

Оборудование и технологии производства ЖБИ

Бетоносмесители
Технологические линии
Отдельные установки
Бетонные заводы

Впервые производство стеновых блоков заводского (промышленного) исполнения было налажено в Европе в середине 19-го века. Первое промышленное применение технологии вибропрессования бетонных смесей для изготовления бетонных изделий датируется 1914 годом (США). Впоследствии эта технология распространилась по всему миру: Германия — 1929 г., Швеция — 1945 г., Россия — 1960 г.

В 1954 г. в СССР было принято решение о строительстве заводов по производству железобетонных изделий. За 40 лет было создано около 6000 таких производств. На «пике» развития в 1988 году ими выпускалось 153 млн м³ сборных железобетонных изделий и конструкций. Начиная с 1993 года приходится констатировать упадок производства, приведший к банкротству и развалу значительного числа этих предприятий.

Европейская Организация Готовых Бетонных Смесей

(European Ready Mixed Concrete Organization, ERMCO)

ERMCO является федерацией национальных бетонных организаций и включает в себя 21 действительного члена (Из ЕС - Австрия, Бельгия, Чехия, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Ирландия, Италия, Нидерланды, Польша, Португалия, Словакия, Испания, Швеция, Великобритания; плюс Израиль, Норвегия, Швейцария и Турция), 3 ассоциированных члена (ассоциации Южной Америки, США и Индии) и 1 член-корреспондент (Россия, представлена НИИЖБ).

По статистке, ежегодное мировое производство бетона составляет почти 25 млрд. т — это более 1 куб. м., или 2 т на каждого жителя планеты.

Производство бетона в мире за последние несколько лет достигло объемов, сопоставимых со строительным бумом периода начала массового использования бетонных смесей в капитальном строительстве. Аналитики рынка строительных материалов связывают возросшую потребность в бетоне с выходом мировой экономики из периода стагнации, который терзал крупнейшие мировые державы во время последнего экономического кризиса.

Поскольку одним из показателей оздоровления экономики является состояние дел в строительной отрасли, то беспрецедентные объемы потребления бетонных смесей красноречиво говорят о развитии не только строительной отрасли, а и всей мировой экономики в целом. Мировым лидером по производству бетона по-прежнему остается Китай, еще в 2006 г. объем производства составлял 430 млн. м³, и с тех пор

так и увеличивается. Второе место у Бразилии и жителях Америки.

В последние годы тема индустриализации жилищного домостроения в КНР вышла на первое место по важности. В стране с населением около 1,35 млрд. человек запланировано строительство 45 домостроительных комбинатов – так называемых «Национальных фабрик индустриализации жилищного строительства», спонсируемых Министерством жилищного строительства.

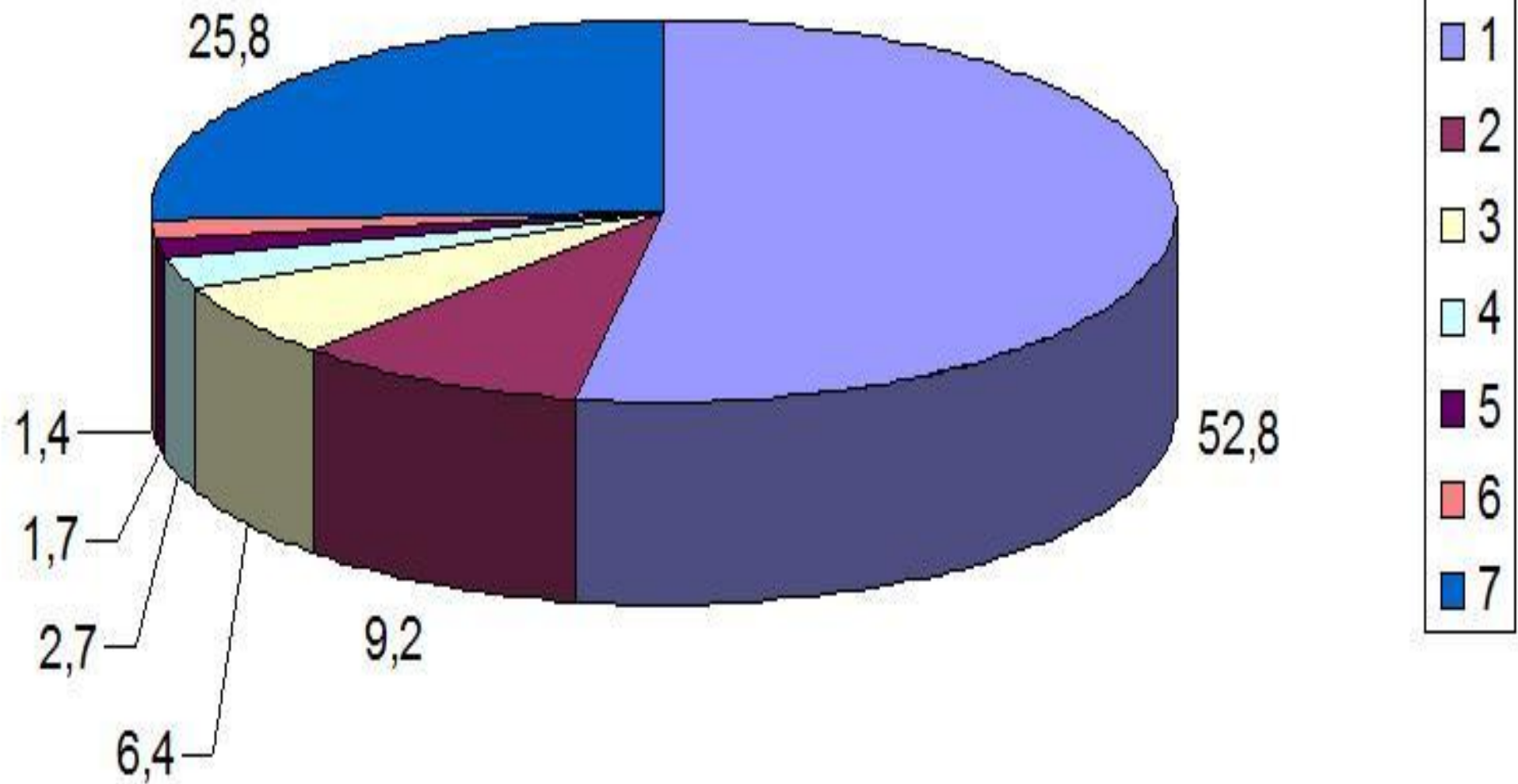
Объем производства бетона, млн. м³

Государство	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Комментарии
США	315	270	243	197	203	225	230	падение объема на 30% за 3 года (345 млн. м³ в 2006), постепенное восстановление показателей
Япония	-	101	96	85	88	92	99	
Турция	74,4	69,6	66,4	79,7	90	93	102	благодаря высоким темпам роста производство в Турции превысило производство в Японии
Италия	75,2	73,2	58,8	54,4	51,8	39,9	31,7	падение более чем в 2 раза за 5 лет
Испания	95,3	69	49	39,1	30,8	21,6	16,3	падение в 6 раз за 6 лет
Россия*	38	52	45	40	40	42	44	самый большой рост в 2008
Германия	40,8	41	37,7	42	48	46	45,6	рост 2010-11 гг. сменился падением в 2012-13 гг.
Франция	45	44,1	37	37,4	41,3	38,9	38,6	небольшое падение в 2012-2013 гг.

Государство	Объем, млн. м³/г	Население, млн. чел.	Объем на человека, м³/г
Израиль	14	8,1	1,7
Швейцария	12,0	8,0	1,5
...	...	...	...
США	230	302*	0,67
...	...	...	...
Россия	44	141,9	0,31
Великобритания	19,6	63,9	0,306
Португалия	2,7	10,6	0,25

Россия занимает 3-е с конца место по выработке бетона на душу населения.

В результате последних лет на дно рейтинга опустилась Португалия, сместив оттуда Великобританию.



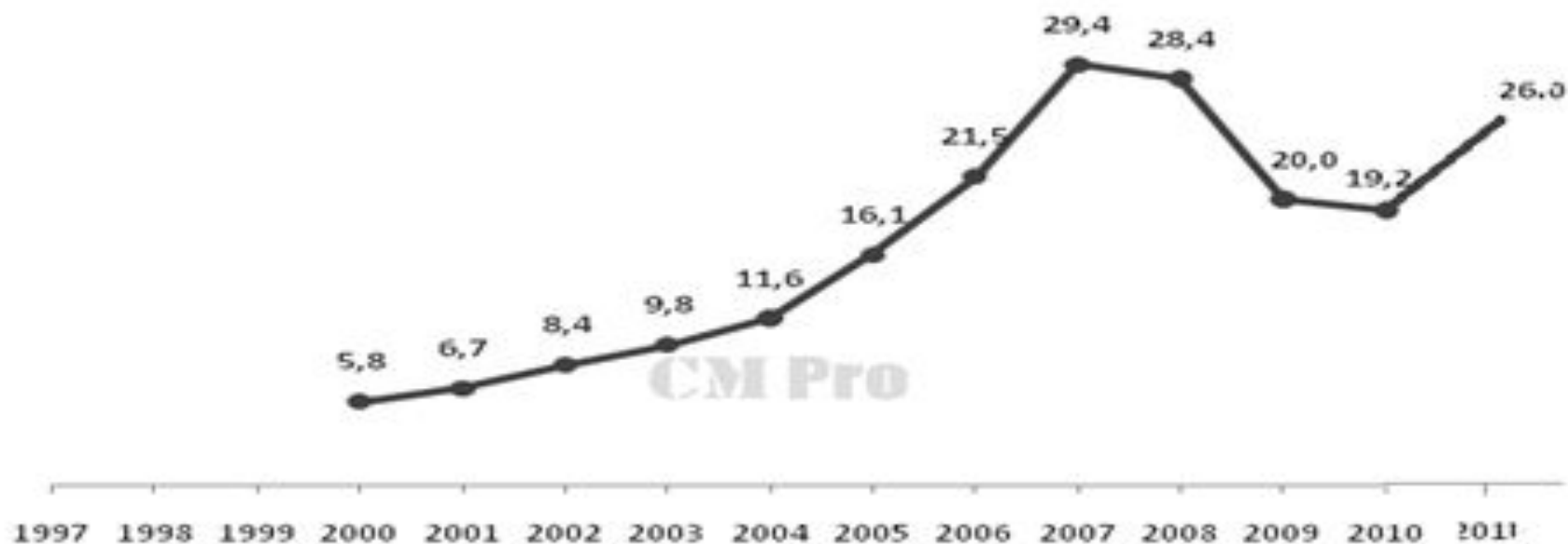
1 – Китай, 2 – Западная Европа, 3 – Индия, 4 – США, 5 – Бразилия, 6 – Россия, 7 – прочие производители.

1988 году выпускалось 153 млн
м³

"Союз производителей бетона" Директор НП Бублиевский
А. Г.

В 2009-2010 г. бетонная отрасль прошла первый пик экономического кризиса, впереди ждет еще более суровый спад деловой активности.

Производство товарного бетона в России (2006 - 2011 г.) млн м3



**Производство конструкций и деталей сборных железобетонных в 1997-2010 гг,
млн. м3**



Производство товарного
бетона 2010, 2011 г, млн. м3



Производство ЖБК и
КПД 2010, 2011 г, млн. м3



1988 году выпускалось 153 млн м³

Наименование

Январь-декабрь

12 мес. 2004 г.

к 12 мес. 2003 г.

2004 г.

2003 г.

в %%

СБОРНЫЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОН, тыс.куб.м всего по России

22 030,5

21 122,3

104,3

в т.ч.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

8 854,9

8 457,4

104,7

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

1 791,0

1 833,2

97,7

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

2 133,0

1 960,5

108,8

ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

3 996,7

3 762,7

106,2

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

2 363,8

2 414,3

97,9

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

2 271,9

2 148,4

105,7

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

619,2

545,8

113,4

в т.ч. ПАНЕЛИ И ДРУГИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ

КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ, тыс.кв.м

всего по России

6 219,8

5 657,4

109,9

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

2 811,7

2 453,5

114,6

СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

446,8

590,5

75,7

ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

637,4

554,1

115,0

ПРИВОЛЖСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

856,1

714,4

119,8

УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

789,8

786,1

100,5

СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

521,5

435,8

119,7

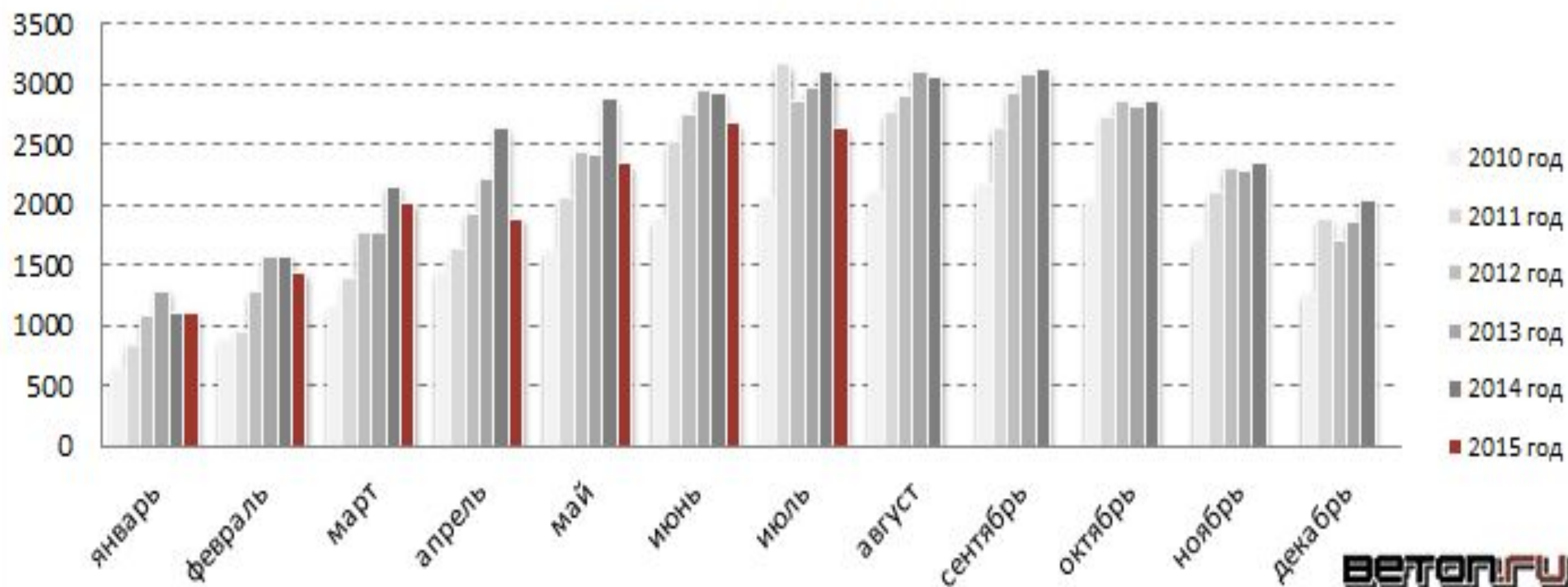
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ОКРУГ

156,5

123,0

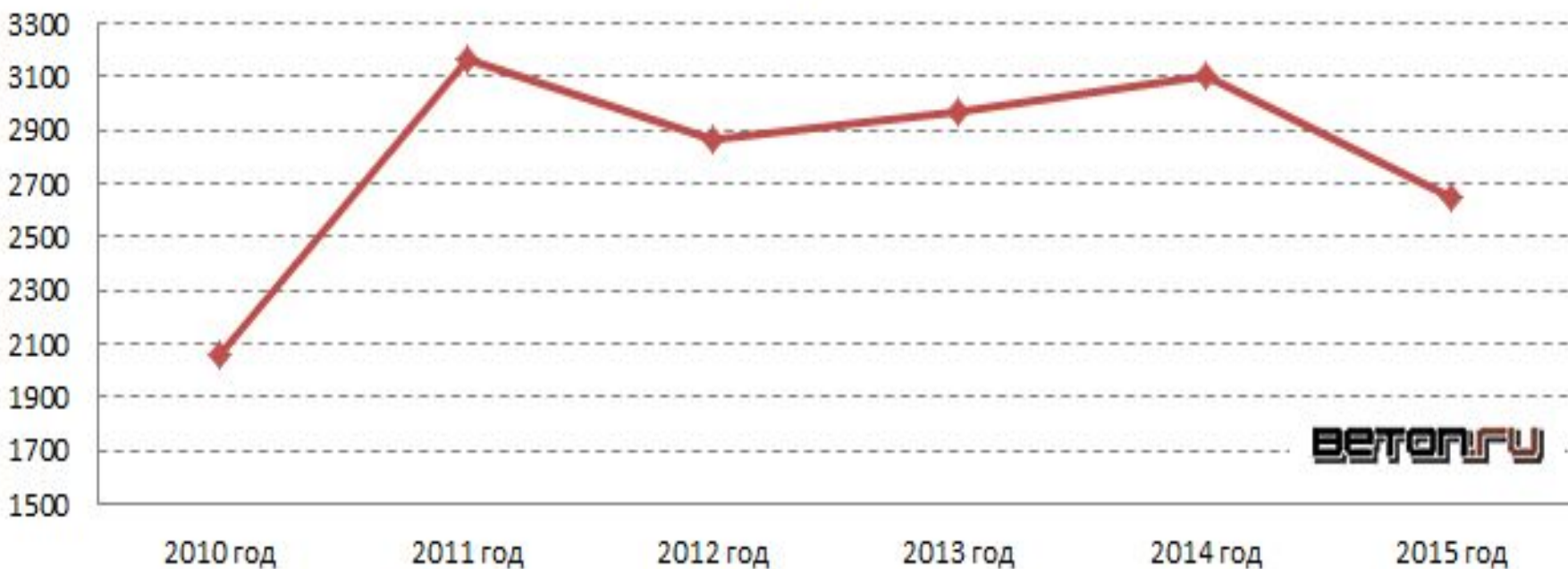
127,2

Производство товарного бетона в РФ по месяцам (тысяч кубометров)



Согласно данным, опубликованным Федеральной Службой Государственной Статистики, объем произведенного бетона готового для заливки (товарного бетона) в июле 2015 года составил 2 647,6 тысяч кубических метров. Если, для сравнения взять производственные показатели июля 2014 года, то увидим существенный спад в 14,8%. В итоге, этот июль стал худшим за последние 5 лет

Производство товарного бетона в Российской Федерации
(тысяч кубометров)
период: июль



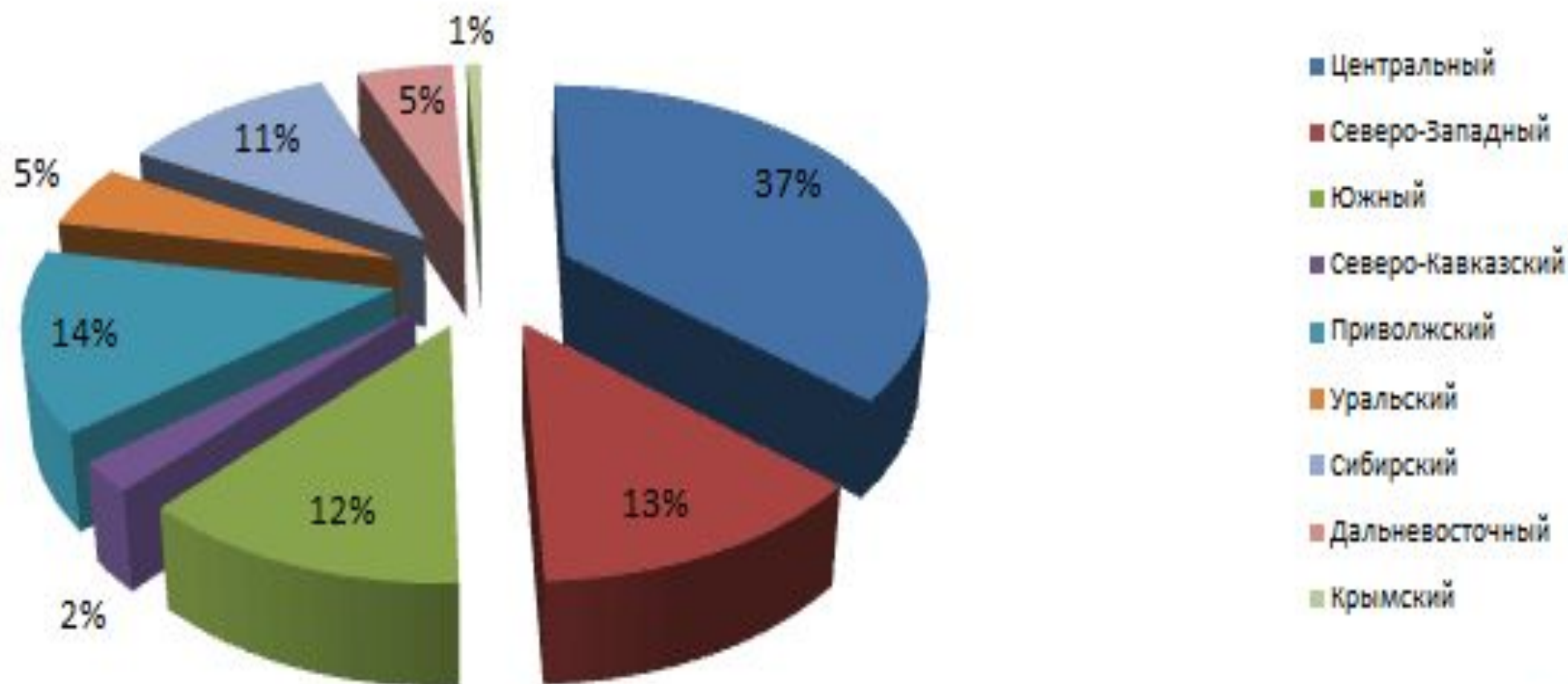
Снижение производства бетона по сравнению с июнем зафиксировано в 3-х федеральных округах. Наибольшее снижение отмечено в Приволжском (-24,7%) и Северо-кавказском (-17,9%) округе. Лидером по приросту производства стал Дальневосточный федеральный округ, увеличив объем выпуска бетона на 27,7%.

