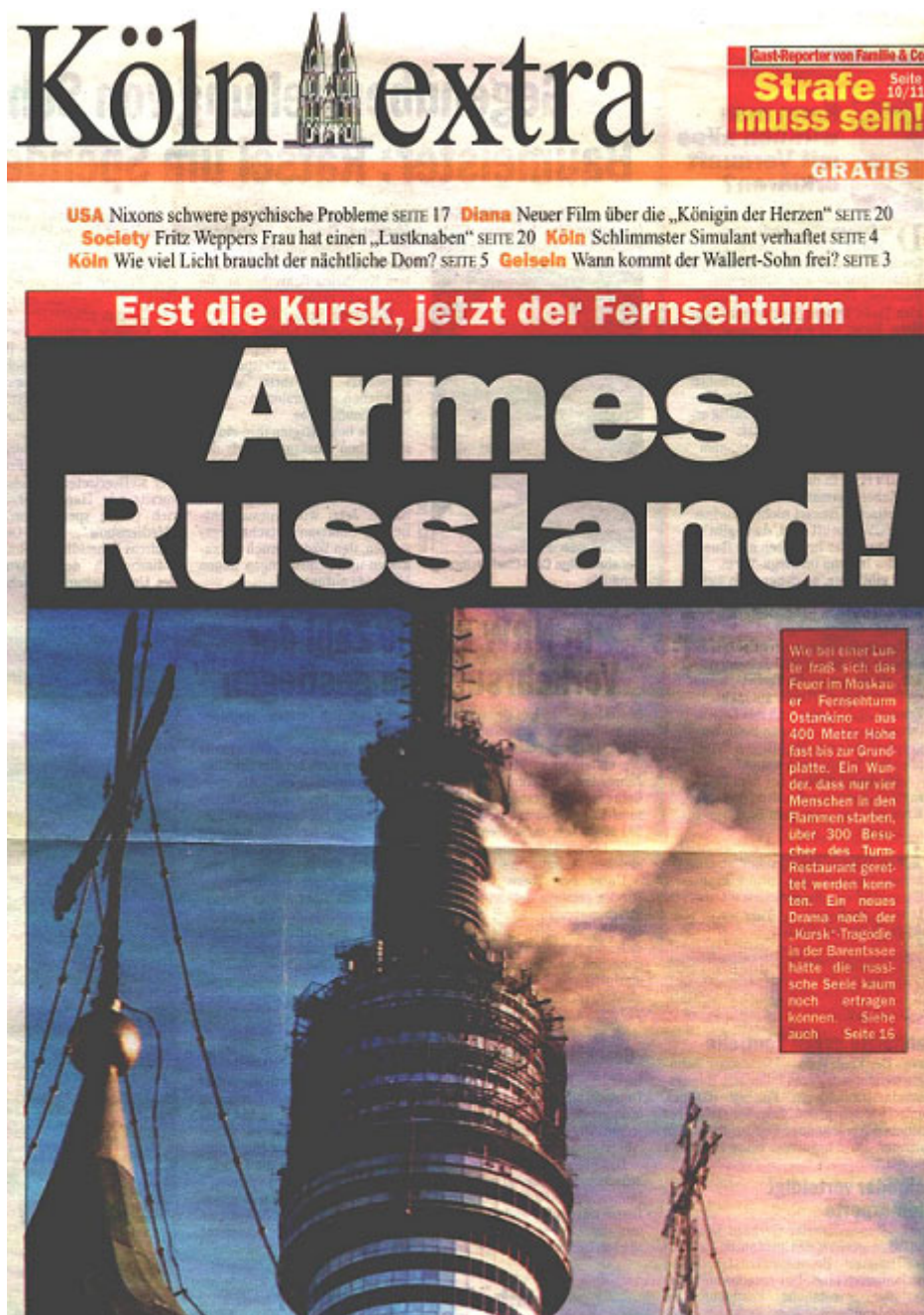


Рисунок 3 – Первая страница газеты «Köln Extra» (29.08.2000)

Автор феноменального Останкинского бетона Б.Д. Тринкер (1914-2004) оставил после себя богатое научное наследство: более 250 научно-практических публикаций в журналах, книги и 100 патентов, если по-хозяйски распорядится которыми, приведёт к возрождению и развитию отечественного строительства.

Некоторые характеристики башни: высота ж.б. ствола = 385,5 метров, высота стальной антенны = 147,7 метров, диаметр опор-ног на отм. 0,00 м. = 60 метров, наружный диаметр на отм. + 63,00 м = 18 метров, диаметр ж.б. ствола на отм. + 385, 5 м = 8.2 метра, общий объём железобетона в фундаменте и стволе = 20 000 м<sup>3</sup>.

