

ИМЭТ





ЗАО "Московский ИМЭТ" является правопреемником ОАО «Московский ИМЭТ», созданного в 1988 году в системе Госстроя СССР.

В институте проводятся фундаментальные и прикладные исследования, созданы десятки новых нетрадиционных экологически чистых, эффективных материалов и изделий для строительства, промышленности и народного потребления. Разработки института реализованы на промышленных предприятиях г. Москвы, других регионах России и за рубежом (Китайская Народная Республика, Объединенные Арабские Эмираты). Наиболее ценные из них защищены более чем 90 российскими и зарубежными патентами.

Научно-техническая продукция института сертифицирована и соответствует международным стандартам качества.

Генеральный директор

Генеральный директор ЗАО "Московский ИМЭТ" – **Марсель Янович Бикбау** – известный ученый в области материаловедения, кристаллохимии и физической химии силикатов, автор первого в физикохимии силикатов открытия, зарегистрированного в Государственном реестре открытий СССР за № 210, более 200 патентов и научных работ, доктор химических наук, академик Международной академии экологии, безопасности человека и природы, Российской академии естественных наук, Санкт-Петербургской инженерной академии, Нью-йоркской академии наук. Впервые осуществил синтез монокристаллов и расшифровку атомного строения силикатов кальция и других минералов цемента, разработал основы минералогии и физико-химии энергосберегающей технологии алинитового цемента. Под его руководством институтом создан ряд передовых технологий получения экологически чистых строительных материалов, основанных на принципах механохимии дисперсий, микро-, и макро-капсулировании и самоорганизации структуры. В их числе технологии вяжущих нового поколения, супернаполненных пластмасс, древесных материалов без фенольных связующих, оболочковых пигментов и др.



Капсуляция – единый принцип получения композиционных материалов нового поколения

Капсулы наноцемента получают при механохимической активации цементных дисперсий, образуясь в виде композиций, состоящих из ядер-частиц цемента, размером от нескольких до двух-трех мкм, покрытых тонкими пленками (толщиной в пределах 10-100 нм) модифицированных нафталиносulfонатов. Строительно-технические свойства механохимически активированных высокопрочные бетоны марок 500–800 1300–1500, широкий ассортимент применения пропарки, а также водонепроницаемые и другие позволяет производить без срока годности

цементов позволяют получать на их основе и сверхпрочные бетоны до марок железобетонных изделий без быстротвердеющие, бетоны. Нанокapсуляция высококачественные цементы

Нанокapсуляция

Капсуляция различных легких и тяжелых заполнителей цементным молочком для получения легких крупнопористых бетонов ограждающих конструкций. Новая технология позволяет получать в заводских условиях и на строительных площадках однослойные легкие и тяжелые наружные стены на основе капсулированного керамзитового гравия объёмной массой 400-600 кг/м³ при расходе цемента 100-120 кг на м³ стены

Макрокapсуляция

Микрокапсуляция

Решение проблемы совместимости таких разных по природе материалов как поли- и поливинилхлорид, кварцевый песок и древесные опилки, магнитные и резиновые порошки. Средний размер дисперсий для получения новых композиционных материалов – микроны и десятки микрон

До сих пор существенными ограничениями при тонком помоле цемента были:

Нанотехнологический подход - **самое крупное достижение в технологии цемента** за всю историю цементной промышленности

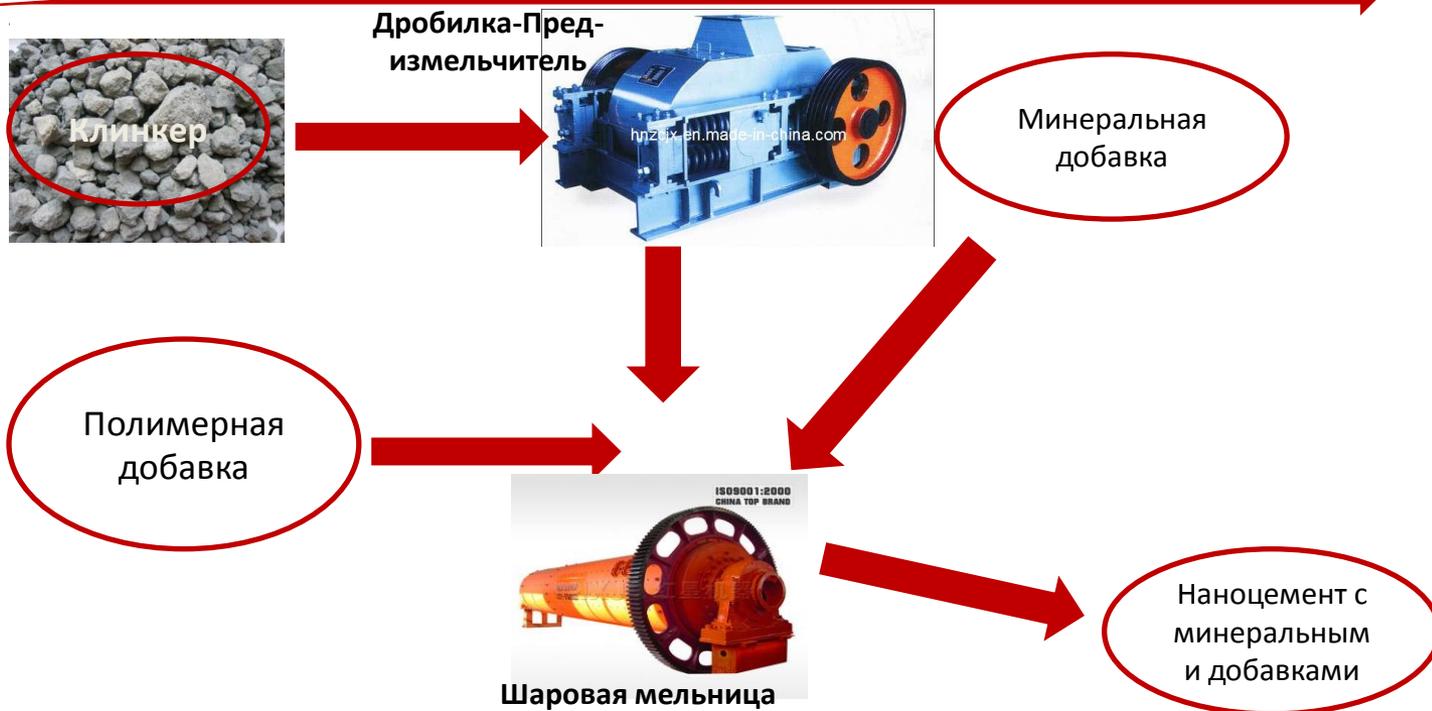
- ▼ Сокращенные сроки хранения
- ▼ Повышенная водопотребность, что способствует существенному ухудшению важнейших качеств цементного камня – прочности, морозостойкости и водонепроницаемости
- ▼ Усложнение равномерного смешивания и ускорение схватывания бетонных смесей на основе тонкомолотых цементов
- ▼ Весьма спорное повышение строительно-технических и эксплуатационных свойств бетонов с одновременным возрастанием требований к технологическим приемам приготовления и укладки бетонных смесей, работе бетоносмесительного оборудования и оснастки
- ▼ Более высокие энергозатраты, возрастающие при существующем промышленном оборудовании
- ▲ Экономическая неоправданность промышленного производства и применения традиционных тонкомолотых цементов.