С 2008 по 2010 гг производство бетона в России снижалось. Максимальный спад производства бетона имел место в 2009 г: оно упало относительно 2008 г на 41,8% и составило 22,3 млн куб м. Причиной такого крупного спада производства послужила заморозка многочисленных строительных проектов в период кризиса. В 2010 г производство товарного бетона сократилось еще на 10,1% относительно 2009 г и составило 19,9 млн куб м. Однако в 2011 г производство бетона выросло на 24,2% относительно прошлого года и составило 24,7 млн куб м.

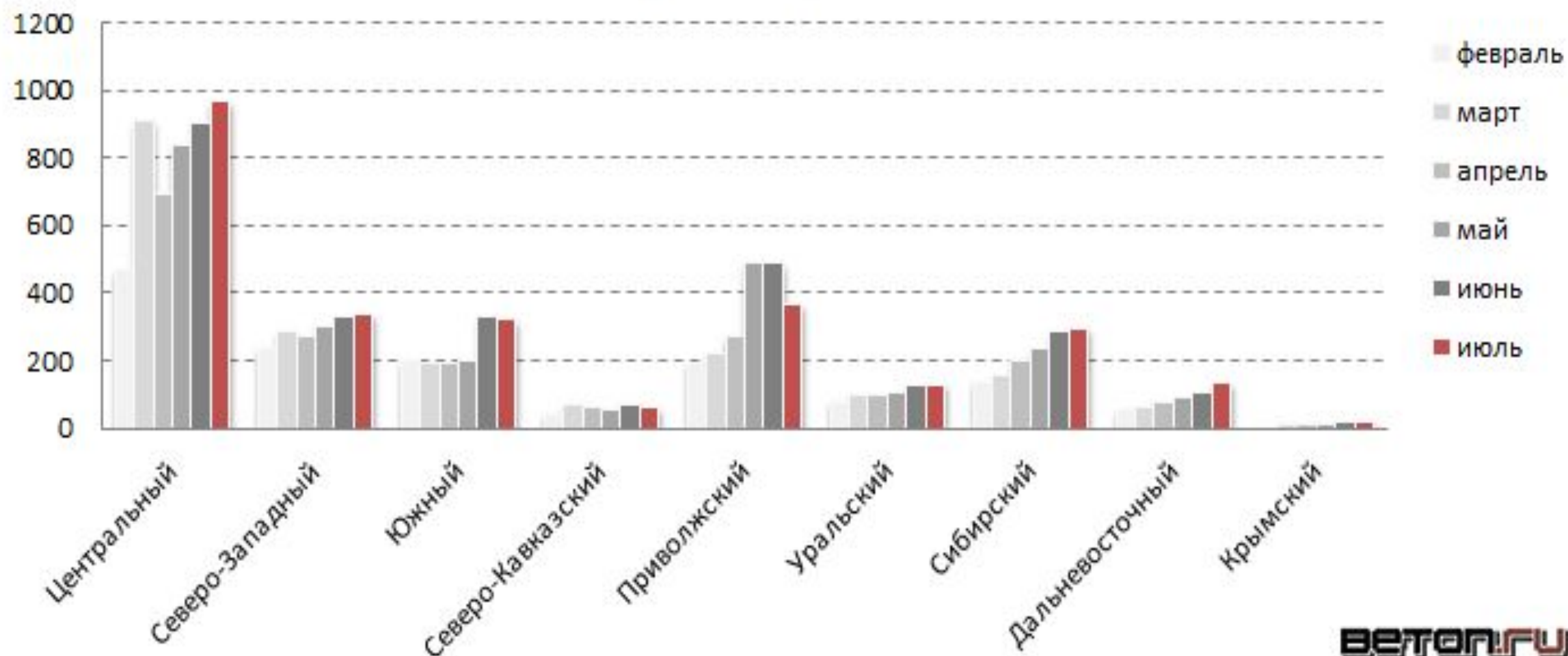
Основными производителями товарного бетона в России на региональном уровне в 2011 гг были Москва, Московская область, Санкт-Петербург и Краснодарский край. Суммарная доля производства этих регионов в 2011 г составила 46% – 11,4 млн куб м.

	2005	2006	2007	2008	2009
Московская область	2 176,9	2 787,4	6 141,9	3 230,0	4 793,5
Москва	226,3	3 261,8	4 601,8	4 809,7	3 043,9
Краснодарский край	465,7	645,8	1 343,7	1 649,6	1 290,8
Санкт-Петербург	1 258,0	1 775,6	2 403,7	2 203,5	1 238,2
Ленинградская область	308,4	416,8	442,1	552,6	897,9
Татарстан, Республика	1 033,0	846,8	1 041,7	1 097,0	786,0
Красноярский край	90,6	223,9	201,4	538,7	478,0
Свердловская область	390,1	927,3	1 095,6	986,8	428,6
Белгородская область	389,3	483,6	611,1	674,7	355,7
Ростовская область	902,7	382,1	564,2	684,2	340,6
Новосибирская область	160,9	222,2	334,5	411,8	316,0
Тюменская область	184,9	458,8	645,5	798,2	304,0
Ставропольский край	37,8	180,7	256,5	350,8	270,8
Кемеровская область	219,9	327,0	472,0	546,3	264,7
Иркутская область	153,1	304,1	463,2	571,7	210,5

Производство бетона в Российской Федерации в разрезе федеральных округов (июль 2015 года)



Производство бетона в РФ по федеральным округам за последние 6 месяцев (тысяч тонн)



Объемы изготовления бетона по федеральным округам составили:

Центральный округ реализовал 9 953,2 тыс. м³;

Северо-Западный округ поставил 4 476,4 тыс. м³;

Приволжский округ продал 3 704 тыс. м³;

Южный округ произвел 3 180,3 тыс. м³;

Сибирский округ реализовал 2 888,9 тыс. м³;

Дальневосточный округ поставил 1 601,2 тыс. м³;

Уральский округ продал 1 161,9 тыс. м³;

Северо-Кавказский округ реализовал 524,3 тыс. м³.

Заводы «Бетон 222» и «Бетон 223» г. Москва

«Бетон 222» - на севере, «Бетон 223» на южной стороне Москвы, производство оснащено автоматизированным оборудованием «Liebherr», производительностью 300м³/час бетона классов В 7,5 - В 75 (М 1000). Производство полностью компьютеризировано, работает круглосуточно.

ООО «Дельта Строй». Производство основано на применении немецкого оборудования LIEBHERR, производительность - 90 м³/час. Основным приоритетом предприятия является большой парк автомобилей, осуществляющих доставку бетона, пропуск для доставки в центр г. Москва. Заключены контракты с самыми крупными строительными компаниями Москвы и области.

Комбинат «Мосинжбетон» — крупнейшая корпорация, первый завод начал работу в 1936 году. Сейчас в состав объединения входит 6 заводов. Налажено производство свыше 70 видов бетонных смесей. Производится большое количество труб, различного диаметра.

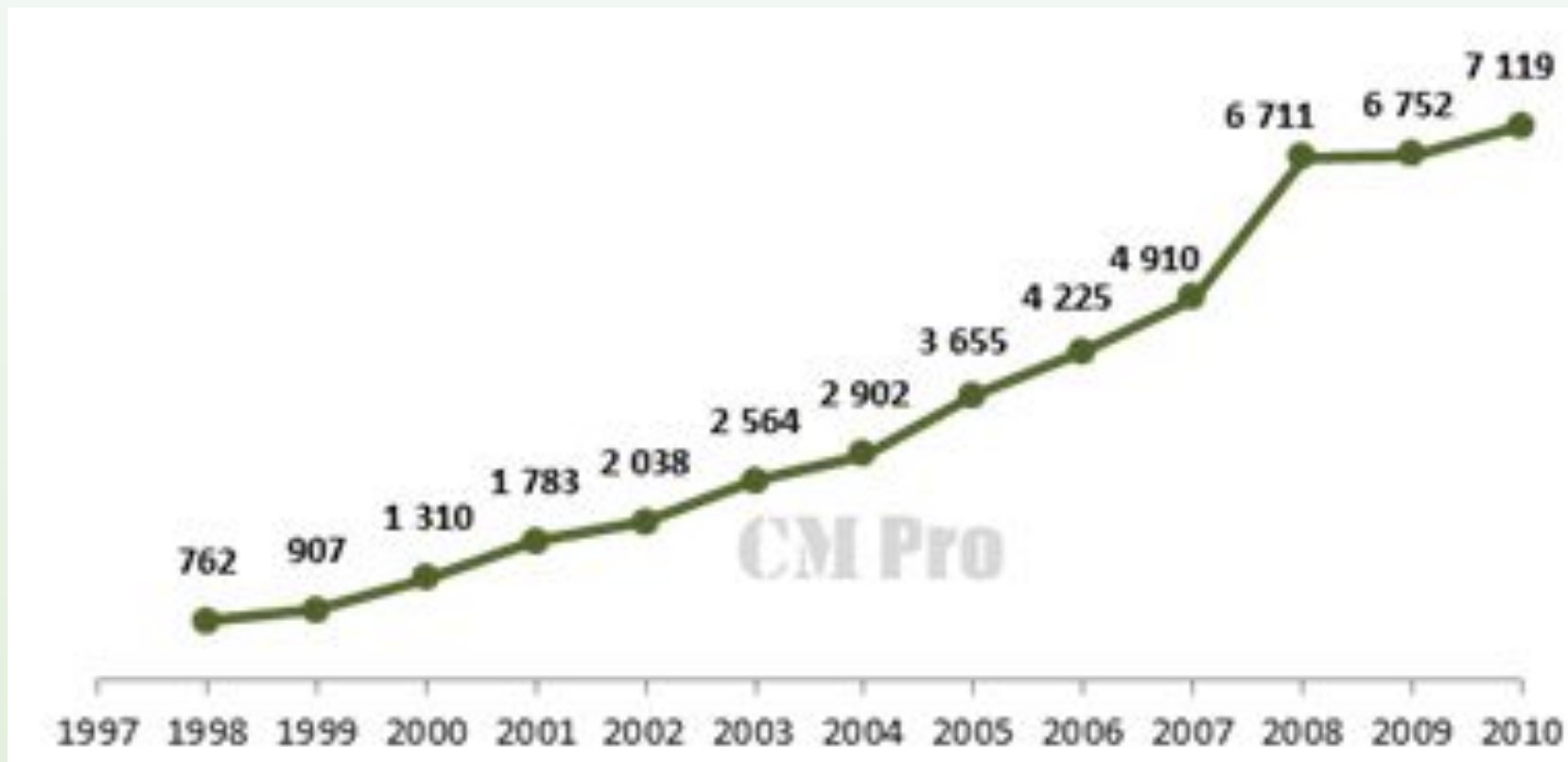
РБУ «Крюково» занимает твердую позицию на рынке товарного бетона. Производит различные марки бетона, раствора, керамзитобетона, полистеролбетона. Большой автомобильный парк и система скидок, делает продукцию завода привлекательной для строительных компаний городов — Зеленограда, Истры, Сходни, Солнечногорска и других.

«Объединение 45», г. Санкт-Петербург. Крупнейший производитель бетона, в составе заводы: - три мобильных завода, работающих на оборудовании фирмы Liebherr; -два стационарных предприятия, прошедших модернизацию ОАО «ЗСК-19» и ОАО«Стройдеталь»; - завод «Парнас», работающий на современном оборудовании, мощностью 180м³ в час. Главная особенность: все заводы объединения равномерно распределены по территории города, что позволяет поставлять бетон в любую точку, где ведутся строительные работы за 45 минут.

В 2007 г. предприятием было выпущено около 1,6 млн. куб. м товарного бетона

- **"Н-Бетон", Самарская область» г. Тольятти** Сравнительно молодое предприятие, которое смогло выйти на большие объемы производства, благодаря новейшему европейскому оборудованию. Предприятие выпускает бетон и цементный раствор.
- **«Норд-Вест бетон", г. Санкт-Петербург** Производства бетона основано на использовании высококачественного цемента фирм «Сланцевский цемент» и ЗАО «Метаким».
- **Бетонный завод "ВЕСТА-СФ", г.Москва** Предприятие имеет европейское оборудование «Liebherr», позволяющее выпускать высококачественный бетон, соответствующий современным требованиям строительных компаний. Обладает отличным автопарком спецтехники, оснащенной бетонными смесителями TIGARBO.
- **«ПКФ Стройбетон» г. Королев, Московская область** Крупнейший российский производитель бетона высокого качества, обладающий разрешением Мостовой инспекции использовать свою продукцию для строительства транспортных объектов. Компания имеет собственную лабораторию, позволяющую осуществлять контроль сырья, поступающего на производство, а также тестировать качество готовой продукции.
- **Бетон от РБУ-1, г. Волгоград** Производит высококачественный бетон и растворы и осуществляет поставку на территории Волгоградской области при помощи спецтранспорта с объемом бетоносмесителей до 8м³.
- **СК «Метеорит», г. Екатеринбург** Мощность производства 80м³ в час. Новейшее оборудование позволяет выпускать горячий бетон для работы в зимний период с температурой до 40 градусов.
- **ООО «Стройиндустрия», г.Самара** Мощность завода составляет 100м³ летом и 80м³ в час в зимнее время года. Обладает двумя смесительными установками: отечественной – БСУ-30 и импортной COBRA-100
- **Комбинат Клинстройдеталь, г. Клин, Московская область**
Выпускает широкий ассортимент строительной продукции, в том числе бетон.

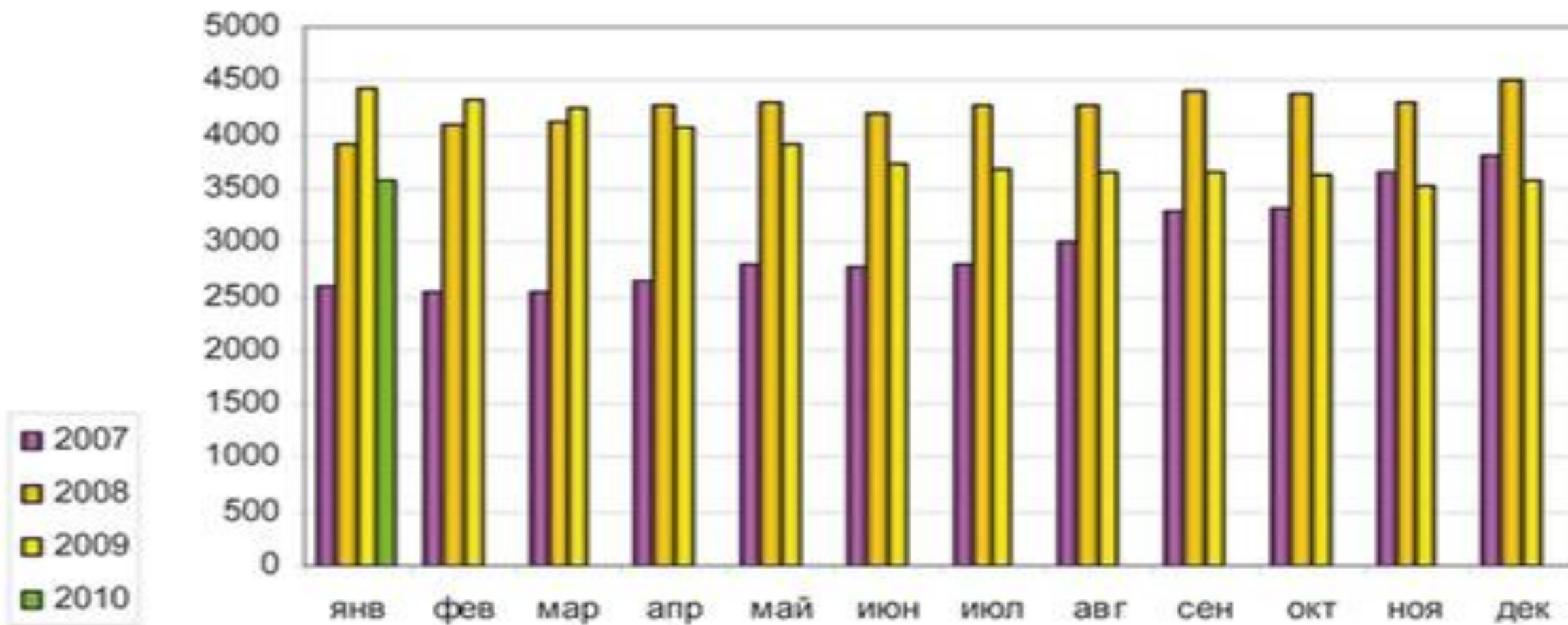
Средняя цена конструкций и деталей КПД, руб./м3 (цена производителя без НДС и доставки)



Средняя цена товарного бетона, руб./м3 (цена производителя без НДС и доставки)



Средние цены покупки бетона строительными предприятиями, рублей за 1 м³.



Российская специфика

Россия в настоящее время это, пожалуй, самая строящаяся страна в мире с большими территориями и огромной потребностью в жилье. Поэтому на отечественном строительном рынке востребованы все современные технологии строительства и изготовления сборного железобетона.

На сегодняшний день в первую очередь востребовано жилье, доступное для среднего потребителя, чтобы его строить, необходимо развивать изготовление готовых конструкций в заводских условиях. 70 % действующих заводов КПД и ЖБИ — это предприятия с оборудованием 80-х годов, устаревшим и изношенным. При этом заводы КПД имеют узкую направленность на выпуск старых серий домов. Для оздоровления ситуации в строительной отрасли необходимо реализовать целый комплекс мер, среди которых:

- реструктуризация существующих строительных предприятий;
- строительство новых современных комбинатов и заводов в регионах, где планируются массовые застройки;
- освоение машиностроительными компаниями производства современных технологических линий (в т. ч. через создание совместных предприятий);
- разработка проектными институтами новых, более технологичных серий зданий и сооружений КПД.

Реализация этого комплекса мер невозможна без поддержки государства, поэтому самый главный фактор успешного решения вопроса строительства социально-доступного жилья — это государственное кредитование — так называемые «длинные кредиты», т. е. выделяемые на начальной стадии строительства (реконструкции) предприятия, с получением дивидендов готовым жильем.