Результаты испытаний бетона ствола башни:

возраст 28 суток	- 380 – 450 кг/см <sup>2</sup>
возраст 1 год	- 500 – 600 кг/см <sup>2</sup>
возраст 5 лет	- 600 – 650 кг/см <sup>2</sup>

### Fernsehturm Ostankino in Moskau

Gesamthöhe: 537 m

Antennenhöhe: (192 m hoch)

Senderverstärker (450 m) (vermuteter Brandherd)

Sechsstöckiges Drehrestaurant (380 m)

Spannbeton mit 149 Stahlsellen stabilisiert den Fernsehturm

Stahlselle

- Feuer erhitzt Beton und Stahlselle
- Unter starker Spannung stehende Seile reißen
- Verbleibende Seile müssen mehr Spannung aufnehmen, dadurch reißen weitere
- Einsturzgefahr

Betonwand

in Fundament fest verankert

Sieben Schnellaufzüge, Treppenhaus

dpa Grafik 3610

### Empire State Building: Auch hier hat es schon gebrannt

Köln – Feuer in hohen Gebäuden – keine Seltenheit, wie die Chronologie zeigt.

5. 1. 00 - Auf dem Dach eines 32-stöckigen Bürogebäudes in der US-Stadt Philadelphia bricht Feuer aus. Keine Verletzte.

8. 12. 97 - In Jakarta sterben 14 Menschen bei einem Brand in einem Hochhaus.

7. 4. 97 - In Hongkong verbrennen neun Menschen bei einem Feuer in einem 20-stöckigen Gebäude.

23. 2. 97 - Im 36-stöckigen President-Tower von Bangkok kommen bei einem Brand drei Menschen um.

21. 11. 96 - In einem Inferno sterben 40 Menschen in einem Hochhaus in der Nathan Road von Hongkong.

17. 1. 96 - Im 180 m hohen Londoner NatWest Tower bricht ein Feuer aus, keine Verletzte.

23. 11. 95 - Im Untergeschoss des Empire State Building New York bricht ein Feuer durch Kurzschluss aus. Hunderte Menschen werden dem 380 m hohen Gebäude evakuiert.

**INFO** Ein Inferno wie Moskauer Fernsehturm Ostankino ist möglich. Dies hat der Landesbranddirektor Broen am Beispiel des Turm am Alexanderplatz (mit 375 m 8-höchste der Welt) erklärt. In dem Berliner Bauwerk war nur schwer entflammbares Material verlegt. Im Notfall könnten Menschen in einen außengehenden Ring unterhalb der Feuerflüchte, bis sich die Feuerwehr zu ihnen durchgekämpft hat, Ring bietet 300 Menschen Flucht.

### Stürzt der Turm jetzt ein?

Der Brand ist gestoppt – doch es gibt noch keinen Grund zur Entwarnung. Fast die Hälfte aller Stahlselle, die den Turm im Inneren zusammenhalten, sind gerissen. Das Bauwerk hat an Stabilität stark eingebüßt. Es neigt sich zwei Meter zur Seite. Präsident Putin erklärte: „Dieser Notfall zeigt, in welchem schlimmen Zustand unsere lebenswichtigen Einrichtungen sind, wie die gesamte Nation.“ Wegen des Brandes müssen rund um Moskau 15 Mio. Russen auf ihr tägliches Fernsehen und Radio verzichten.

**Der Kölner Dom ist 157 Meter hoch. Selbst dreimal übereinander gestapelt hätte er noch nicht die Höhe des Moskauer Fernsehturms. Trotzdem ist er nicht der größte auf der Welt. Die Top-Fünf:**

CN Tower, Toronto (Can.)	553 m, Einweihung 1976
Ostankino, Moskau (Rus)	537 m, 1967
Oriental Pearl, Shanghai (Chin)	468 m, 1995
Menara Tower, Kuala Lumpur (Mal)	421 m, 1996
Tian Tower, Tianjin (Chin)	415 m, 1991
Central Tower, Peking (Chin)	405 m, 1992

Dichter stinkender Qualm zieht aus den Plattformen. Ein Kurzschluss soll das Feuer im Turm verursacht haben. FOTO: ...

Рисунок 4 – Вторая страница газеты «Köln Extra» (29.08.2000)

Результаты показывают непрерывное увеличение прочности, так как при проектировании бетона были учтены все влияющие на долговечность факторы.

Эйфелеву башню, причём в тёплом климате без морозов - регулярно красят каждые 7-9 лет, применяя сотни тонн самых современных и дорогих антикоррозионных материалов, а Останкинскую башню никогда не красили: такой наш вечный бетон, не поддающийся коррозии.