*Наноцементами целесообразно называть цементы, зерна которых в процессе механохимической активации покрываются сплошной оболочкой – **капсулой толщиной в несколько десятков нм модифицированного полимерного соединения,** придающего радикально новые качества дисперсного композита портландцементу*

Эффект механоактивации и нанокапсуляции

Нанокапсуляция

Формирование наноцемента происходит в результате химической реакции на поверхности частиц клинкера с модификатором, протекающей в процессе соизмельчения – механохимической активации – ингредиентов наноцемента. Причем она характеризуется избирательным действием (только между двумя ингредиентами), определенными временем взаимодействия, механизмом и степенью завершенности в наноцементе, с обязательным доведением процесса до получения полностью (в идеале каждая частичка цемента) нанокапсулированного готового продукта



- ▲ Обнаружено радикального повышения основного показателя качества – прочности цементов с минеральными добавками практически любого примененного вида: строительного песка, золы, шлака, туфа, хвостов ТОК, ГОК и различных композиций.

Нанокапсуляция – метод получения новых материалов с новыми свойствами



Нанокапсуляция

При механохимической обработке цементов с минеральными добавками нанокапсулы образуются только на поверхности частиц цемента, не формируясь на дисперсиях минеральных заполнителей. Это связано с существенно разным состоянием поверхности частиц цемента и кремнезёмистых добавок при измельчении и трибоактивации частиц – частички цемента насыщают нафталиносulьфонаты кальцием, превращаясь в новое соединение – $C_{10}H_7SO_3Ca$ (нафталинсульфонат кальция). В этом случае наблюдается интенсивный рост прочности цементного камня в бетонах даже при рекордно низком количестве цемента в бетонной смеси

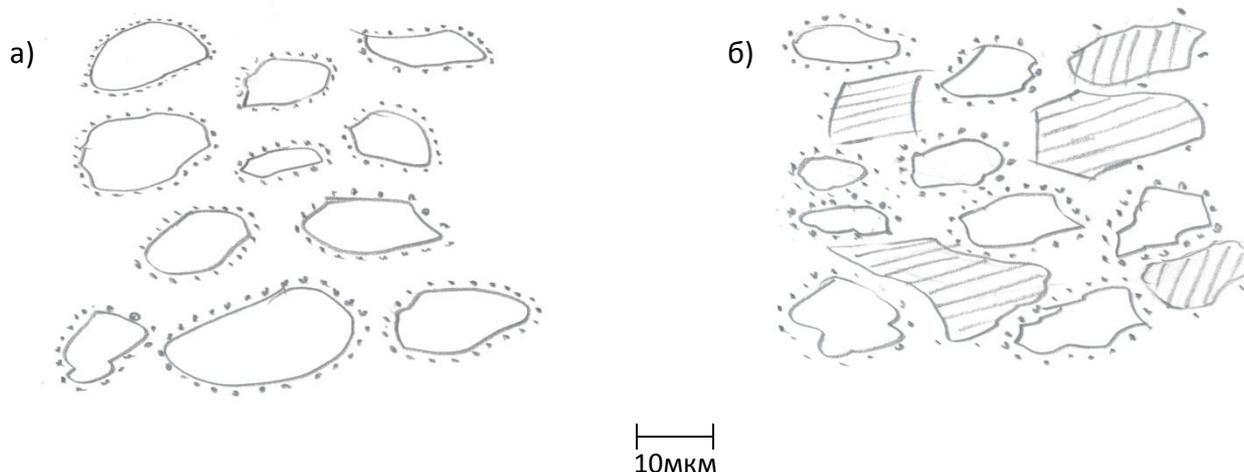


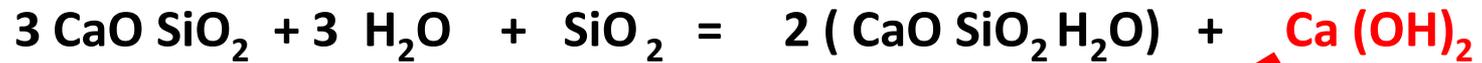
Рис.1. Структура наноцементов – сухих механоактивированных смесей (СМС):

а) СМС-100; б) СМС-50.