Однако, помимо решения, безусловно, главного финансового вопроса, очень важно правильное определение номенклатуры выпускаемой продукции. Только после этого можно достаточно эффективно подобрать технологические линии и, соответственно, осуществить подбор технологического оборудования.

Проблемы производителей

бетона

Рынок бетона характеризуется неоднородностью и высокой конкуренцией.

Отсутствует информационная обеспеченность производителей бетона.

Изменения в нормативных документах выполняют в основном функцию корректировки документированных процедур.

На рынке присутствуют фирмы-однодневки с низким уровнем профессионализма. Эта ситуация сложилась после принятия поправок в Градостроительный Кодекс РФ (с 1.01. 2007 года отменен контроль органами Госстройнадзора (ГСН) предприятий стройиндустрии). Мотив для внесения поправок был, на первый взгляд, благородный – надо освободить бизнес от лишней административной нагрузки. Это привело к резкому снижению качества производства бетона на рынке.

Усугубляет ситуацию порочность созданной системы строительных тендеров, где начальная реальная цена строительства (основанная на проекте и сметах) снижается иногда в 2 раза.

Строители экономят на всем, в том числе и на лабораториях, призванных осуществлять входной контроль строительных материалов, такая ситуация не в пользу производителя качественного бетона. Предложения Союза о создании Реестра проверенных производителей бетона не встретило поддержки у московских чиновников, яко бы это - нарушение закона о конкуренции.

На качество бетонной продукции влияют факторы, связанные с *сырьевой составляющей*:

- Фактическое качество заполнителей не соответствует сертификатам и паспортам.
- Появление полукустарных производств добавок с сомнительным качеством продукта.
- Цементный коктейль при поставке с цемэлеваторов.

и *профессиональной составляющей*:

Отсутствие системы подготовки кадров в отрасли , соответствующих новым требованиям. Резкое сокращение научных кадров.

Уменьшение количества учебных центров переподготовки специалистов отрасли. Ограничение притока молодых ученых. Развал отечественной строительной науки, сокращение количества научных институтов, реорганизация научной строительной базы страны

Применение бетонов марок выше М800 (класс В60)



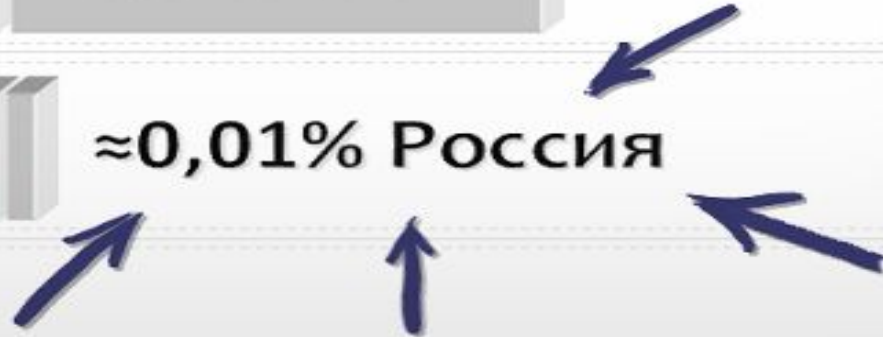
11% Норвегия



8% США



≈0,01% Россия



Подвижность бетона

Подвижности разделены также на 4 группы: низкие (П1), средние (П2-П3), высокие (от П4) и сверхвысокие (самоуплотняющийся бетон).

- Подвижность П1 распространена слабо, среди всех стран наиболее популярны там же, где и низкие марки: Чехии (по 21%) и Ирландии (по 17%). Можно сделать вывод, что в этих странах наибольшая доля дорожного строительства (низкий класс и низкая подвижность) в общем объеме производимого бетона. В Словакии доля бетона П1 снизилась в 3 раза с 18% до 6%, а доля низких марок осталась на уровне 17%.
- Средняя подвижность (П2, П3) - наиболее популярная в большинстве государств (55% в среднем по всем странам), среди лидеров производства - в Германии (77%) и Франции (69%).
- Высокая подвижность (П4, П5) распространена в Израиле (95%), Испании (92%), Италии (88%), Турции (58%). В качестве данных по России НИИЖБ предоставил цифру в 80% заливок с применением смеси подвижностей П4 и П5,
- Высокая доля самоуплотняющегося бетона (СУБ) - в Дании (30%). В остальных странах он распространен мало: по 4% - в Норвегии и Японии, в остальных странах - менее 3%, Швеция - доля СУБ составляла 7%

Немецкие ученые работают над превращением нового сверхпрочного бетона в стандартный материал для массового строительства. Координатором программы, на реализацию которой Немецкий фонд научных исследований выделил 9 млн. евро, выступает Университет Касселя, участвовавший в разработке инновационного бетона.

Михаэль Шмидт (проф. Университет Касселя) - бетон ультравысоких технологий (UHPC, Ultra High Performance Concrete). Отличается тем, что предел его прочности при сжатии разнится с традиционным бетоном в 7—10 раз и примерно равен тому, что имеет сталь, поэтому для него требуется значительно меньше стальной арматуры.

В конструкциях с одинаковой нагрузочной способностью UHPC необходимо в два раза меньше, чем обычного бетона.

Франц-Йозеф Ульм (проф. Массачусетского технологического института (США)), говорит, что для производства бетона UHPC нужно в три раза больше цемента, чем для обычного.

По мнению Шмидта, применение “UHPC не обязательно дороже, поскольку уменьшаются общие затраты на строительство, не говоря уже о балансе расходов из расчета всего срока службы. Т.к. UHPC абсолютно непроницаем для газов и воды; влажность, соль и агрессивные газы практически не проникают в его капилляры. Такая структура защищает UHPC от разрушения временем, а арматурную сталь — от коррозии. Высокая плотность и твердость последней модификации UHPC объясняется прежде всего оптимальным распределением частиц цемента, молотого кварцевого песка, сверхмелкой летучей золы из фильтров электростанций, гранулированного доменного шлака и синтетического диоксида кремния, подобного кварцу.

Его возможности доказаны постройкой моста в Кентукки, в котором толщина несущего бетонного слоя составляет лишь 7,5 см вместо обычных 25 см. С применением UHPC уже построены здания в Айове и Виргинии (США), Квебеке (Канада) и во Франции. В Германии первый мост из UHPC длиной 140 м и шириной 5 м, получивший название Гертнерплац, построен в 2007 г. в Касселе.

Применение UHPC невозможно без высочайшей культуры производства начиная от изготовления до укладки на стройплощадке, а это требует подготовленного персонала и соответствующего технологического обеспечения.

Сложности из-за того, что, по мнению специалистов Технологического университета в Грэнце (Австрия), UHPC

О новых бетонах

В современном строительстве применяется более тысячи различных видов бетона, и технологии производства продолжают совершенствоваться. Появились и получили широкое распространение эффективные вяжущие, модификаторы для бетонов, активные минеральные добавки и наполнители, армирующие волокна, новые технологические приемы и методы получения строительных композитов. Все это позволило не только создать и освоить производство новых видов бетона, но и значительно расширить номенклатуру применяемых в строительстве материалов: от суперлегких теплоизоляционных (менее 100 кг/м³) до высокопрочных конструкционных (с прочностью на сжатие свыше 200 МПа).

Разработка специальных цементов для особо высокопрочных бетонов и новые технологии позволяют значительно увеличивать прочность конструкций. Получены так называемые DSP-композиты (уплотненные системы, содержащие гомогенно распределенные ультрамалые частицы). Они включают специально подготовленные цементы, микрокремнезем, заполнители и микроволокна, которые за счет специальных технологических приемов при В/Ц=0,12-0,22 позволяют достичь прочности 270 МПа при высокой стойкости к коррозионным воздействиям и истиранию.

Современный уровень технологии позволяет представить концепцию развития бетонов:

- Высокие физико-технические характеристики бетонов: класс по прочности B40...B80, низкая проницаемость (эквивалентная маркам W12...W20), низкая усадка и ползучесть, повышенная коррозионная стойкость и долговечность, т.е. характеристики, сочетание которых или преобладание одной из которых обеспечивает высокую надежность конструкций в зависимости от условий эксплуатации;
- Доступная технология производства бетонных смесей и бетонов с вышеуказанными характеристиками, основанная на использовании традиционных материалов и сложившейся производственной базы

Основной путь реализации концепции:

- Внедрение различных приемов модифицирования бетонов с использованием более совершенных и технологичных материалов и модернизацией способов переработки.

В качестве модификаторов должны быть использованы смесевые композиции из традиционных добавок в новых отпускных формах или специально синтезированные органические продукты.

- Применение цементов оптимального гранулометрического состава.
- Внедрение приемов гидромеханохимической активации бетонных смесей.

В настоящее время востребованы различные технологии изготовления железобетонных изделий:

- агрегатно-поточная (изготовление ж/б изделий путем формования в отдельных металлических формах и перемещаемых поточным методом с помощью агрегатов с последующим прогревом в ямных или щелевых камерах);
- метод использования индивидуальных «столов-подъемников» (основан на формовании изделий на неподвижных столах, прогреве с помощью механизма подъема-вертикального съема изделий).
«Стол-подъемник» представляет собой двухслойную (с внутренней пустотой для прогрева) металлическую плиту размером 12х4 метра, служащую для формования плоскостных и вертикальных ж / б элементов. При помощи модульных гидроцилиндров плита поднимается в вертикальное положение, и изделие снимается вертикально. С одной стороны, функции опалубки на этой плите выполняет металлический борт, а с другой — монтируется к нему бортоснастка из ламинированной фанеры;
- «карусельная технология», с использованием форм (столов), передвигающихся по роликоопорам и с помощью лифта-подъемника устанавливаемых в прогревочные камеры (фирмы Ebawe, NUSPL).
Подвижной опалубкой является плита (паллета), размером 12,5х3,7 м, передвигающаяся от поста к посту при помощи подвижных роликоопор. Благодаря использованию сменных магнитных бортов выстраивается опалубка, позволяющая формовать в таких формооснастках стеновую панель. Возможно изготовление как однослойных панелей, так и трехслойных с утеплителем. Прогрев осуществляется в специальных камерах. Подача паллет — через лифт-подъемник

- вертикальное формование в кассетах.

Кассеты вертикального формования изделий состоят из металлических листов с тепловыми рубашками, подвешенными на раму через ролики. Они подвижны и при помощи гидроцилиндров сдвигаются в сторону. На одной кассете может формироваться до десяти изделий: внутренние стеновые панели, плиты перекрытия монолитные, стены шахт лифтов, и т. д

За последние 5 – 6 лет большинство предприятий стройиндустрии произвело полную или частичную модернизацию оборудования. Построено несколько крупных заводов по производству строительных материалов, товарного и конструкционного бетона.

Сегодня на многих предприятиях бетонной промышленности проводятся работы по оптимизации производственных затрат, повышению производительности труда и качества продукции. Именно эти направления становятся наиболее важными для сохранения конкурентоспособности предприятия, поскольку в обозримом будущем трудно ожидать серьезных инвестиций в строительную промышленность. Актуально внедрение новых технологий в производство товарного и конструкционного бетона, экономия стройматериалов, и, прежде всего, цемента, как наиболее дорогостоящего из них.

Полный или частичный отказ от цемента, использование силикальцитных, шлакощелочных, сульфатно-шлаковых, шлакоглиноземистых, зольно-шлаковых, комбинированных гипсовых вяжущих требует создания современных технологических линий и серьезных капиталовложений



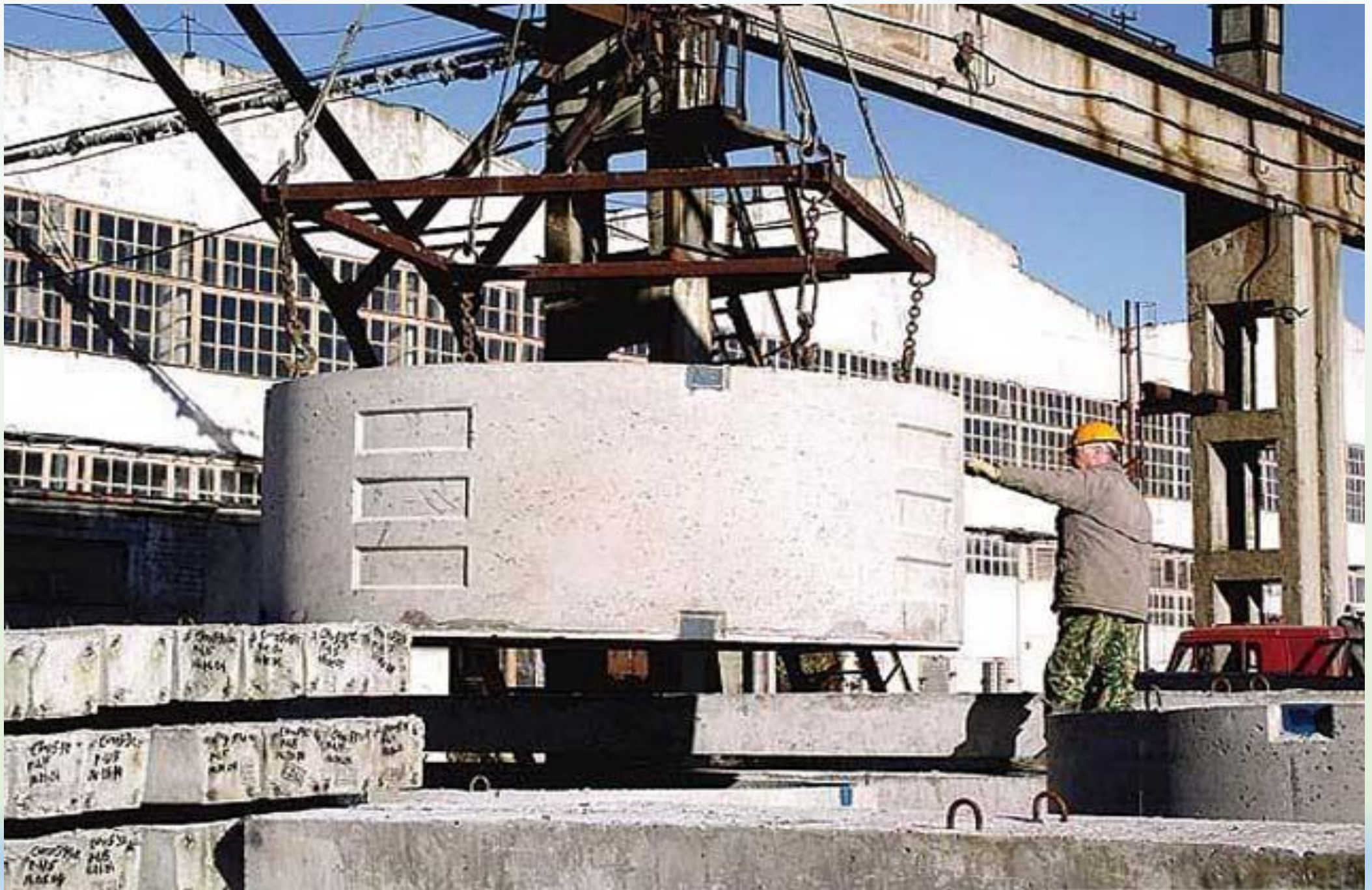












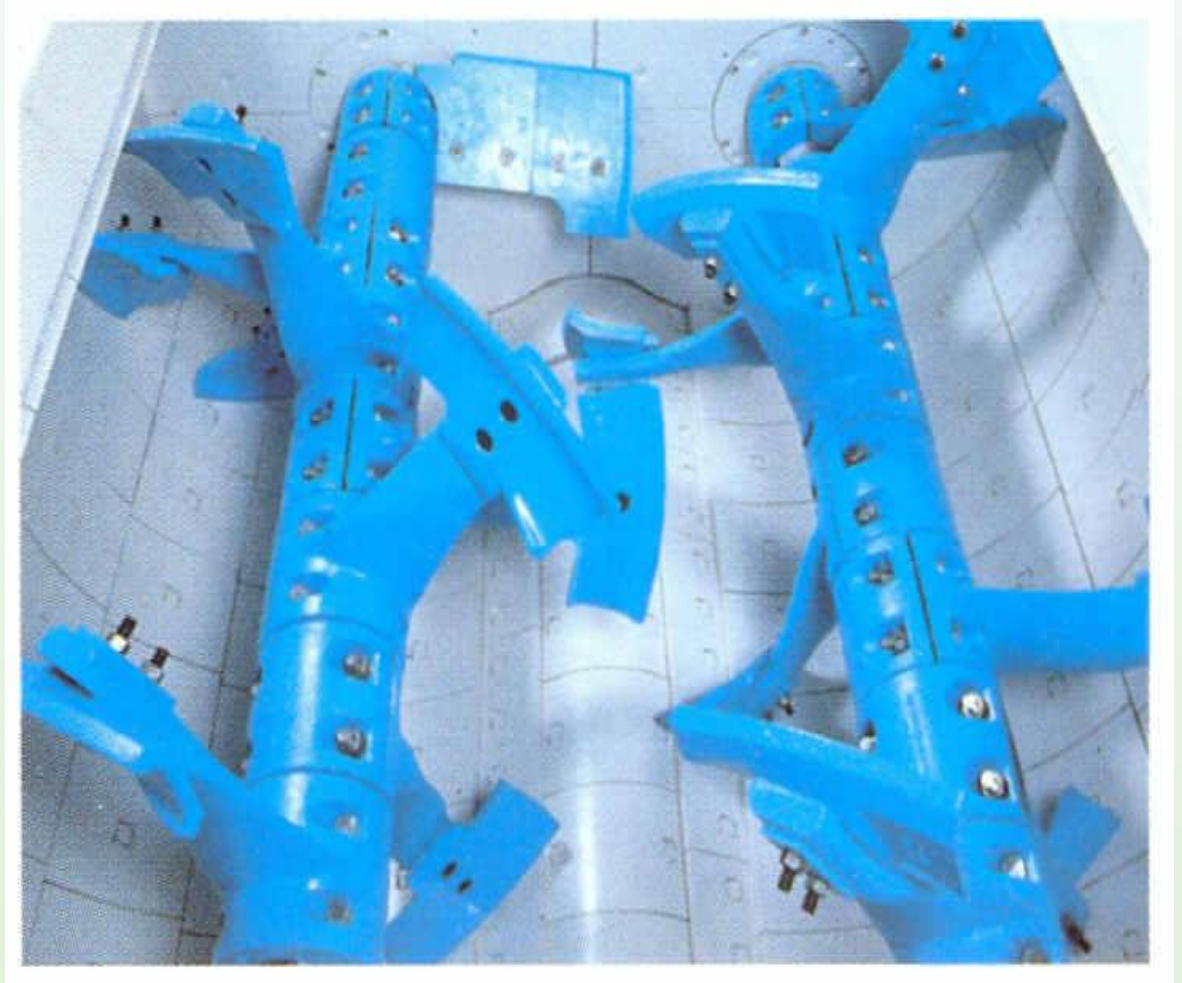
Главное требование к бетоносмесительному оборудованию — обеспечение качественного приготовления бетонной смеси. Чем быстрее, но при этом качественно, перемешана бетонная смесь, тем выше ценится такое оборудование. Совокупность скорости подачи инертных материалов, точности их дозировки и определения водоцементной составляющей, для проектной марки бетона, определяют выбор бетоносмесительного оборудования.

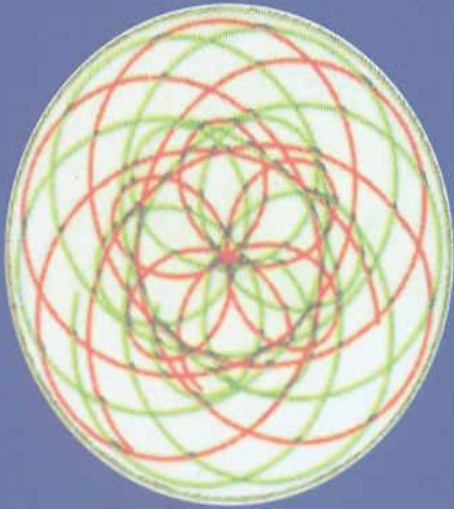
Производство высокотехнологичных бетонов с повышенным содержанием тонкодисперсных частиц и пониженным содержанием воды и пластификаторов требует комплексного подхода, охватывающего рецептуру, смесительную технику, а также реологические свойства готовой бетонной смеси. При помощи соответствующего регулирования процесса смешивания, опирающегося на принципы реологии, качество бетонных смесей может быть улучшено, а свойства высокотехнологичных бетонов оптимизированы.