В настоящий момент 50-летнего юбилея Останкинской телебашни, можно предложить надстроить на 20 метров, чтобы наша Царь-Башня перешла на более высокую ступень по градации «The World Federation of Great Towers» [7].



Рисунок 5 – Пожар на 300-метровой телебашне в городе Хогерсмилд

### Заключение

Долговечность бетона и получение вечного бетона - самая большая проблема строителей России учитывая огромные размеры страны, и разнообразные климатические и сейсмические условия, решению этой проблемы посвятили всю жизнь известные советские учёные XX века. Следует учесть, что в период строительства Останкинской башни наши учёные трудились в благословенные времена когда предпочтение отдавали отечественным разработкам в науке, технологиях и машиностроении, так как иностранцам живущим в очень мягких климатических условиях своих стран, им неизвестны климатические условия и технологические режимы эксплуатации зданий и сооружений в СССР, что в итоге значительно на порядки уменьшало стоимость строительства в странах запада.

Приведенные в статье рекомендации, список литературы и методические указания основаны на практическом опыте автора статьи:

1. изучение теории: технологии строительства и коррозии железобетона,
2. многолетнее обследование эксплуатируемых строительных сооружений и конструкций, и также сооружений 1920-1930-х годов,
3. проектирование и возведение сооружений из особо долговечного коррозионностойкого всепогодного железобетона,
4. контроль качества («мониторинг») возведённых сооружений.

Учёные и инженеры, строители СССР и России в условиях критических низких температур, ураганов и агрессивных сред успешно возводили уникальные самые высотные и долговечные инженерные железобетонные сооружения неподвластные времени.

### ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. № 87043 Способ приготовления пластифизатора для бетонов / Б.Д. Тринкер, 1948.
2. Тринкер Б.Д. Применение пластифицированного цемента и пластифицирующих добавок к бетону. М.: Госстройиздат, 1952. 64 с.
3. Тринкер Б.Д. Руководство по проектированию и подбору состава гидротехнического и обычного бетона. М.: Изд-во Министерства строительства РСФСР, 1957. 52 с.
4. Тринкер А.Б. Единая система скоростного бетонирования высотных сооружений // Бетон и железобетон, 1983. № 12. С. 20-21.
5. Некрасов К.Д. Жароупорный бетон. М.: Промстройиздат, 1957. 283 с.



6. Кузнецова Т.В. Изменения свойств высокоглинозёмистого цемента при нагревании // Технологии бетонов, 2017. № 11-12. С. 40-42.

7. The world federation of great towers [Электронный ресурс]. URL: <https://www.great-towers.com> (дата обращения: 01.12.2017).

#### REFERENCES

1. Trinker B.D. A.s. 87043 *Sposob prigotovleniya plastiment dly betonov* [Way of preparation of the plastiment for concrete], 1948.

2. Trinker B.D. *Primenenie placsifizirovannogo zementa I plastifiziruyshih dobavok k betonu* [Application of a plasticized cement and plasticizing additives to concrete]. Minmashstroy USSR, NIIS. Moscow: Gosstroy Publ., 1952. 64 p.

3. Trinker B.D. *Rukovodstvo po proektirovaniy I podboru sostava gidrotechnitheskogo I obychnogo betona* [Guide to design and selection of composition of hydrotechnical and usual concrete.]. Ministerstvo stroitelstva RSFSR. Moscow: Gosstroy Publ., 1957. 52 p.

4. Trinker A.B. *Edinaya sistema skorostnogo betonirovaniya visotnykh sooruzheniy* [Unified system of high-speed casting of high-rise buildings]. *Beton i gelezobeton*, 1983. No 12, pp. 20-21.

5. Nekrasov K.D. *Jarouporniy beton* [High-temperature concrete]. Moscow: Promstroizdat, 1957. 283 p.

6. Kusnetzova T.V. *Ismeneniy svoistv visokoglinozemistogo zementa pri nagrevanii*, [Changes of properties of high-aluminous cement when heating ]. *Technologii betonov*, 2017. No 11-12, pp. 40-42.

7. The world federation of great towers [Electronic resource]. URL: <https://www.great-towers.com> (date accessed: 01.12.2017).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Тринкер Александр Борисович*

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

E-mail: [Alex-Ehre@mail.ru](mailto:Alex-Ehre@mail.ru)

*Trinker Aleksandr Borisovich*

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

E-mail: [Alex-Ehre@mail.ru](mailto:Alex-Ehre@mail.ru)

Корреспондентский почтовый адрес для контактов с автором статьи:

105066, Москва, до востребования.