Точечно выделены частички и капсулы оболочки АК (адсорбционного комплекса) нанокапсулированных зерен клинкера. Частички минерального наполнителя показаны штриховкой. Указан масштаб.

Дополнительные факторы интенсивного роста прочности цементного камня

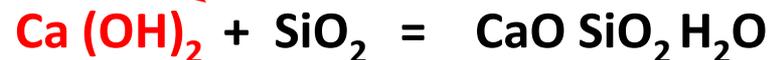
Упрощенный вариант химической реакции, необходимой для формирования цементного камня с указанием начального и конечного состава реагентов:



В сформированном цементном камне присутствует два вида гидратных минералов:

гидросиликаты кальция - 85%
гидрооксид кальция - 15%

Для повышения прочностных свойств желательно связывание гидроксида кальция в более прочный и долговечный гидросиликат кальция по реакции:



Такая реакция обеспечивается уровнем дисперсий кремнезема (от нескольких до десятков мкм), сопоставимым с размерами частиц цемента

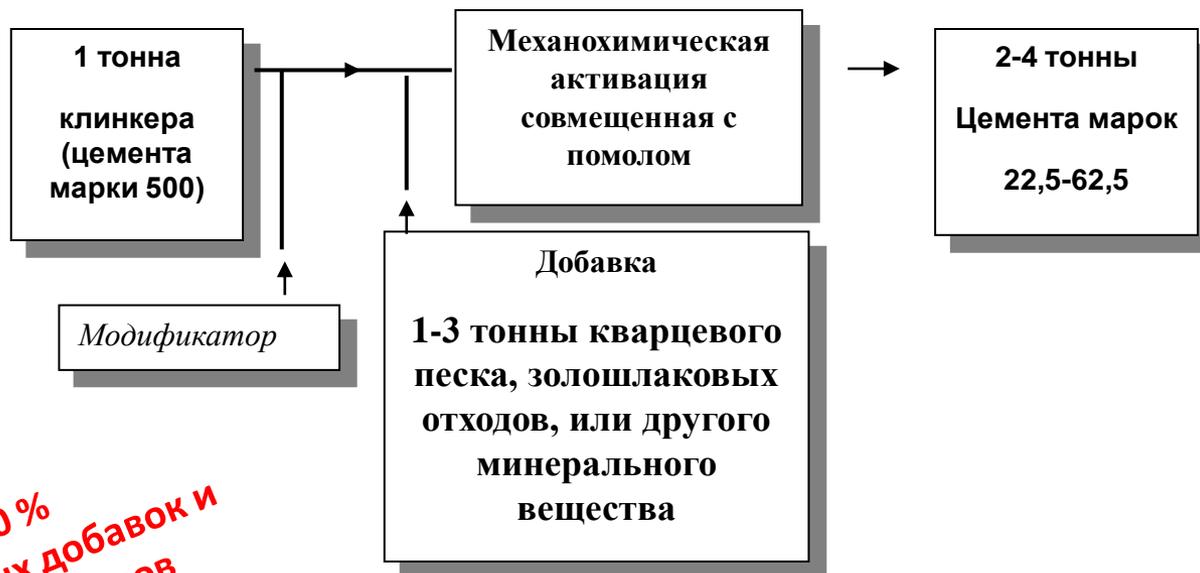
Новый подход дает возможность пересмотра идеологии развития мирового производства цемента



ИМЭТ

Нанокапсуляция

Снижение расхода
портландцемента в
бетонах до уровня 70
-150 кг на куб м



Ввод до 50-70 %
минеральных добавок и
увеличение объемов
производства цемента с
сохранением высокой марки
без строительства новых
обжиговых агрегатов.

Применение для производства
бетонов некондиционных щебней
и песков, материалов выработок
различных горных пород,
зол и некондиционных
кремнеземистых пород

Особенности технологии: определенный грануметрический состав и точная дозировка компонентов

Нанокапсуляция

Одним из важных условий для получения наноцемента заданного качества является минимальная влажность исходных компонентов, суммарная величина которой не должна превышать 3% масс. Только при надлежащем соблюдении этих требований достигаются заданные свойства наноцемента.

В этой связи разработанная технологическая схема включает участок сушки кремнеземистых добавок.

Основными особенностями технологии процесса механохимической активации при получении наноцемента являются:

- ▼ высокая точность весовой дозировки компонентов
- ▼ достижение определенного заданного гранулометрического состава наноцемента, особенно клинкерной части вяжущего
- ▲ обеспечение достаточного времени для реализации процесса механохимической активации и микрокапсуляции частиц вяжущего

Механоактивация – физико-химические процессы на наноуровне

Нанокапсуляция

Вторая и особенно третья стадии процесса помола сопровождаются массовым образованием новых свободных валентностей на вновь образованных поверхностях клинкерных минералов, причем в большей степени тех, которые склонны по своей дислокационной текстуре к пластическим деформациям – алита и четырехкальциевого алюмоферрита.