Основное внимание обращают на тип смесителя, продолжительность перемешивания замеса.

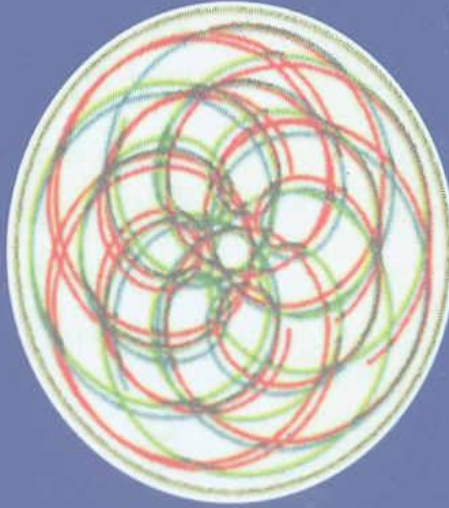


HPGM		375	500	750	1125	1500	1875	2250-1	3000	3750	4500
	Ltr/L	375	500	750	1125	1500	1875	2250	3000	3750	4500
	kg	700	900	1100	1800	2200	2800	3300	4500	5500	auf Anfrage/ upon request
	kW	4	5,5	7,5	11	15	15	18,5	22	30	auf Anfrage/ upon request
	m/sek	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	auf Anfrage/ upon request
	mm	12	12	12	12	12	12	16	18	18	auf Anfrage/ upon request
	kg	900	950	1100	1400	1700	1700	1800	2500	2700	auf Anfrage/ upon request





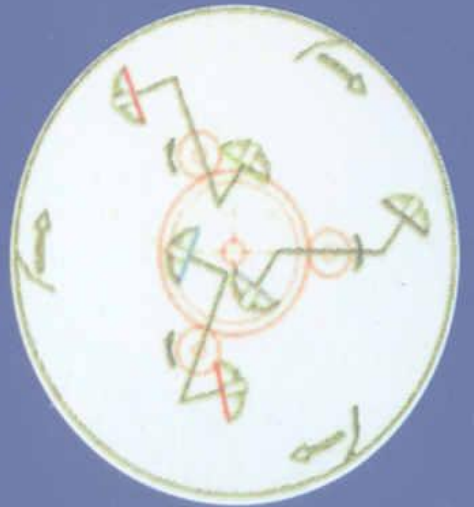
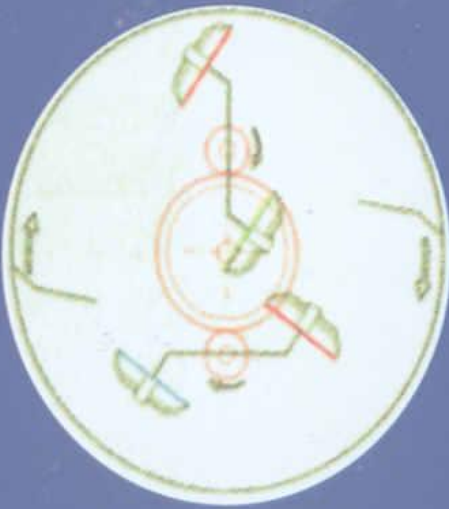
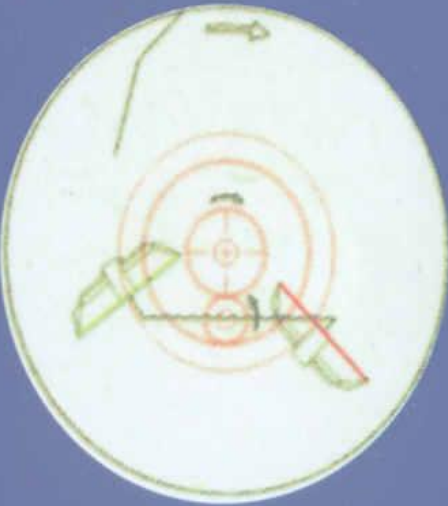
HPGM 375-1125 L



HPGM 1500-2250 L



HPGM 3000-4500 L





Лучшее смешивание происходит в коническом смесителе. В коническом смесителе стандартный смесительный инструмент обеспечивает движение смеси по вертикали. Оптимизация смесительного инструмента (который следует адаптировать к конкретным задачам), в частности, в нижней части емкости, позволяет значительно улучшить диспергирование мелких компонентов смеси. Перейдя от обычного режима к интенсивному режиму эксплуатации, можно существенно сократить время замеса за счет передачи смеси большей энергии.

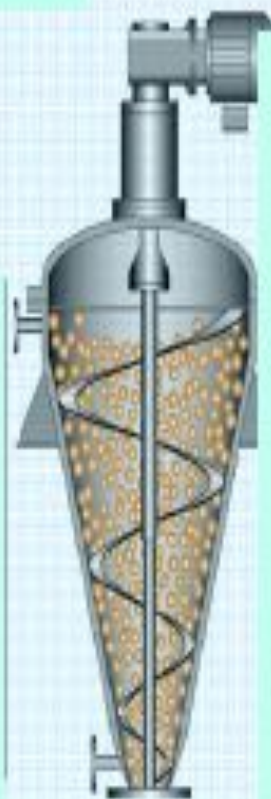
Альтернативы?

Конический шнековый смеситель



Общий признак:
Смесительная емкость имеет форму конуса

Различия:
Смесительные инструменты



Конический планетарный смеситель

Возможность дооснащения существующих смесителей ?



Смеситель планетарного типа

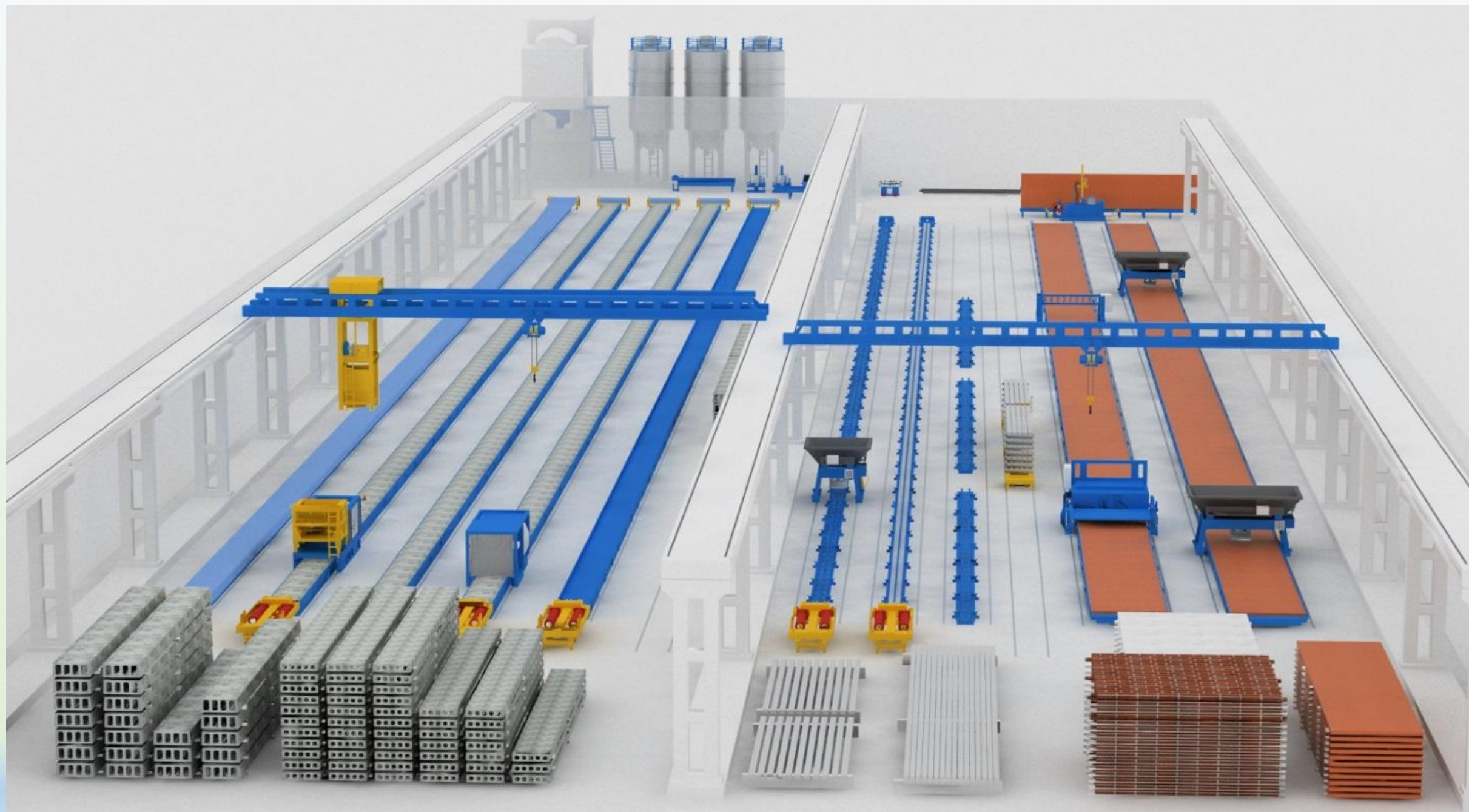


Двухвальный смеситель периодического действия

И т.д.

Современные линии по производству бетонной смеси, как правило, полностью автоматизированы и имеют адресную подачу. К числу лидеров из представленных на нашем рынке производителей относятся фирмы-производители из Германии (Wiggert), Италии (Simem), среди отечественных и стран СНГ — «Бетонмаш» (Украина). Эти компании производят высокоскоростные смесители, двухвальные горизонтального исполнения и планетарные смесители — с выгрузкой на две стороны, с объемом готовой смеси на выходе до 3 – 5 м³ и производительностью до 60 – 100 м³ / час.

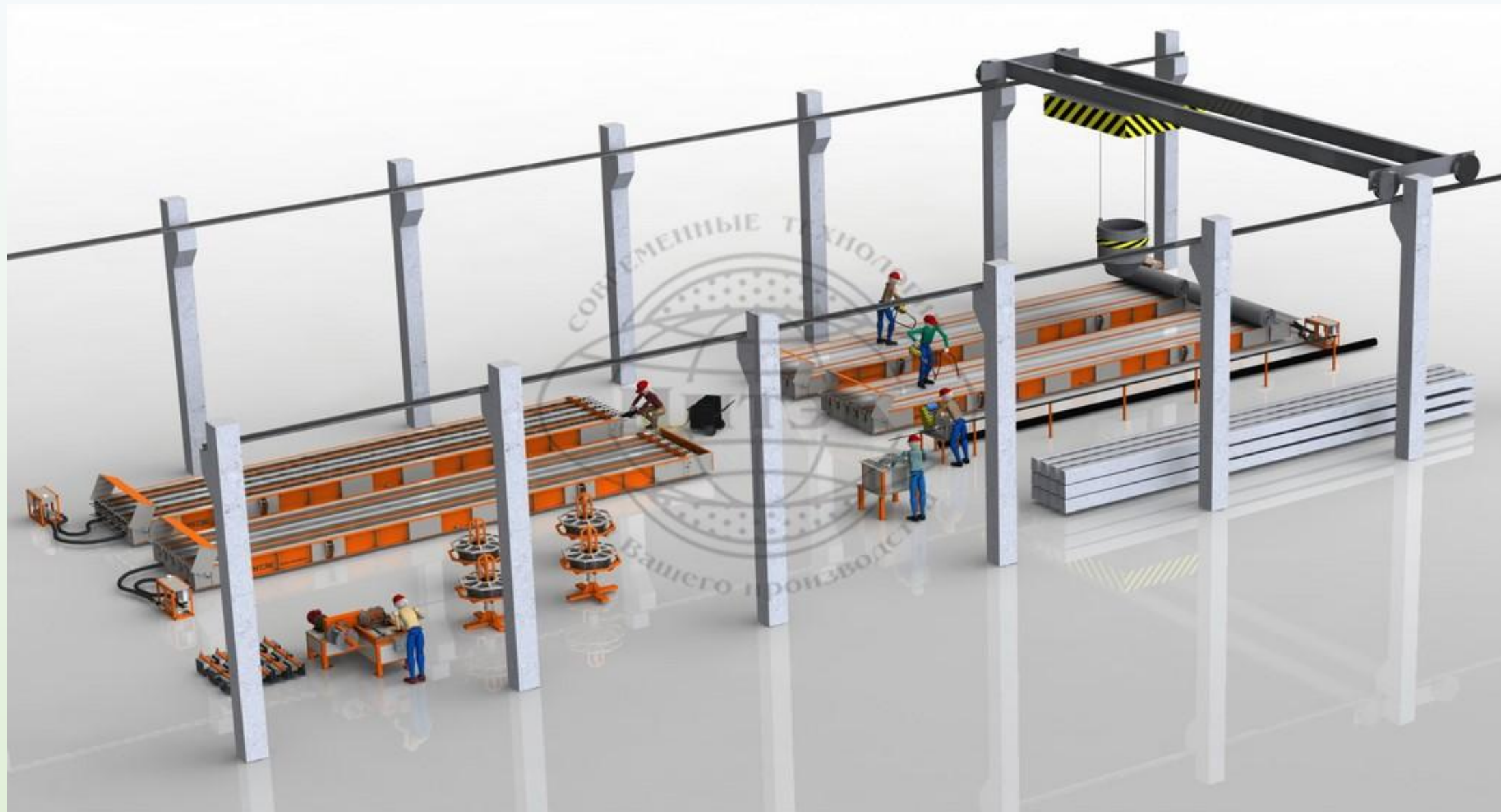












технологическая линия по производству стоек















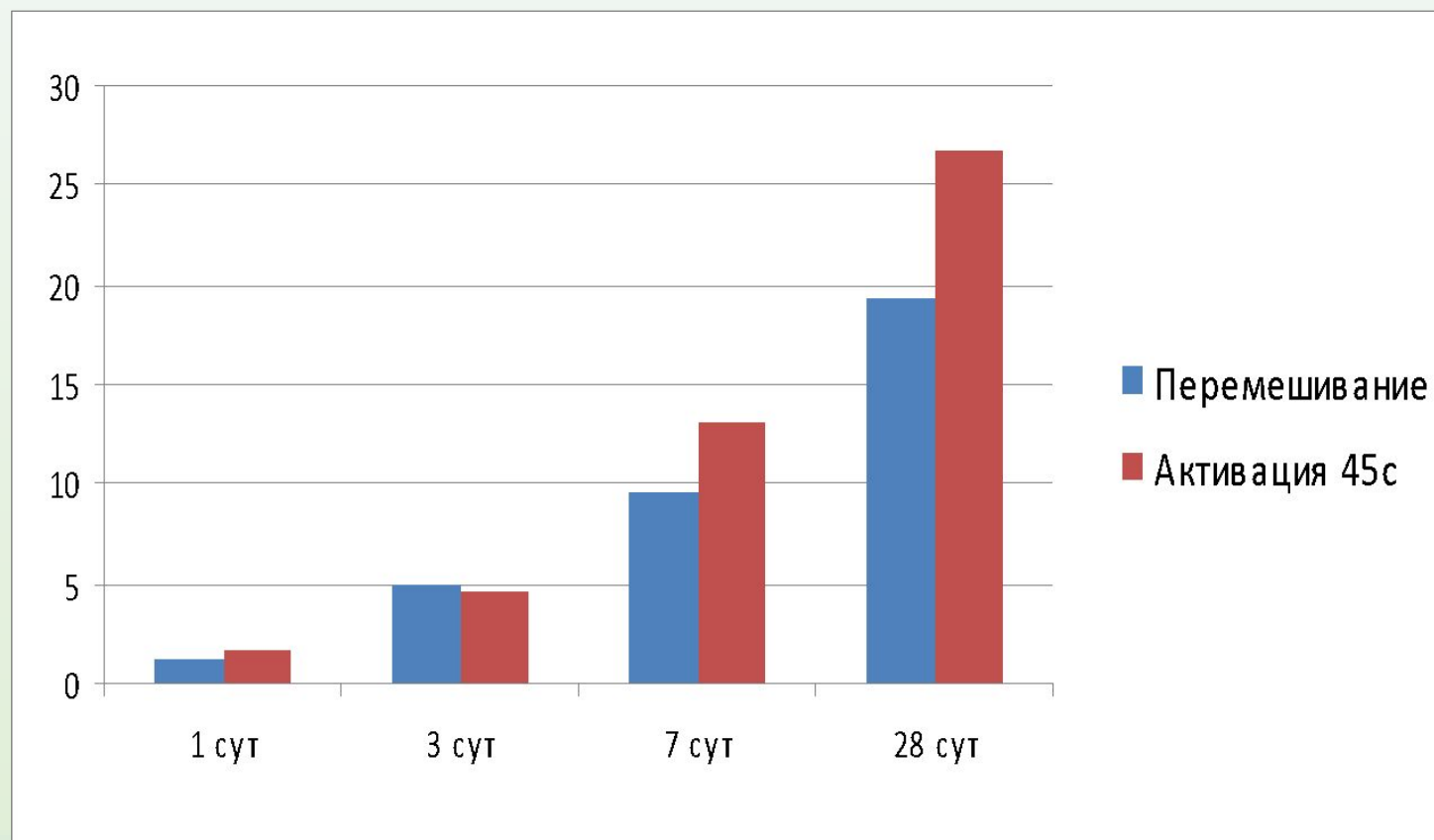




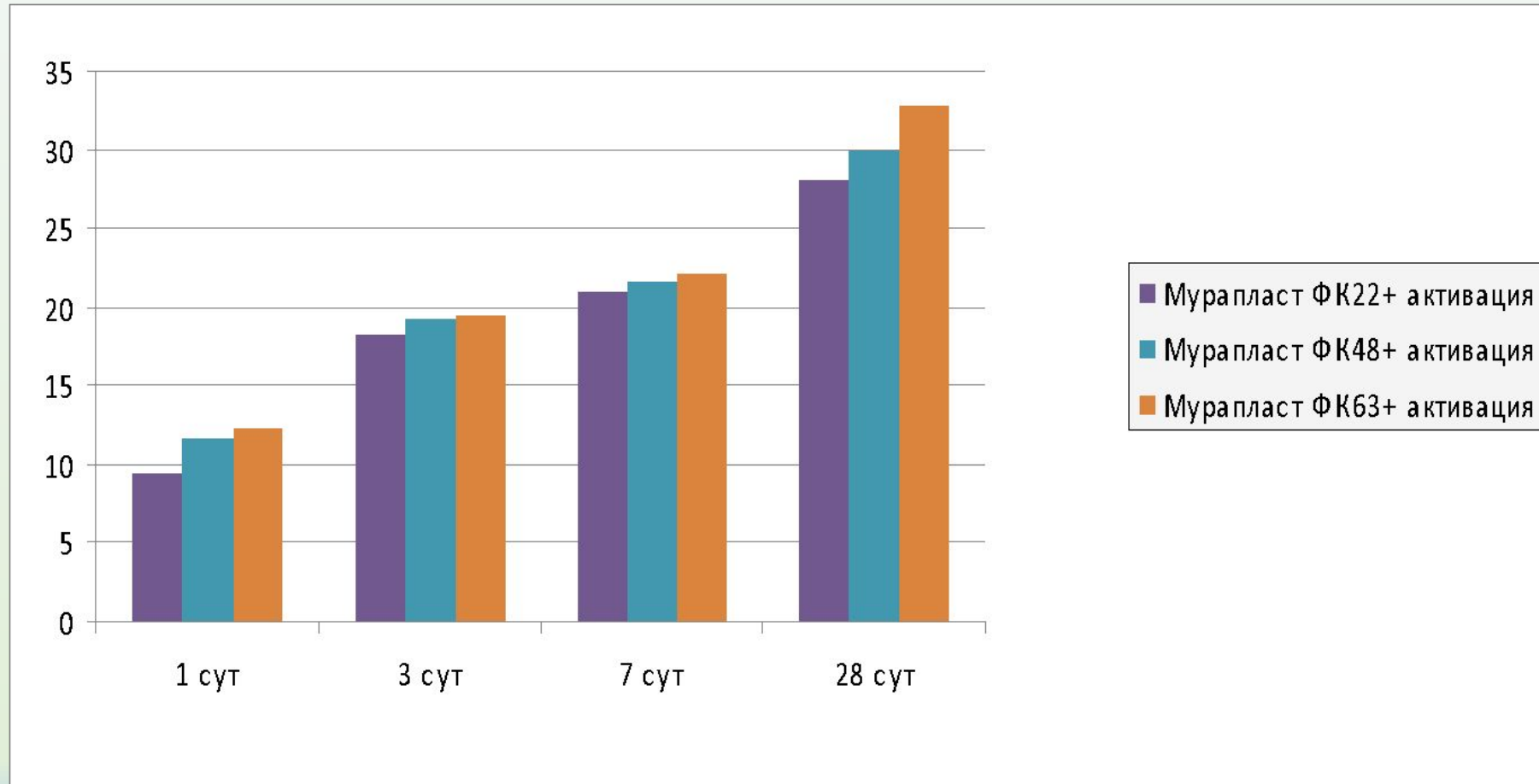




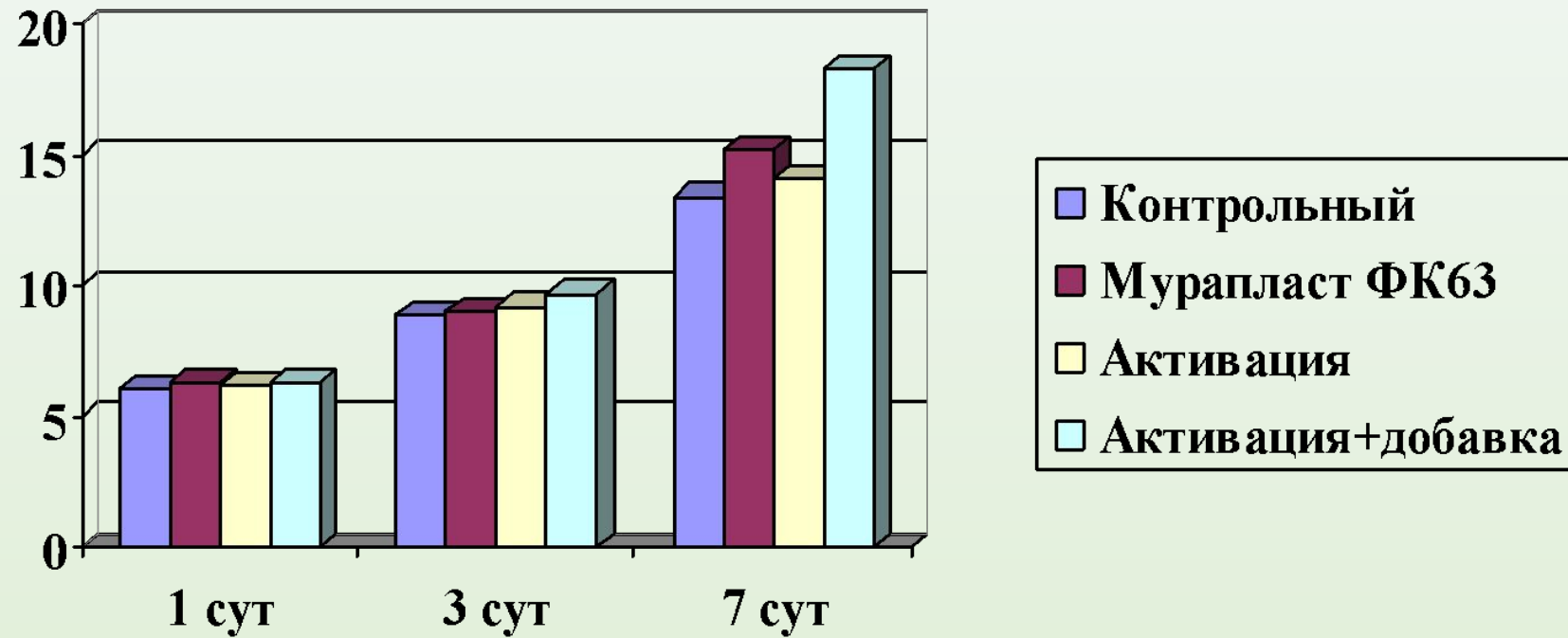
Влияние турбулентной активации на прочность цементно-песчаных растворов



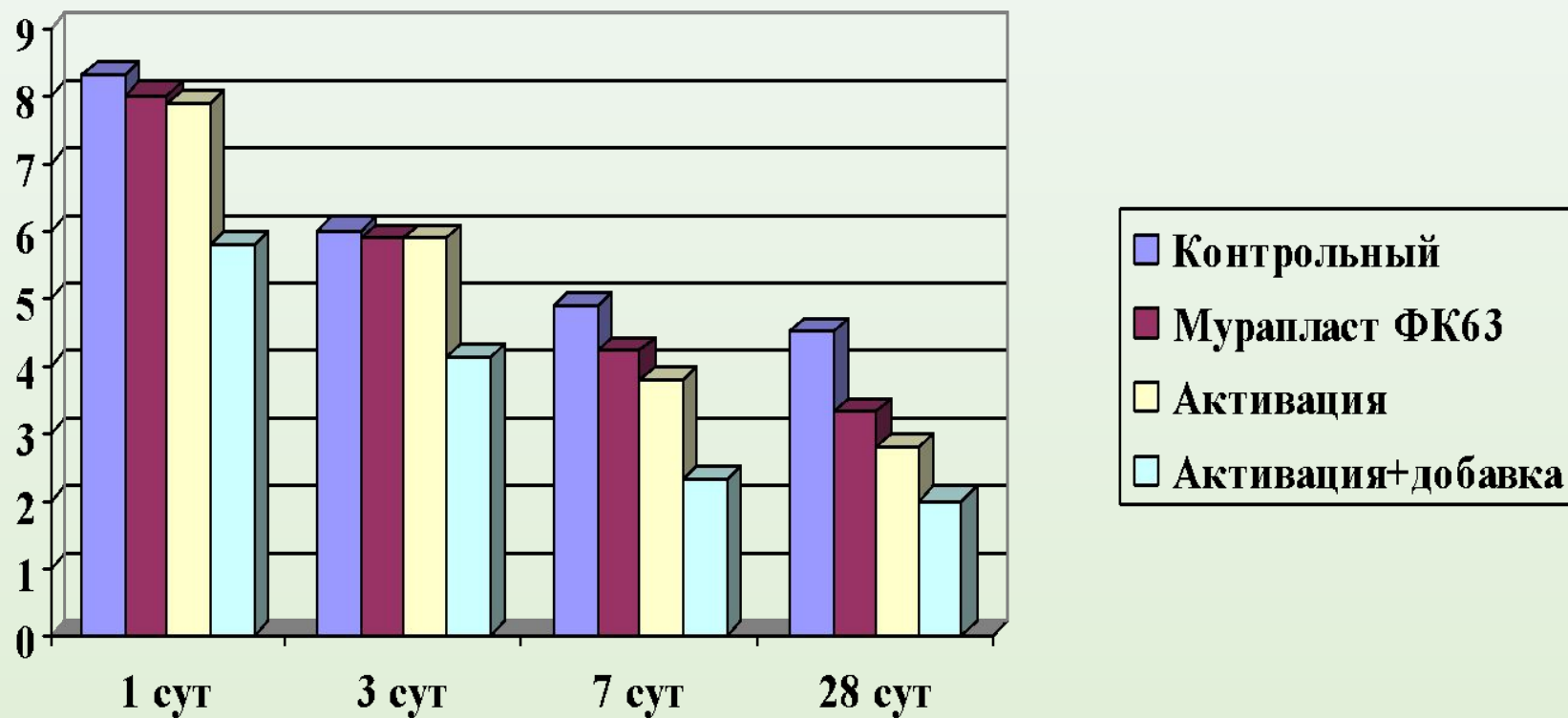
Влияние гидромеханохимической активации на бетон



Влияние активации на прочность бетона



Влияние активации на капиллярную пористость



Макро- и микрокапиллярная пористость:

$$P = W_c / (P_k + P_{м.з.})$$

где, W_c - сорбционная влажность, P_k - открытая капиллярная пористость,
 $P_{м.з.}$ - относительный объем межзерновых пустот (открытых некапиллярных пор)

Интегральная пористость:

$$P_o = \frac{\rho(B / Ц - 0,42\alpha)}{1 + \rho \cdot B / Ц}$$

$$P_k = \rho(B / Ц - 0,23\alpha) / 1 + \rho \cdot B / Ц$$

$$P_z = 0,2 \cdot \alpha \cdot Ц$$

где, P_o - общая пористость цементного камня; P_k - капиллярная пористость;
 P_r - объем пор геля; ρ - плотность цемента; α - степень гидратации.

Влияние дисперсности на активность цемента

Удельная поверхность, см ² /г	Прочность при сжатии в МПа, возрасте				Прочность после ТВО, МПа	Марка цемента
	1	3	7	28		
Исходный ПЦ	11.7	24.7	38.4	48	34.5	400
3960	13.6	30.8	43.4	56	40.5	550
5100	18.6	40.2	50.9	58.6	45.3	550
Шлакопортландцемент с добавкой шлака, состава клинкер : шлак= 50:50						
3050	2.5	8.1	13	29.6	19.6	300
4130	3.9	14.2	19.5	42.5	28.2	400
4960	4.5	17.8	29.5	51.5	30.6	500

Микрокремнезем (МК) - порошок, состоящий из твердых сфер диаметром в среднем 0.1 мкм

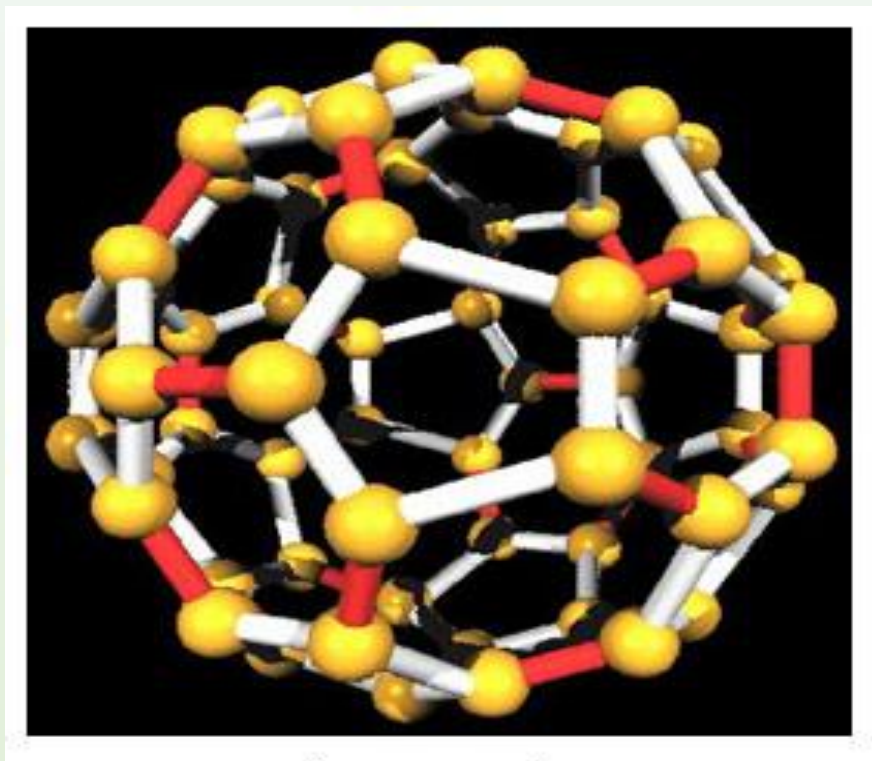
Сравнение удельной поверхности микрокремнезема с портландцементом:

- микрокремнезем 140000-300000 см²/г*
- портландцемент 3000-4000 см²/г*

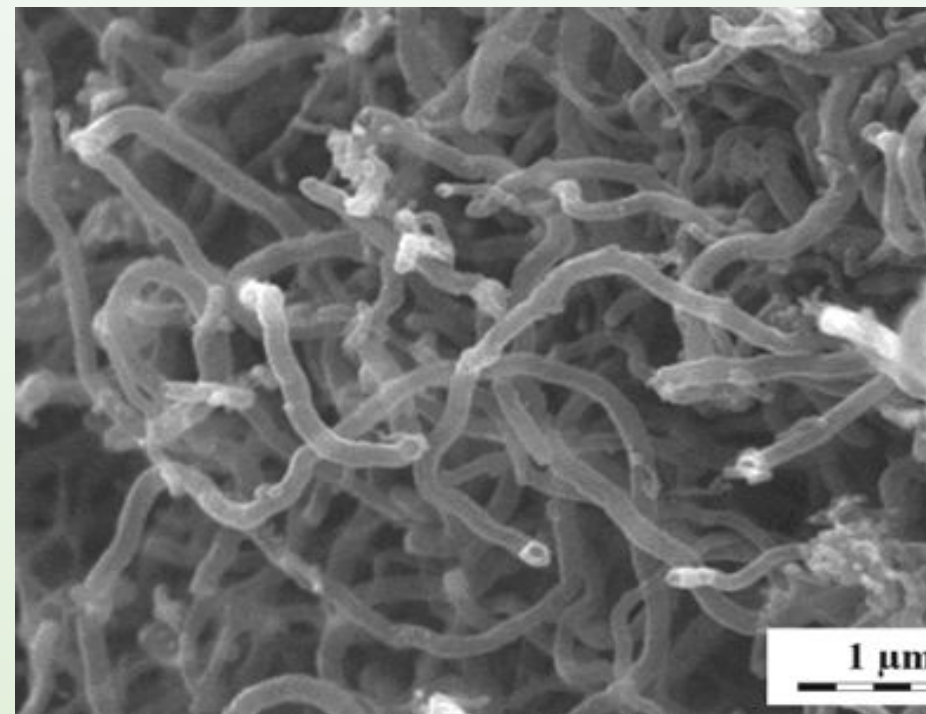
Влияние МК на свойства цементного теста и камня

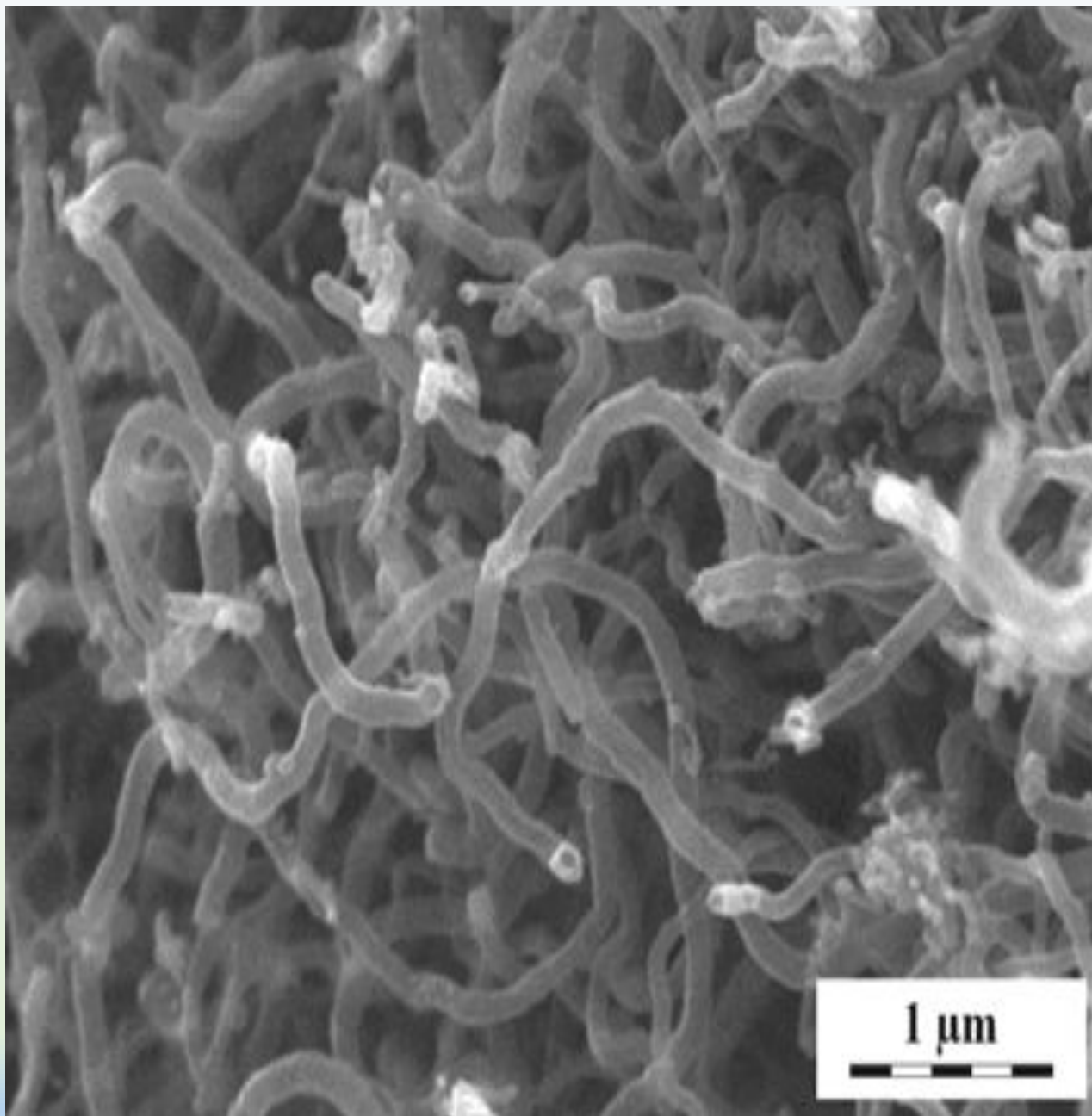
Доля МК, %	Плотность кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа	В/Ц, %
0 (контрольный образец)	2170	38	7.03	28
2.5	2110	40.6	6.56	28

Фуллерен
C₆₀



Электронно-микроскопический
снимок
углеродных нанотрубок

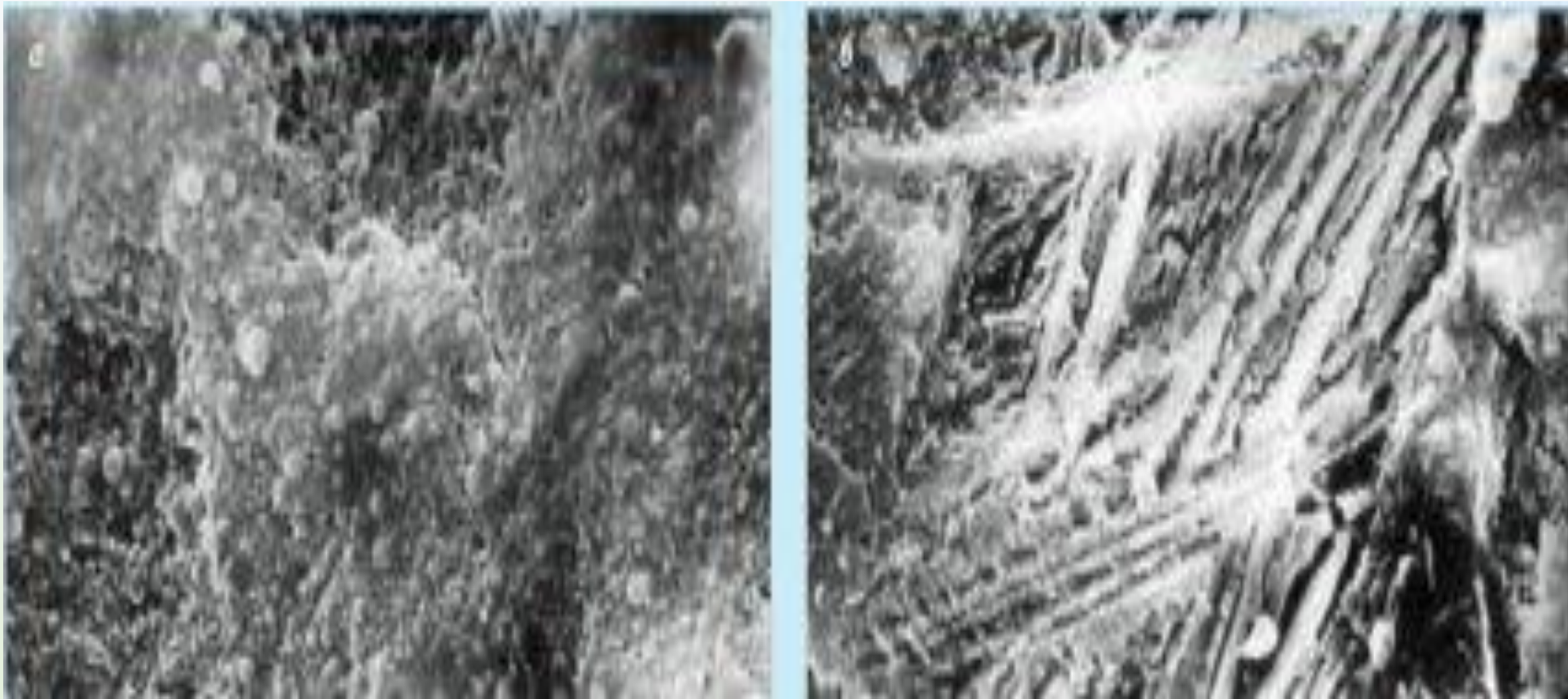




Низкотемпературный каталитический метод получения нового материала - углеродных нанотрубок (УНТ).