Только клинкер имеет на поверхности активные центры с энергиями связи, достаточными для взаимодействия с модификатором, тогда как ни шлак, ни зола, ни кварцевый песок не имеют достаточных для конкуренции с клинкером высокоэнергетических активных центров, а у гипса, который ими располагает, плотность дислокаций на поверхности сколов на 1–2 порядка меньше, чем у клинкера

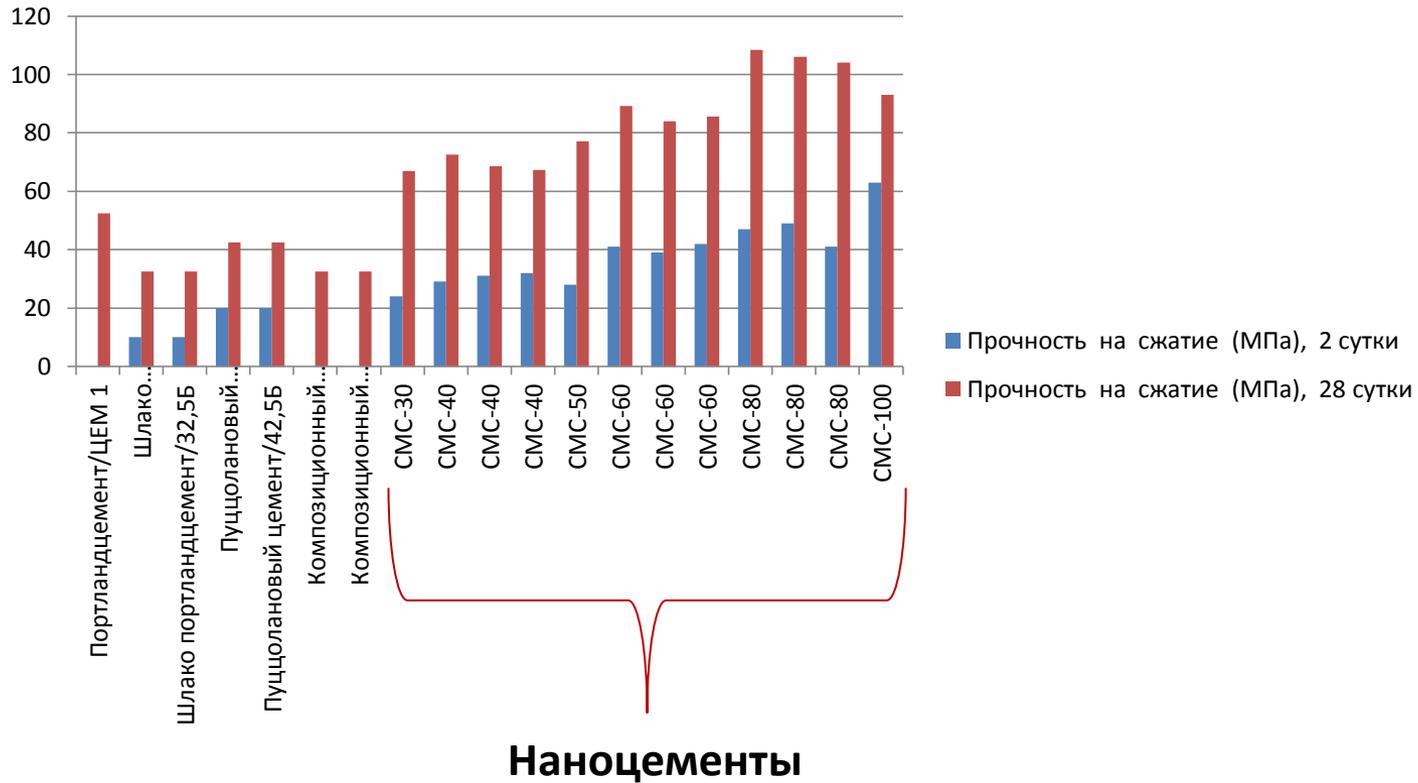
В течение совместного помола клинкера и модификатора первый проходит три стадии в процессе измельчения:

- ▼ Ударное измельчение вызывает в клинкерных частицах образование трещин вдоль крупных пор и фазовых границ («межкристаллитное измельчение»).
- ▼ Ударное измельчение после устранения из частиц крупных пор и фазовых границ вызывает измельчение самих кристаллов основных фаз («внутрикристаллитное измельчение»).
- ▲ Измельчение истиранием вызывает слущивание поверхностных слоев клинкерных частиц путем движения дислокаций в основных кристаллах алита и четырехкальциевого алюмоферрита («микроштампование»).

Предполагая плотность модификатора ~ 103 кг/м³ (молекулярный тип связи) и используя экспериментальные данные, находим, что толщина оболочки составляет (по порядку величины) около **10 нм**. Таким образом процесс получения СМС при совместном помоле клинкера и модификатора следует рассматривать как физико-химическую реакцию механохимического синтеза адсорбционного комплекса – АК на поверхности клинкерных частиц.

Наноцементы радикально отличаются от обычных цементов по ряду ключевых параметров

Нанокапсуляция



Цементы без ограничений срока годности

Нанокапсуляция

Характеристики свежих и длительно хранившихся цементов производственного выпуска:

- 1 – Здолбунровский цементно-шиферный комбинат, 1989 г.;
 2 – Белгородский цементный завод, 1992 г. по данным [20]

Условия хранения	Цемент	S _y , кг\м ² по Блейну	В\Ц в стандартном растворе 1)	Прочность при сжатии образцов-призм 4x4x16 см, через			
				1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.
1) мешки, 12 лет	свежий	470	0,32	52	76	88	93
	хранившийся	465	0,32	50	75	85	91
2) силос, 9 лет	свежий	480	0,30	35	71	79	91
	хранившийся	468	0,30	35	71	78	88

1) По EN 197 и расплыве конуса 165-; 2) Без образования комьев и пробок в трубопроводах

Традиционный портландцемент при выдерживании на воздухе через каждые 30 суток хранения снижают активность на **7–10%** при удельной площади поверхности 2800–3400 см²/г.