Метод основан на превращении углеродсодержащих газовых выбросов (метан, пропан, бутан, оксид и диоксид углерода) в новые композиционные материалы – нанотрубки.

В зависимости от условий проведения процесса диаметр полых углеродных волокон составляет 20-200 нм. Длина дискретных углеродных волокон на несколько порядков превышает их диаметр и составляет 1-7 мкм. Диаметр и длина трубок может варьироваться изменением условий получения. Поверхность образцов нового материала составляет 90-120 м²/г.



Электронно-микроскопическое изображение цементного камня при увеличении 6000х:
а — обычный цементный камень; б — цементный камень после введения нанотрубки

Гранулометрический состав крупного, мелкого заполнителя и смесей заполнителей

№ состава	Номинальный размер (сита с квадратными ячейками)	Количество мелкой фракции, проходящее через каждое контрольное сито (ячейки квадратные, мас. %)													
		100 мм	90 мм	75 мм	63 мм	50 мм	37,5 мм	25 мм	19 мм	12,5 мм	9,5 мм	4,75 мм	2,36 мм	1,18 мм	300 мкм
1	90-37,5	100	90-100	-	25-60	-	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-	-
2	63-37,5	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-	-
3	50-25	-	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
357	50-4,75	-	-	-	100	95-100	-	37-50	-	10-30	-	0-5	-	-	-
4	37,5-19	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-	-	-
467	37,5-4,75	-	-	-	-	100	95-100	-	37-50	-	10-30	0-5	-	-	-
5	25-2,5	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-10	0-5	-	-	-	-
56	25-9,5	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	-	-	-
57	25-4,75	-	-	-	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5	-	-
6	19-9,5	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	0-15	0-5	-	-	-
67	19-4,75	-	-	-	-	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5	-	-
7	12,5-4,75	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	-	-
8	9,5-2,36	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10	0-5	-
89	9,5-1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90-100	20-55	5-30	0-10	0-5
9 ¹	4,75-1,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85-100	10-40	0-10	0-5

Примечание. ¹ Состав 9 относится к мелкому заполнителю. Если он входит в состав крупного заполнителя типа заполнителя состава 8, то образует состав 89 крупного заполнителя.

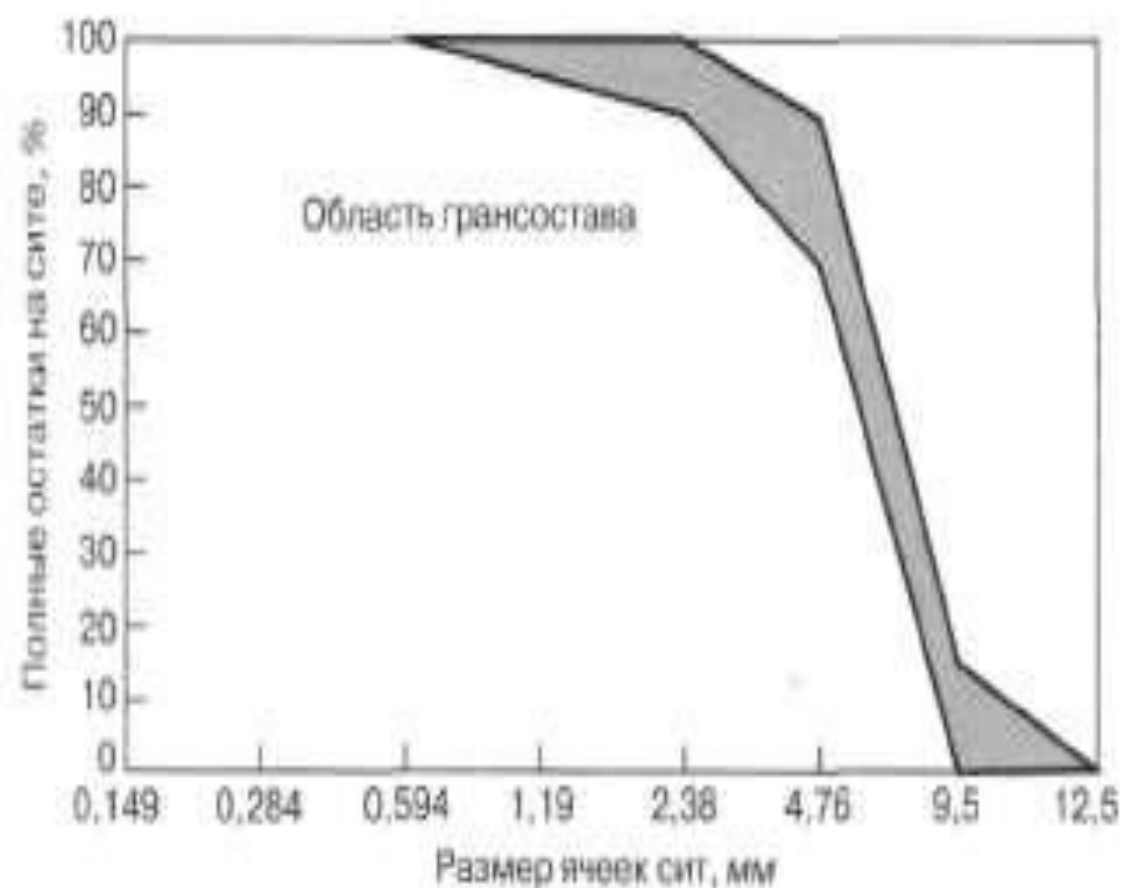


Рис. II.2.3. Область оптимального гранулометрического состава (полные остатки) крупного заполнителя класса В по ASTM для цементно-песчаных бетонов

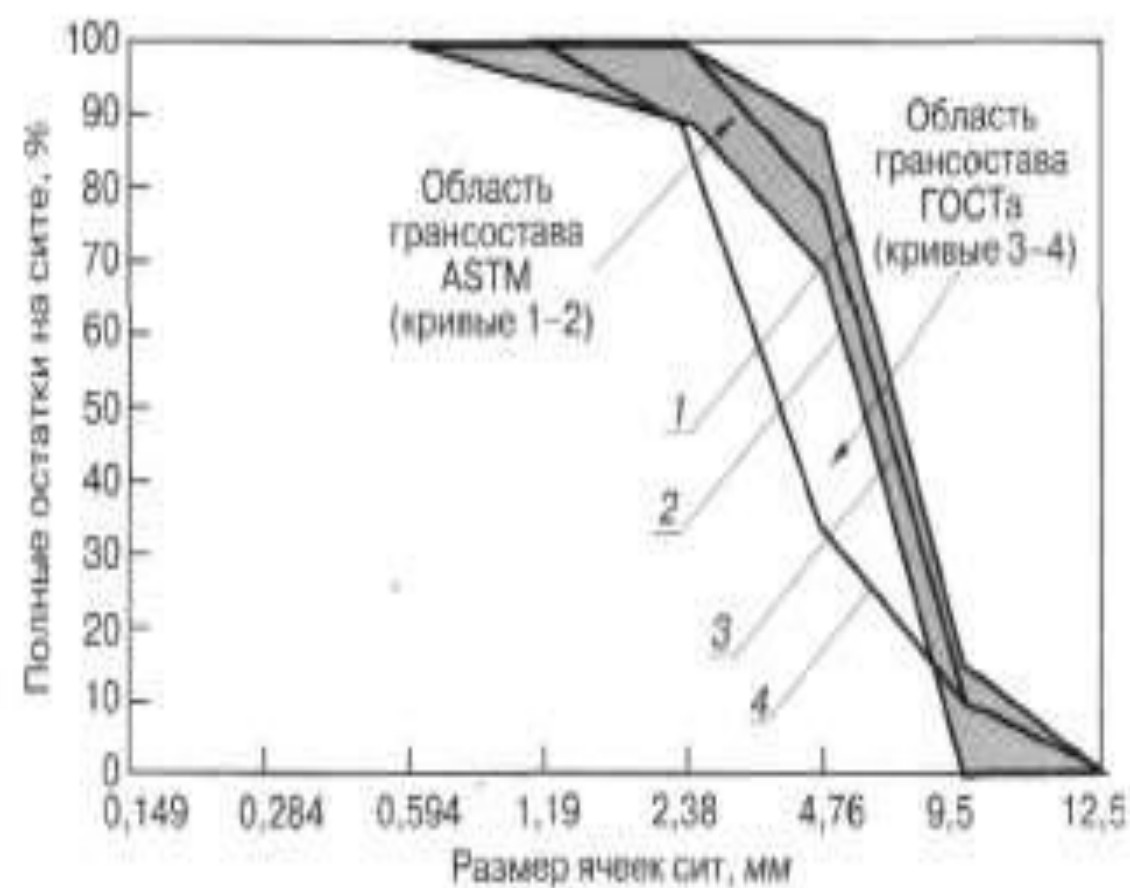


Рис. II.2.4. Совмещенный график гранулометрического состава крупного заполнителя фракции 9,5–10 мм по ГОСТу и ASTM

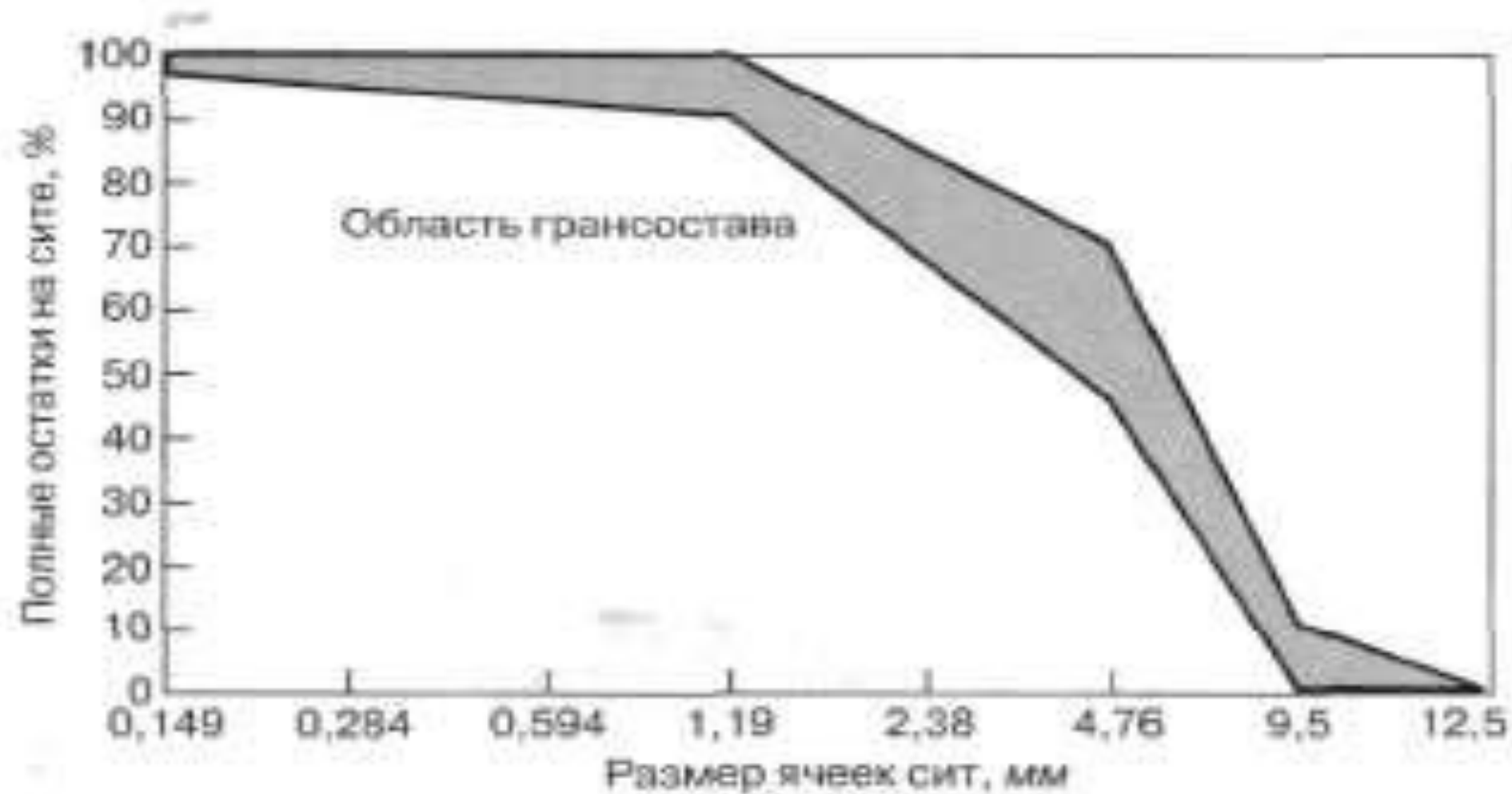


Рис. II.2.5. Область оптимального гранулометрического состава (полные остатки) смеси (89) крупного и мелкого заполнителей для цементно-песчаных бетонов (по ASTM)

Определения подвижности оценивались с помощью метода «Осадки конуса» и «Степень уплотнения».

По осадке конуса в соответствии стандартам EN 12350-2, жесткости по Вебе - EN 1350-3, по степени уплотнения - EN 1230-5 или ГОСТ 10181-2000.

Содержание цемента и водоцементное отношение. Необходимо иметь сведения о расходе цемента, воды, мин. добавок. При определении В/Ц расчет на основе результатов измерений массы вводимого цемента и эффективного содержания воды. При определении эффективного содержания воды, следует учитывать воду адсорбированную плотным заполнителем, следует определять в соответствии с EN 1097-6

Содержание воздуха. Для обычных бетонов содержание воздуха определяется в соответствии с EN 12350-7.

Содержание воздуха нормируется по минимальному значению. Верхнее значение содержания воздуха равно минимальному, плюс 4% для всех нормируемых значений.

Максимальный размер заполнителей. Определения максимального размера заполнителей в бетонной смеси следует пользоваться стандартом EN 933-1.

Прочность стандарт EN 12390-1, плотность EN
12390-7

Бетонная смесь

Класс	ОК, мм
S1	10 ...40
S2	50...90
S3	100 ...150
S4	160 ...210
S5	>220

Марка	Степень уплотнения
CO	>1,46
C1	1,45 ...1,26
C2	1,25 ...1,11
C3	1,10... 1,04

Класс	Жесткость по Вебе, сек
VO	> 31
VI	30...21
V2	20 ...11
V3	10. ..6
V4	5...3

Марка	Распływ, диаметр, мм
F1	>340
F2	350 ...410
F3	420 ...480
F4	490...550
F5	560. ..620
F6	>620

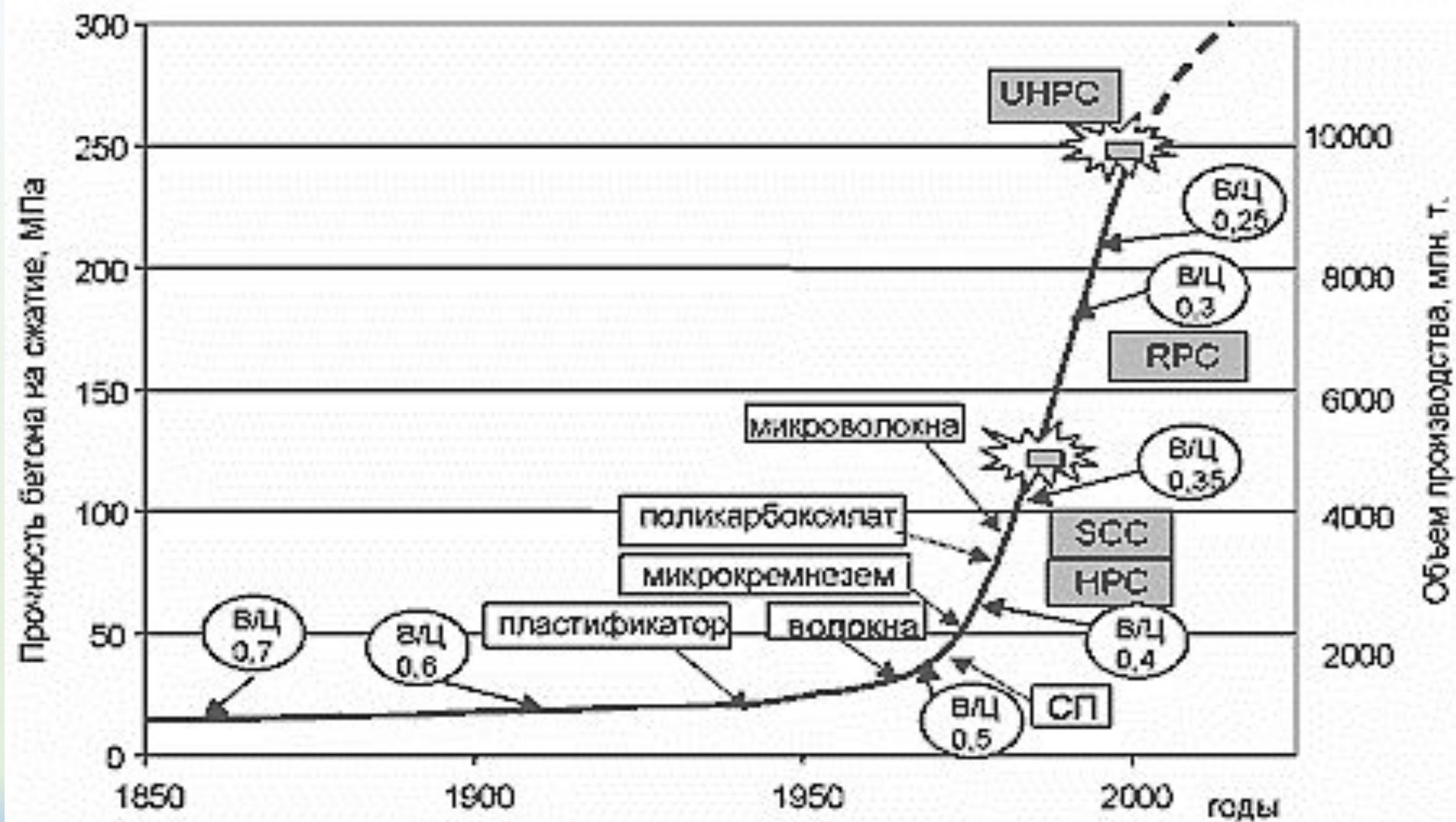
Марка бетона	Прочность, МПа	
	цилиндры	кубы
С 8/10	8	10
С 12/15	12	15
С 16/20	16	20
С 20/25	20	25
С 25/30	25	30
С 30/37	30	37
С 35/45	35	45
С 40/50	40	50
С 45/55	45	55
С 50/60	50	60
С 55/67	55	67
С 60/75	60	75
С 70/85	70	85
С 80/95	80	95
С 90/1 05	90	105
С 100/1 15	100	115

Заполнители занимают в бетоне до 80% объема и оказывают влияние на свойства бетона, его долговечность и стоимость. Жесткий скелет из высокопрочного заполнителя увеличивает прочность и модуль деформации бетона, уменьшает деформации бетона под нагрузкой, а также ползучесть бетона -необратимые деформации, возникающие при длительном действии нагрузки. На ряду с механической прочностью и долговечностью крупного заполнителя его фракционный состав определяет ряд основных свойств бетона. Нормативной документацией регламентируется применение щебня определенной фракции.

В таблице представлены данные о фракционном составе традиционно применяемых заполнителей

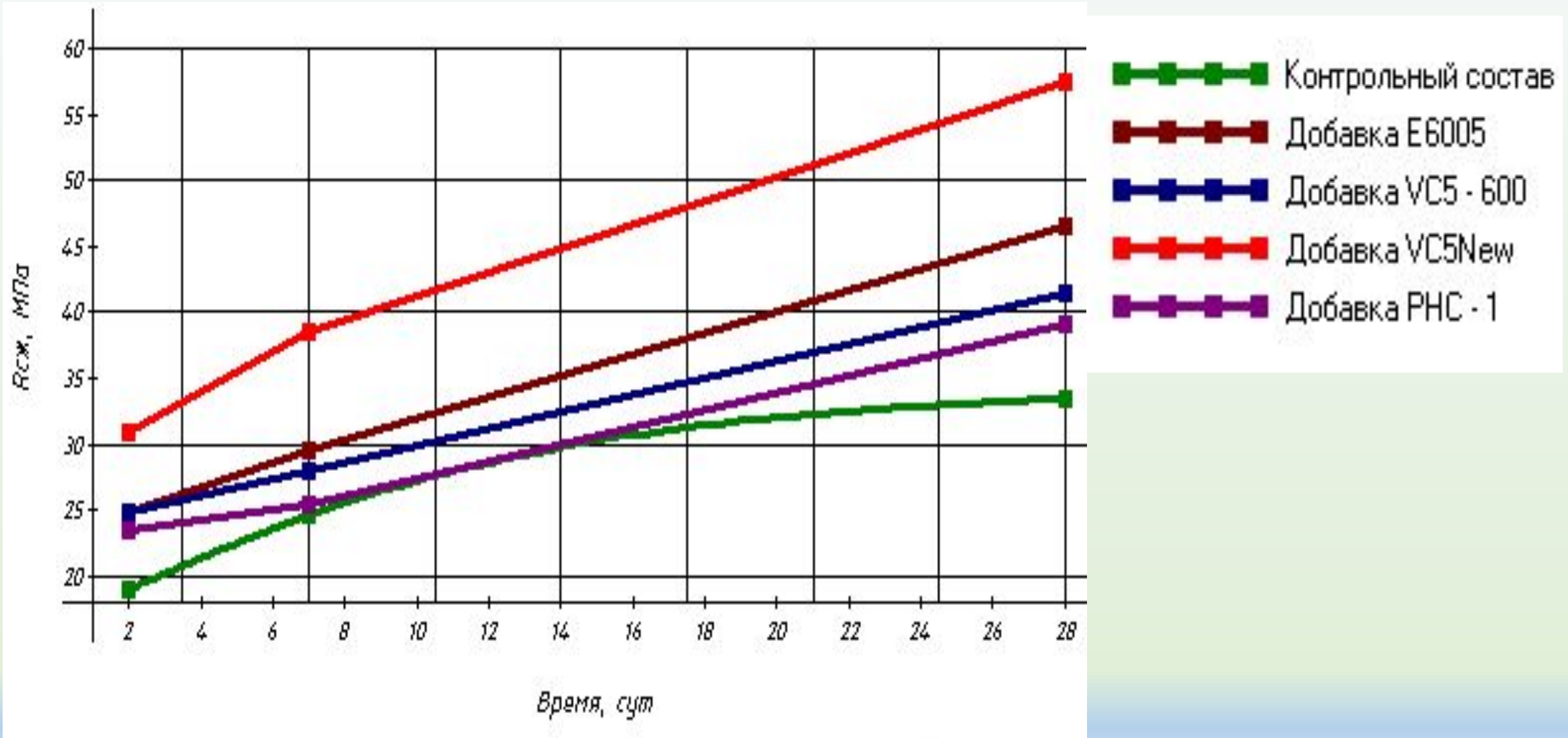
Наибольшая крупность заполнителя, мм	Содержание ,% при размере фракций, мм			
	5...10	10...20	20...40	40...70
20	25...40	60...75	-	-
40	15...25	20...35	40-65	-
70	10...20	15...25	20-35	35-55
Примечание. Фракции размером >70-120 мм отсутствуют.				

Требования	США ASTM C1240-01	Европа EN 13263-1	Канада CAN/CS A F3.5-98	Норвегия NS3045: 1992	Япония JIS A6207: 2000	Австралия AS 3582.3-1994	Бразилия NBR 13956 97	Китай GB/T 18736-2002	Россия (заявленные данные производителей)
SiO ₂ , %	>85,0	>85,0	>85,0	>85,0	>85,0	>85,0	>85,0	>85,0	90
SO ₃ , %	-	<2,0	<1,0	-	<3,0	<3,0	-	-	-
Cl, %	-	<0,3	-	<0,1	<0,1	-	-	<0,2	-
CaO, %	-	<1,0	-	-	<1,0	-	-	-	0,85
MgO, %	-	-	-	-	<5,0	-	-	-	1,01
Удельная поверхность, м ² /г	>15	>15	-	>12	>15	-	-	>15	20
Индекс пуццолановой активности, %	>105 в 7сут. уск. тв.	-	-	>95 в 28 сут. норм. тв.	>95 в 7 сут. >105 в 28 сут. норм. тв.	-	-	>85 в 28 сут норм. тв.	105 в 28 сут норм. тв.

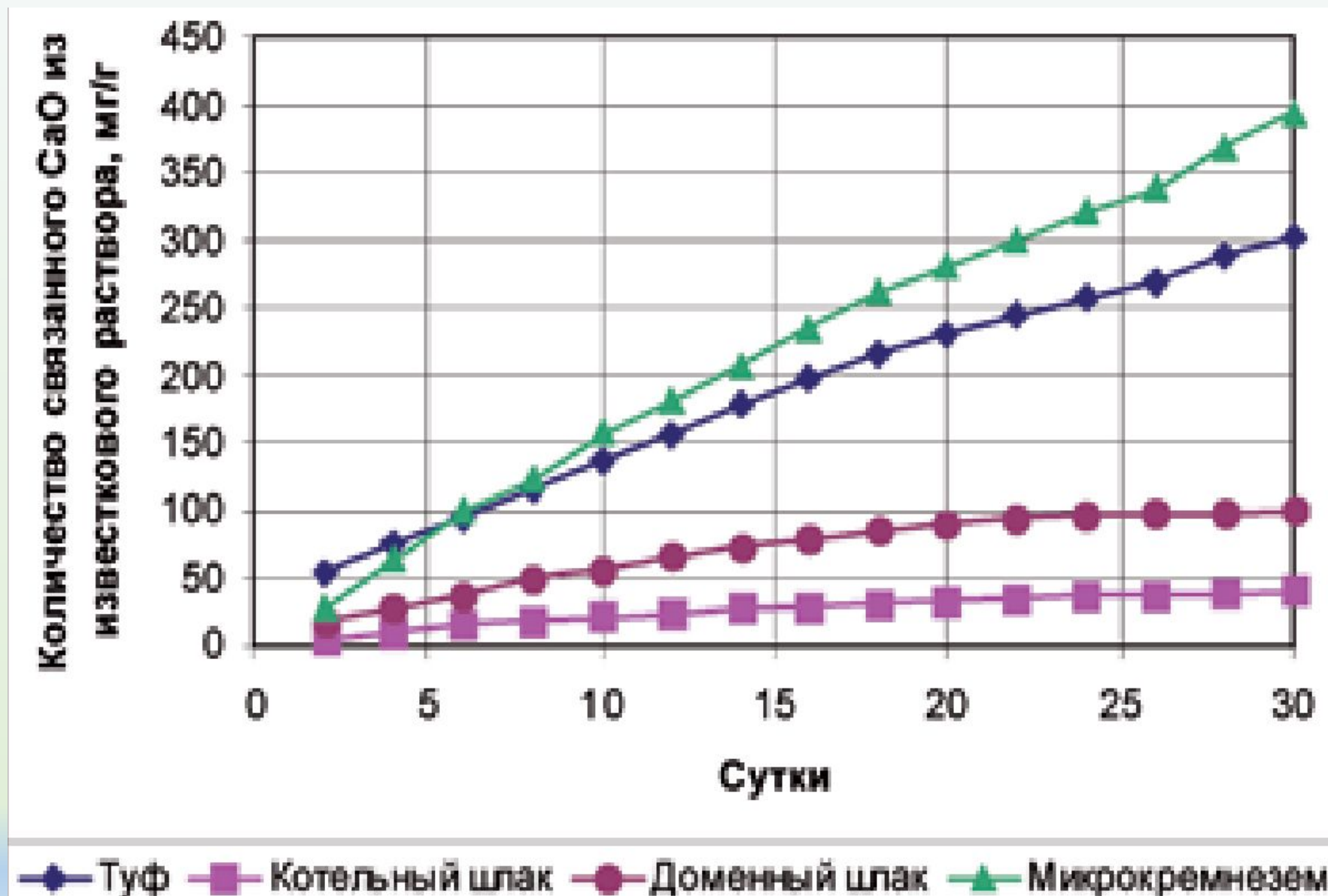


№ п/п	Добавка	Расход добавки, %	В/Ц	Плотность кг/м ³	Прочность на растяжение при изгибе, R _{изг} , МПа	ΔR _{изг} , %	Прочность при сжатии, R _{сж} , МПа	ΔR _{сж} , %
1	Контрольн.	-	0,44	2360	8,8		39,2	0
2	39P22	0,9	0,36	2280	10,1	14,8	40,8	4,1
3	BV82CF	0,4	0,366	2430	10,1	14,8	38,0	-3,1
4	E6000	0,6	0,37	2410	10,7	21,6	39,6	1,0
5	E6005	0,9	0,37	2430	11,6	31,8	41,2	5,1
6	VC5-600	0,8	0,37	2420	10,9	23,9	48,0	22,5
7	VC5 New	0,8	0,36	2360	12,0	36,4	40,0	2,0
8	VC20HE	1,0	0,36	2360	10,5	19,3	34,4	-12,2
9	PHC-1	0,3	0,36	2420	11,1	26,1	44,0	12,2
10	VC20 Gold	1,0	0,36	2330	10,1	14,8	36,0	-8,2
11	VC 3088	1,0	0,36	2380	10,1	14,8	40,0	2,0

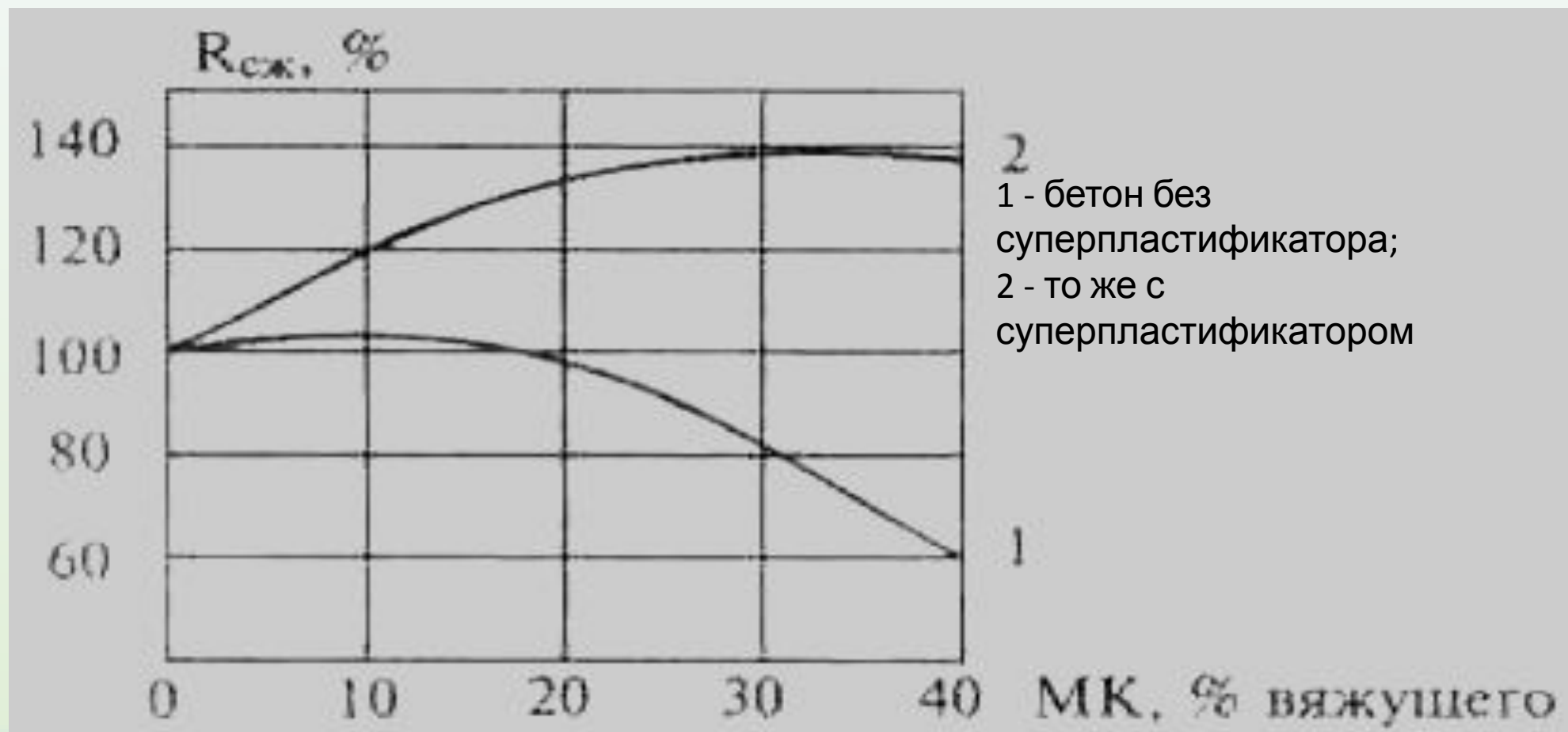
Снижение количества воды затворения в присутствии добавок приводит к росту
прочности бетона в возрасте 2, 7 и 28 суток



Кинетика связывания СаО различными минеральными добавками

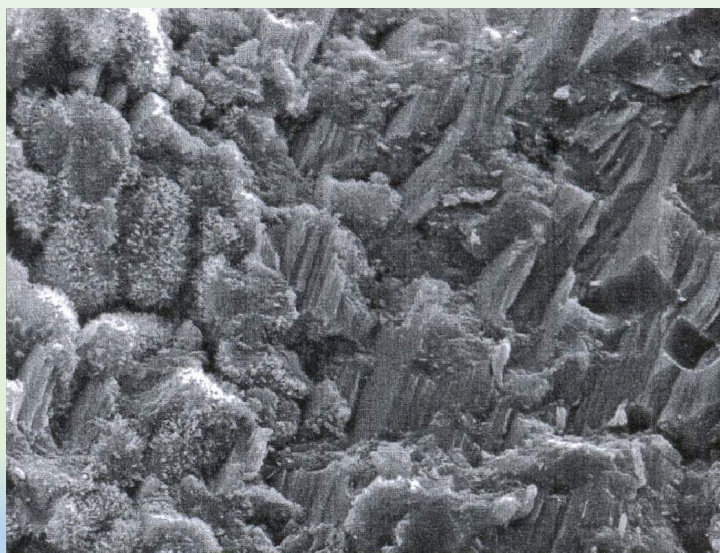
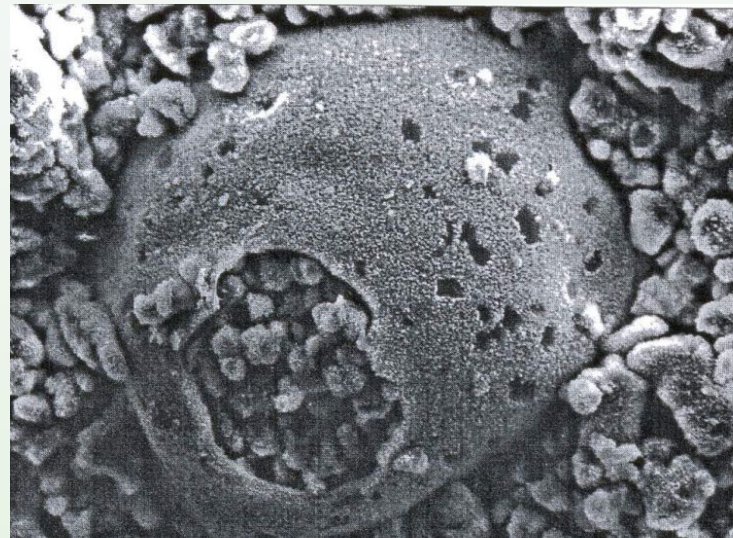
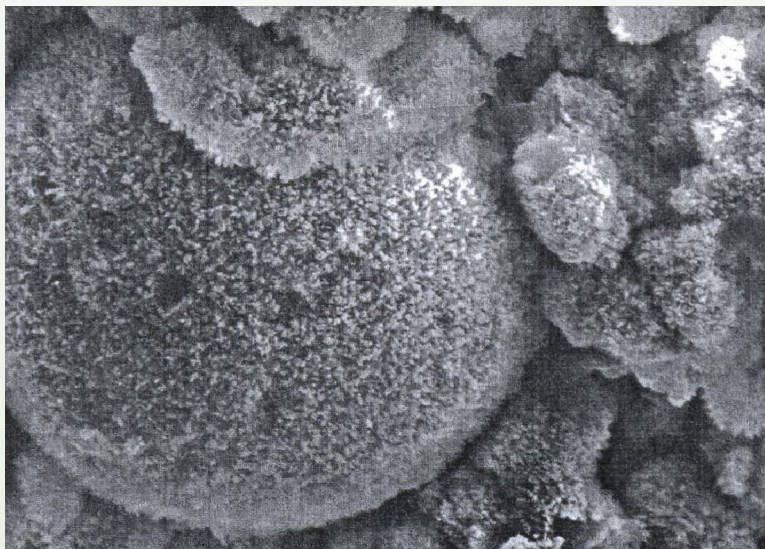


Изменение прочности бетона в зависимости от количества замещенного микрокремнеземом цемента и пластифицирующей добавки



	2585	32,2	52,3	61,7
	2558	32,5	52,8	57,1
	2580	39,0	63,4	64,3
	2675	58,0	94,2	78,3
	2660	52,0	84,5	83,0
	2640	59,0	95,8	83,6
	2630	52,0	84,5	83,0

Продукты гидратации на ЗМС



Состав и свойства бетона УНРС

Рецептура смеси	+ МК	«О»		Прочность, МПа (Т тверд = 20°C)	
				+ МК	«О»
Nanodur CEM II/B-S 52,5 R	-	832			
CEM I 52,5 R-HS/NA	832	-	Призма 7 сут	122,6	125,2
Микрокремнезем (МК)	135	-	Призма 28 сут	154,1	154,1
Кварцевый порошок	207	288	Куб 7 сут	116,3	125,1
Песок	975	1056	Куб 28 сут	160,5	158,1
Вода	166	179	Прочность на разрыв		
Водоцементное отношение	0,22	0,24	Призма 7	15,4	20,7
Содержание СП в вяжущем	4,2%	4,2%	Призма 28	21,2	21,5

Высокофункциональные бетоны (High Performance Concrete, HPC).

- Достижения строительного материаловедения позволили объединить в единый комплекс положительные свойства разных групп бетонов. Так появился новый класс бетонов - высокофункциональные бетоны. Это многокомпонентные бетоны, в которых используются композиционные вяжущие вещества, химические модификаторы структуры, свойств и технологии, активные минеральные компоненты и расширяющие добавки. Многокомпонентность системы позволяет управлять структурообразованием на всех этапах технологии.
- Композиционные вяжущие представляют собой продукт механохимической активации портландцемента или другого вяжущего с химическими модификаторами, содержащими водопонижающий компонент, и минеральными добавками.