Показатели бетонов на основе наноцементов

Нанокапсуляция

Предлагаемая технология механохимической переработки цемента – альтернатива получившему применению добавок микрокремнезема (отхода металлургии) и различных химических добавок, вводимых в бетонные смеси для получения высокопрочных бетонов.

Расход материалов на 1 м ³ бетонной смеси	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	ОК, см	В/Ц	Плотность (кг/м ³) бетона и прочность при сжатии (МПа) в возрасте					
				1 сут. норм. тв.			3 сут. норм. тв.		
				кг/м ³	МПа		кг/м ³	МПа	
СМС-40 – 370 кг Песок – 725 кг Щебень – 1225 кг Вода – 124 л	2450	3	0,33	2420 2420	7,2 7,8	7,5	2430 2390	23,2 24,3	23,8
СМС-90 – 335 кг Песок – 735 кг Щебень – 1240 кг Вода – 112 л	2460	3	0,33	2420 2420	18,1 19,1	18,6	2370 2430	35,9 46,0	41,0

Новые цементы соответствуют всем основным требованиям нормативной документации



Марка	Показатели	Нормативные значения показателя	Наименование нормативной документации на испытание	Результаты испытаний (значение показателя)	Соответствие требованиям документов
СМС 40	Подвижность свежеприготовленной бетонной смеси	Пк2	ГОСТ 7473-94 п.6.3	Пк2	Соответствует
	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	D1600 и выше	ГОСТ 10181-2000 п.5	2420	Соответствует
	Прочность на сжатие, МПа (кгс/см ²)	не менее 49,7 (500)	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	49.8; 50.3; 51/ср 50,4	Соответствует
	Морозостойкость	не менее F200	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	F500 (0*10 в минус 3=0,7)	Соответствует
СМС-55	Подвижность свежеприготовленной бетонной смеси	Пк2	ГОСТ 7473-94 п.6.3	Пк2	Соответствует
	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	D1600 и выше	ГОСТ 10181-2000 п.5	2420	Соответствует
	Прочность на сжатие, МПа (кгс/см ²)	не менее 58,5 (600)	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	58.7; 59.1; 60/ср.59.3	Соответствует
	Морозостойкость	не менее F200	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	F500 (0*10 в минус 3=0,7)	Соответствует

Новые цементы соответствуют всем основным требованиям нормативной документации



Марка	Показатели	Нормативные значения показателя	Наименование нормативной документации на испытание	Результаты испытаний (значение показателя)	Соответствие требованиям документов
СМС-75	Подвижность свежеприготовленной бетонной смеси	Пк2	ГОСТ 7473-94 п.6.3	Пк2	Соответствует
	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	D1600 и выше	ГОСТ 10181-2000 п.5	2435	Соответствует
	Прочность на сжатие, Мпа (кгс/см ²)	не менее 68,6 (700)	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	68.7; 69.1; 70/69.2	Соответствует
	Морозостойкость	не менее F400	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	F500 (0*10 в минус 3=0,7)	Соответствует
СМС-90	Подвижность свежеприготовленной бетонной смеси	Пк2	ГОСТ 7473-94 п.6.3	Пк2	Соответствует
	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³	D1600 и выше	ГОСТ 10181-2000 п.5	2435	Соответствует
	Прочность на сжатие, Мпа (кгс/см ²)	не менее 78,6 (800)	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	78.2; 79.3; 80.1/79.2	Соответствует
	Морозостойкость	не менее F400	ТУ 5745-067-05442286-99 п.4.1	F500 (0*10 в минус 3=0,7)	Соответствует

Основные показатели наноцементов - механохимически активированных сухих смесей (СМС)



Измельчение цемента до удельной поверхности на уровне 300-400 м²/кг недостаточно для получения наноцементных микрокапсулированных частиц.

Введение модификатора интенсифицирует помол и радикально повышает тонину цементов за счет микрокапсуляции высокодисперсных зерен цемента и предотвращения их агрегации.

№ п/п	Наименование показателей	Значение показателей наноцементов		
		СМС-90 (содержание клинкера – 90 %масс.)	СМС-75 (содержание клинкера – 75%масс.)	СМС-50 (содержание клинкера – 50%масс.)
1	Предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток, МПа (кгс/см ²), не менее	78.4 (800)	58.8 (600)	51,6 (500)
2	Нормальная плотность теста, %, не более	20,0	22	24
3	Сроки схватывания от начала затворения: начало, мин., не ранее /конец, час, не позднее	45,0 5,0	60,0 7,0	70,0 8,0
4	Удельная поверхность м ² /кг, не менее	450,0	450,0	400,0
5	Равномерность изменения объема	выдерживает		

Нанокапсуляция

Результаты испытаний бетонов на основе наноцементов составов СМС-40 и СМС-90 Московского ИМЭТ в ГУП НИИМосстрой по заказу ФГУП АГАА, 2010 г:



Нанокапсуляция

* - В качестве исходного портландцемента для получения СМС-40 (40 % масс. цемента) и СМС-90 (90 % масс. цемента) применялся цемент Мордовского завода :М - 500,Д - 0Н

Расход материалов на 1м3 бетонной смеси (В/Ц=0,375, ОК=3)	Прочность бетона нормального твердения, Мпа в числителе через два месяца после изготовления наноцементов / в знаменателе через один год хранения цемента в мешках								Характеристики бетонов		
	1 сут.		3 сут.		7 сут.		28 сут.		плотность, кг/м3	Морозостойкость, циклы	водонепроницаемость
	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии			
малоклинкерный СМС-40 – 370кг, в том числе: портландцемент* – 148кг кремнеземистые добавки (песок,шлак, зола)- 222кг + песок - 725кг щебень - 1225кг Вода - 139л	2,7	19,7/ 13,9	4,2	40,2/ 40,9	5,1	47,3/ 50,6	5,4	66,2/ 59,6	2455/ 2465	>300	W20
СМС-90 – 353кг, в том числе: портландцемент – 301,5 кг кремнеземистые добавки (песок,шлак, зола) – 34,5кг + песок - 735кг щебень -1240кг Вода- 126л	4,2	36,6/ 23,0	4,5	49,9/ 45,5	5,9	63,4/ 58,8	7,3	80,0 67,9/	2475/ 2400	>300	W20

Наноцементы: конкурентные преимущества

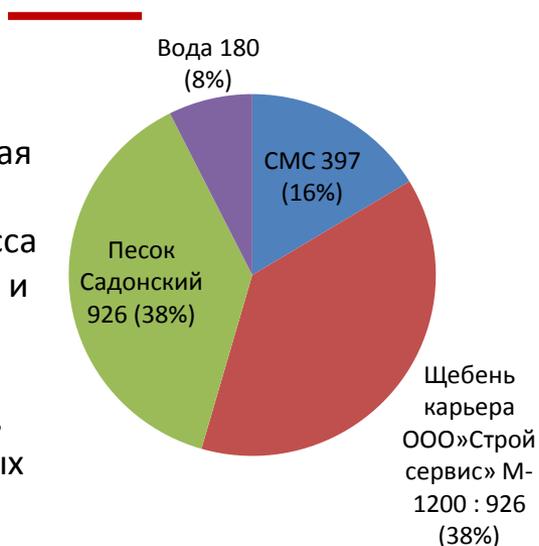
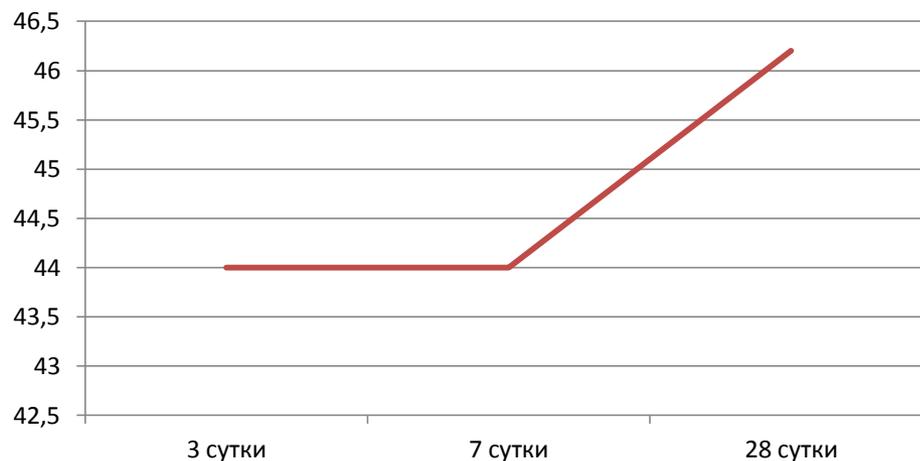
Применение механохимически активированных цементов по сравнению с аналогами позволяет:

- ▼ Получать бетоны высокой и сверхвысокой прочности (выше класса В60) с высокой водонепроницаемостью (W12–W20), повышенной стойкостью к воздействию сульфатов, хлоридов и слабых кислот
- ▼ Обеспечить экономию 30–50% металла (арматуры) в высокопрочных и сверхпрочных бетонах
- ▼ Ускорить твердение изделий, которые в течение суток достигают прочности 60–70 МПа, а в возрасте 3-х суток приобретают прочность (не ниже 70% марочной прочности бетона в возрасте 28 суток нормального твердения)
- ▼ Сократить в 2–4 раза расходы цемента при производстве вяжущего марки 300–500 за счет совместной механоактивации кремнеземистых заполнителей (мелкозернистые пески, золы, шлаки)
- ▼ Сделать возможным переработку как портландцемента, так и клинкера, реализацию технологии автономно или путем встраивания в существующий технологический процесс производства цемента
- ▼ Снизить энергозатраты на производство бетона за счет исключения пропарки при твердении изделия
- ▼ Получать архитектурный бетон повышенной декоративности (чистый тон, яркий цвет) устойчивых к образованию известкового налета (высолов) на поверхности изделия при эксплуатации в загрязненных условиях мегаполисов
- ▲ Получать изделия из архитектурного бетона по показателям близким к природному граниту, но в 3–5 раз дешевле, с возможностью их дальнейшей шлифовки и полировки, как природного камня

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 198,5 кг цемента на 1 куб. метр

Прочность при сжатии (МПа)



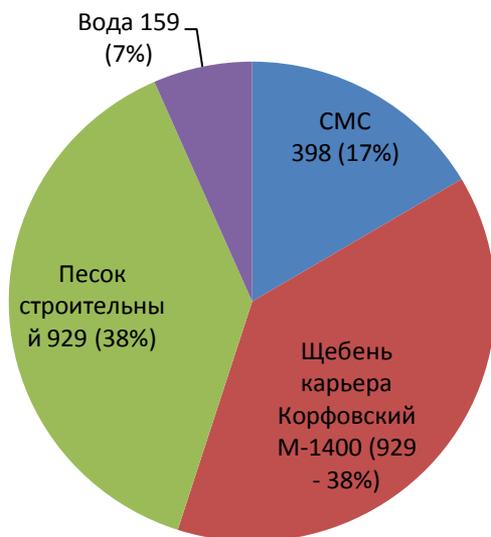
Щебень: низкая прочность, высокая истираемость, значительная масса лещадных частиц и слабых зерен, низкая морозостойкость, наличие глинистых включений, неоднозначность соответствия минералогического состава