НРС -бетоны и проблемы их производства

- Достижения строительного материаловедения позволили объединить в единый комплекс положительные свойства разных групп бетонов. Так появился новый класс бетонов - высокофункциональные (НРС) бетоны. Это многокомпонентные бетоны, в которых используются композиционные вяжущие вещества, химические модификаторы структуры, свойств и технологии, активные минеральные компоненты и расширяющие добавки. Многокомпонентность системы позволяет управлять структурообразованием на всех этапах технологии.
- Имеющиеся на заводах стройиндустрии БСУ не позволяют организовать производство бетонных смесей с ультрадисперсными добавками, что могло бы позволить экономию до 20% вяжущего.
- Не решены вопросы изготовления бетонных смесей для производства работ в условиях низких отрицательных температур.
- Отсутствуют технологические участки для механоактивации вяжущего и смесей, а эффективность подобных приемов позволяет на 35-45% повышать прочность бетона без увеличения расхода вяжущего.
- Накопленный опыт по проектированию и производству наномодифицированных цементов и бетонов не может быть реализован по причине технической оснащенности бетонных узлов.
- Выпуск бетонов прочностью 40-50-60 МПа решается за счет увеличения расхода вяжущего, что не имеет технико-экономической целесообразности

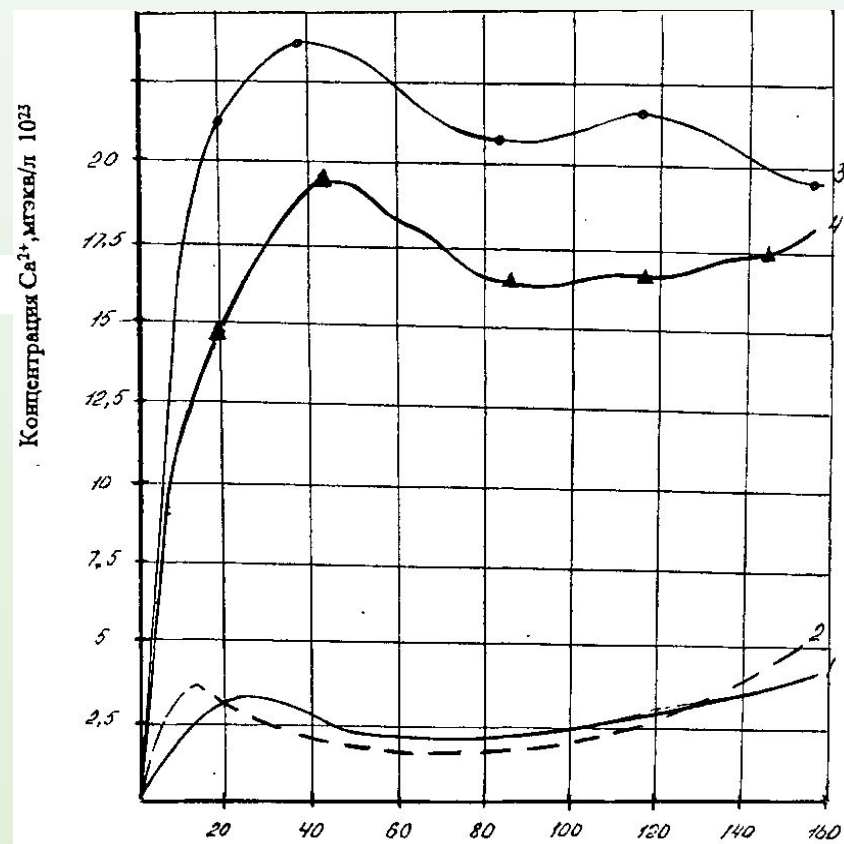
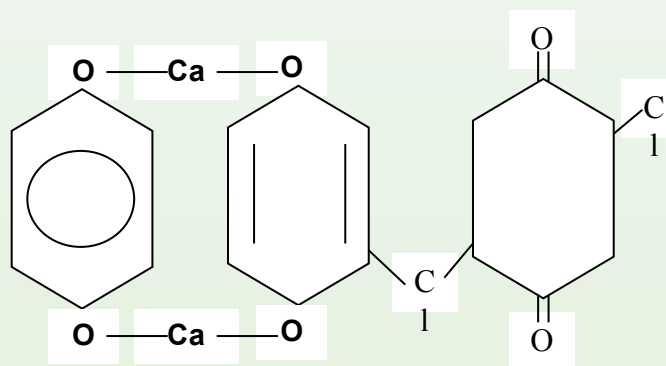
Научная основа разработок

В качестве модификаторов и активных компонентов изучен ряд веществ и материалов, влияющих на реологию смеси, структуру и свойства материала, кинетику физико-химических процессов:

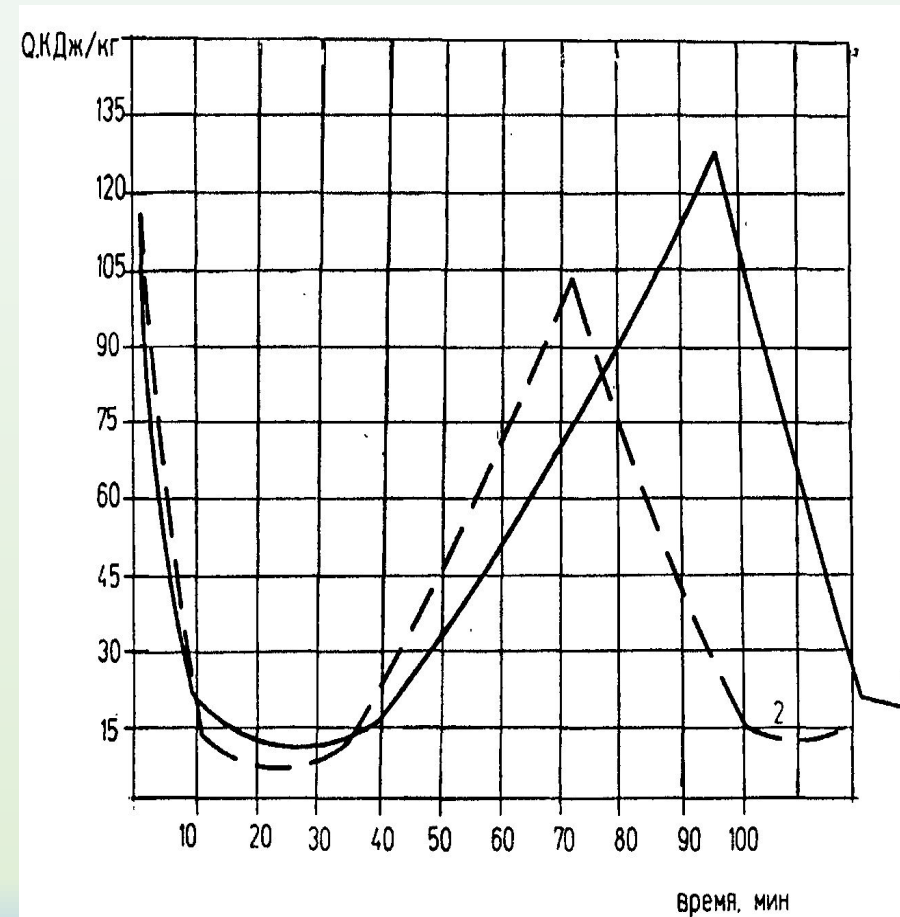
- комплексы химических модификаторов различного назначения;
- ультрадисперсные наполнители-уплотнители и активизаторы;
- компоненты, управляющие объемными изменениями структуры;

Эффективность применения полифункциональной добавки на основе хингидрона

Влияние синтезированной добавки на концентрацию Ca^{2+} в жидкой фазе



Калориметрическая кривая процесса гидратации в присутствии модифицированной добавки

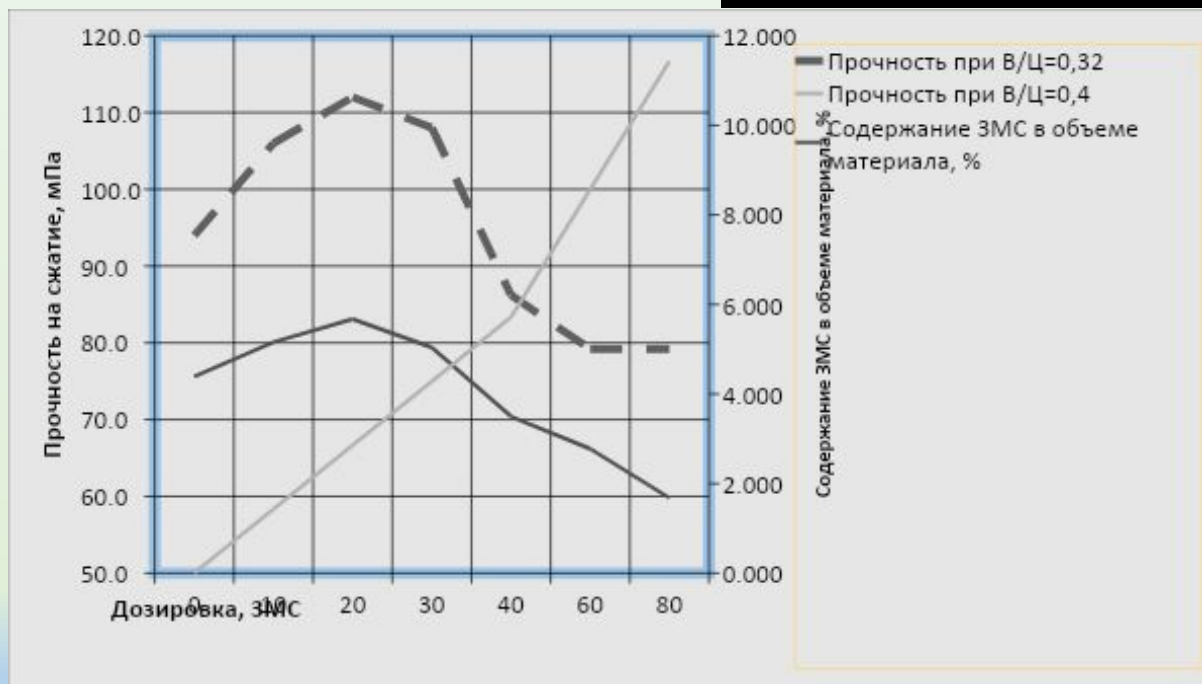
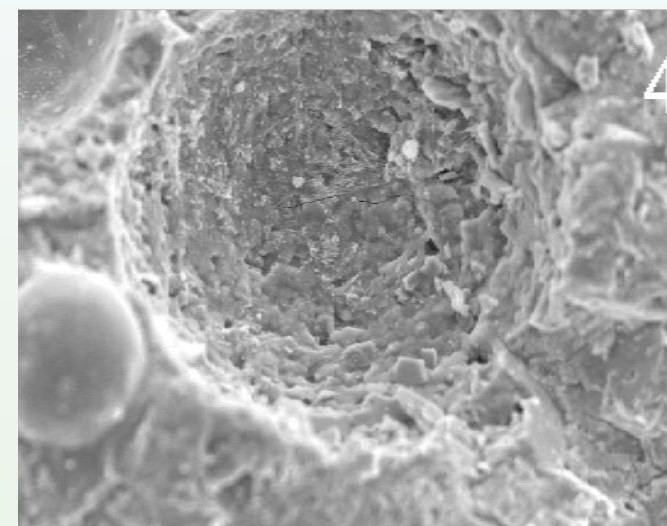
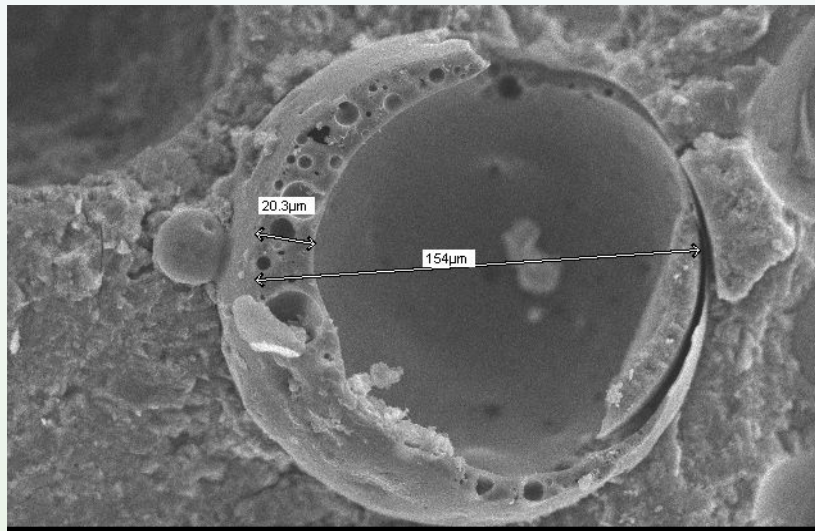
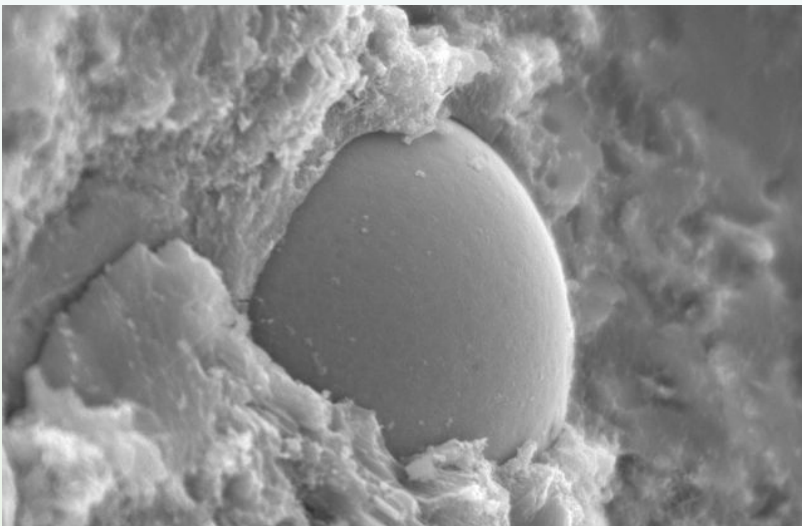


1-без добавки; 2-хингидрон; 3-ХГ:CaCl₂=1:20; 4- ХГ:NaCl₂=1:20

Прочность модифицированного бетона

Цемент	Вода	Расход материалов, кг			Условия твердения, °С	Прочность, МПа 28 сут.	
		Антиморозная добавка, мас.%	Хингидрон (ХГ), мас.%	Хингидрон ХГМ, мас.%		при изгибе	при сжатии
1.1	0.44	5			-18 ± 2	1.8	5.1
1.1	0.33		0.011		-18 ± 2	4.7	25.6
1.1	0.30			0.011	-18 ± 2	6.5	34
1.1	0.35				+20	9.9	48

Бетоны с зольными микросферами



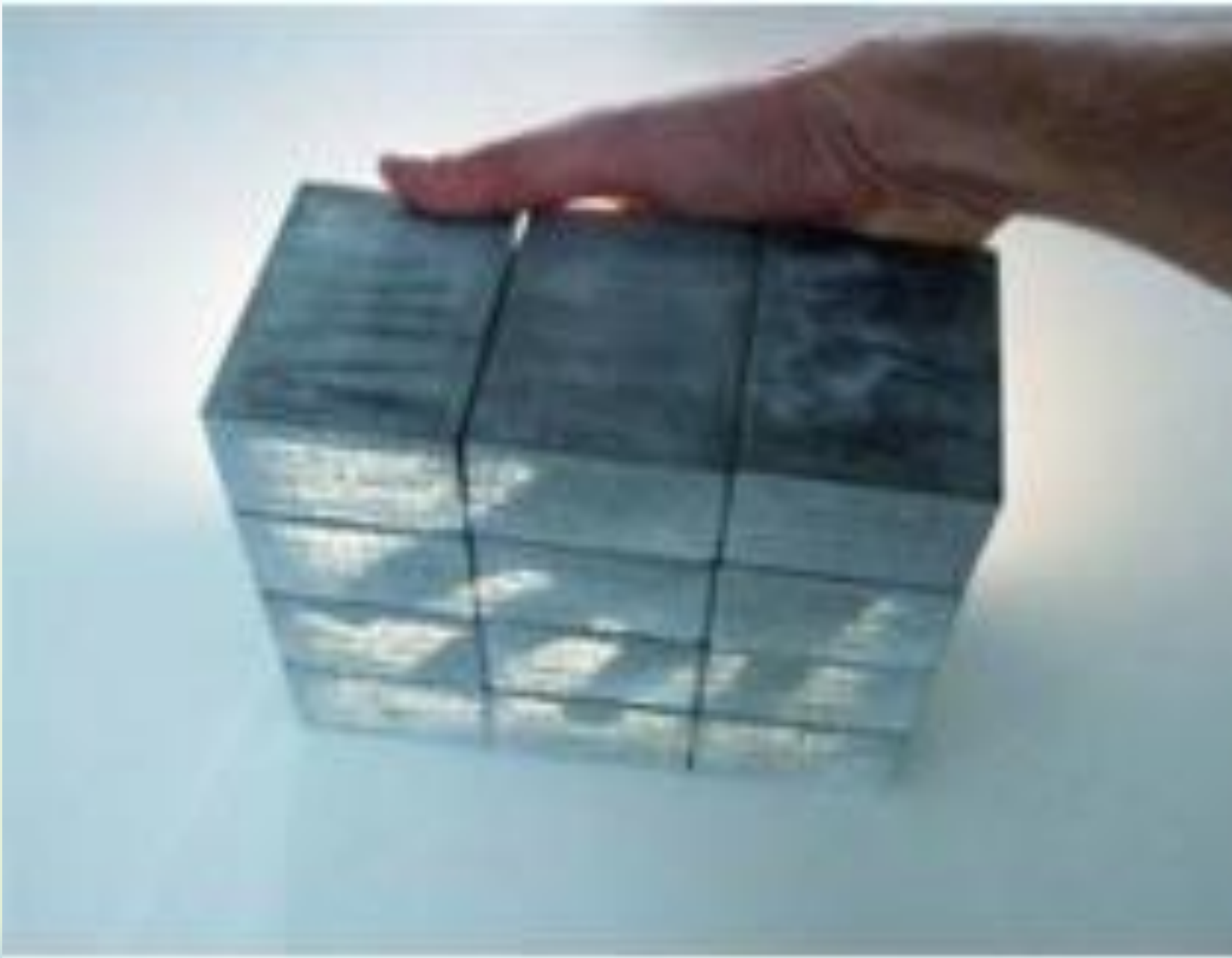
Результаты эксперимента позволили установить, что применение органоминеральной добавки ЗМС-МК-Д позволяет повышать прочностные характеристики бетона плотной структуры.

Экспериментально подтверждена возможность получения бетона плотной структуры прочностью до 112 МПа.

Бетоны с ультрадисперсными кремнеземом

Характеристики материалов	Материалы		
	ПЦ	МК	Нано-Si O ₂
Химический состав, %	22,0	95,0	99,9
SiO ₂	6,6	0,9	-
Al ₂ O ₃	2,8	0,6	-
Fe ₂ O ₃	60,1	0,3	-
CaO	3,3	0,9	-
MgO	2,1	0,5	-
SO ₃	2,6	2,1	0,1
Плотность	3,15	2,33	-
Средний размер частиц	43 мкм	0,1 мкм	40 нм
удельная поверхность, м ² /г	0,38	20	50

Обозначение состава	Прочность на сжатие, МПа (В/В=0,35)	
	В возрасте 7 сут.	В возрасте 28 сут.
О	38,26	44,64
МК5	38,64	43,89
МК 10	40,22	47,12
МК 15	41,61	50,47
S 3	38,87	47,85
S 6	40,19	50,67
S 9	43,76	51,37
S 12	48,74	58,11



**Бетон, который
противостоит
проникновению ионов
соли.**

**Название нового
метода VERDiCT (Viscosity
Enhancers Reducing
Diffusion in Concrete
Technology), "технология
снижения диффузии в
бетоне при помощи
вязкостного агента".**