Песок: низкое содержание кремнеземистых (кварца), значительное количество слабых частиц обломочных и сопутствующих пород, примеси глинистых фаз, присутствие гидратационно активных минералов

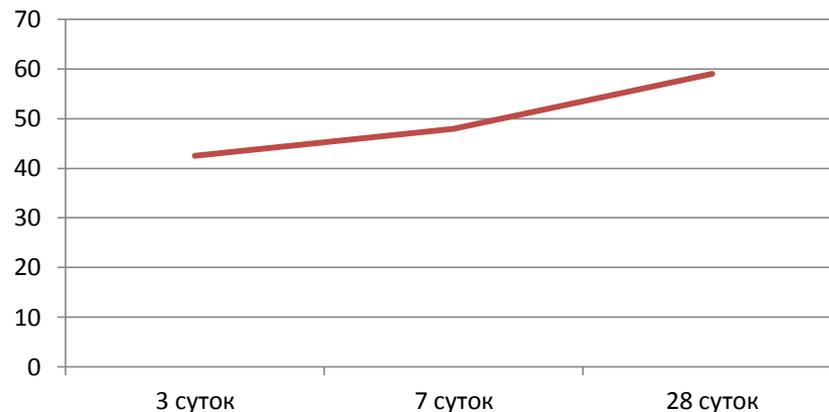
Марка по водонепроницаемости
W18

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 199 кг цемента на 1 куб. метр



Прочность при сжатии (МПа)



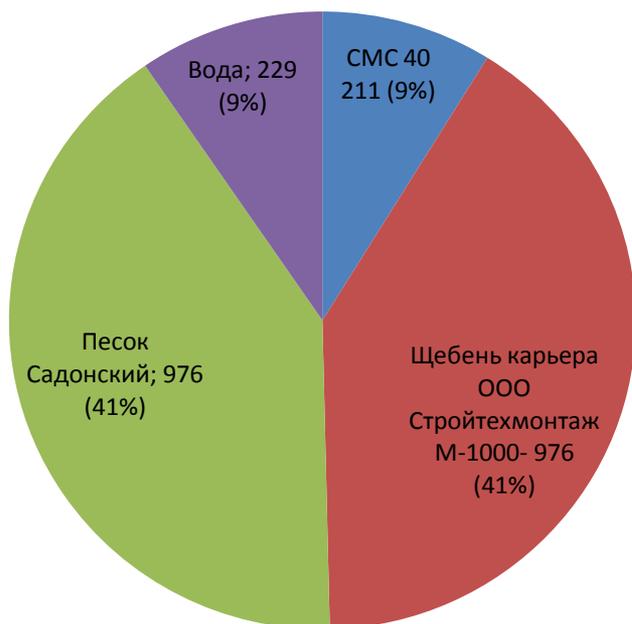
Марка по водонепроницаемости
W20



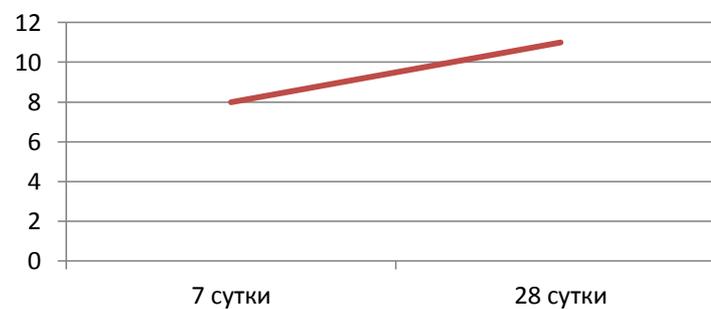
ИМЭТ

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 84 кг цемента на 1 куб. метр



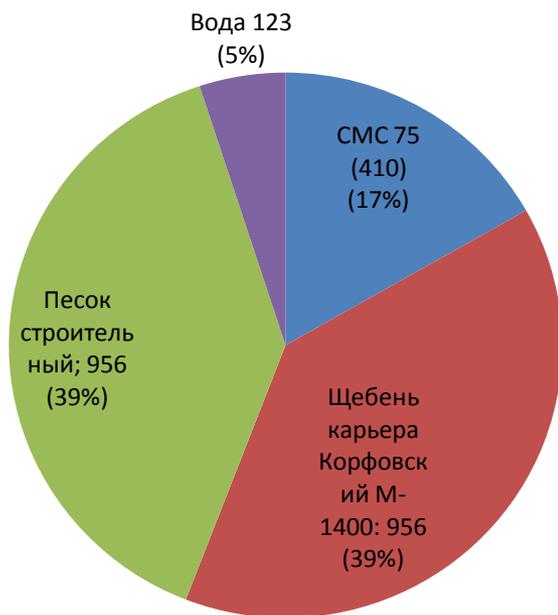
Прочность при сжатии
(МПа)



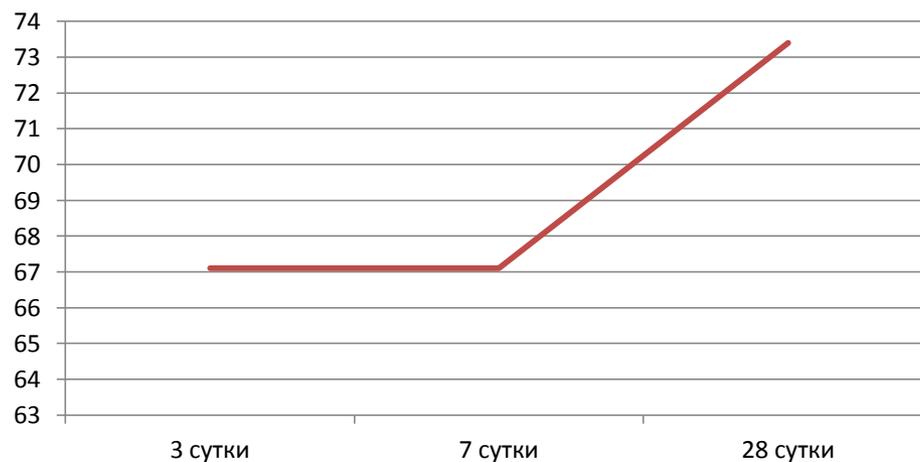
Марка по водонепроницаемости
W6

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 307 кг цемента на 1 куб. метр



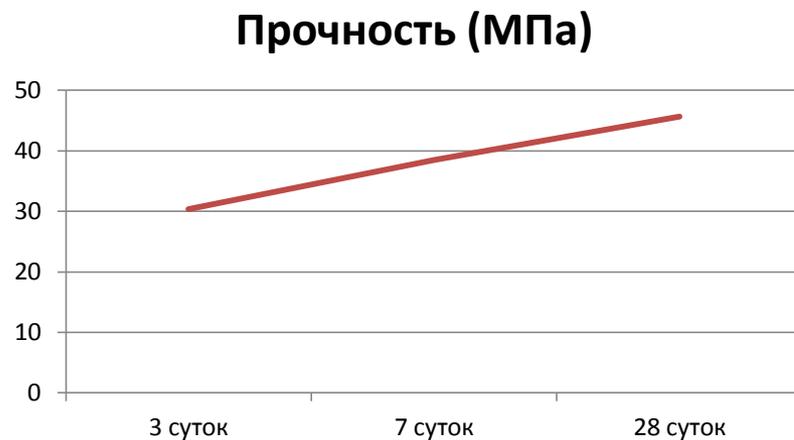
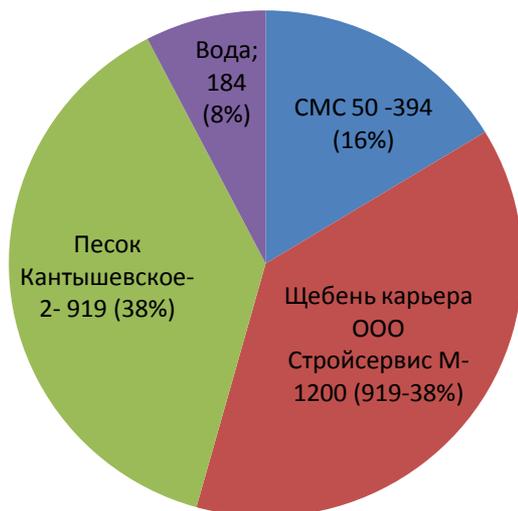
Прочность при сжатии Мпа



Марка по водонепроницаемости
W20

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 197 кг цемента на 1 куб. метр



Марка по водонепроницаемости
W12



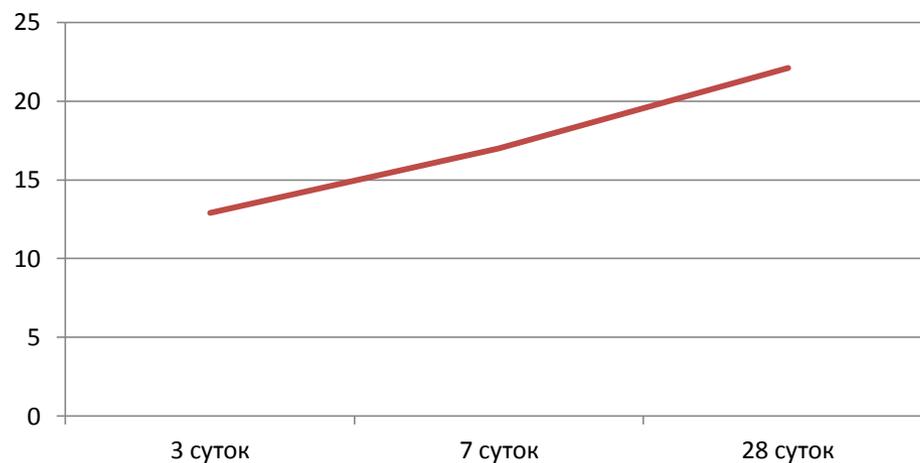
ИМЭТ

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 119 кг цемента на 1 куб. метр



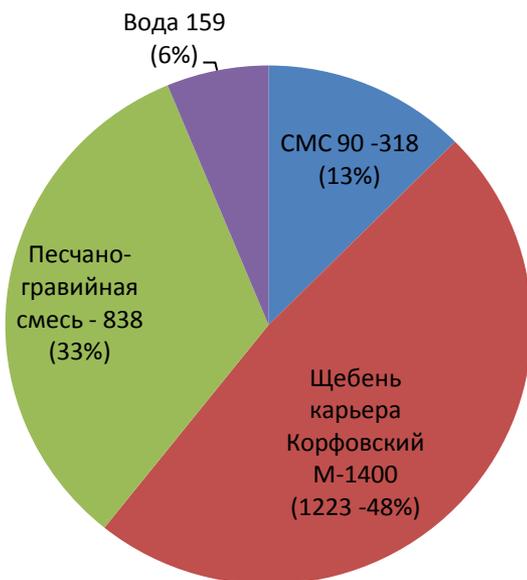
Прочность (МПа)



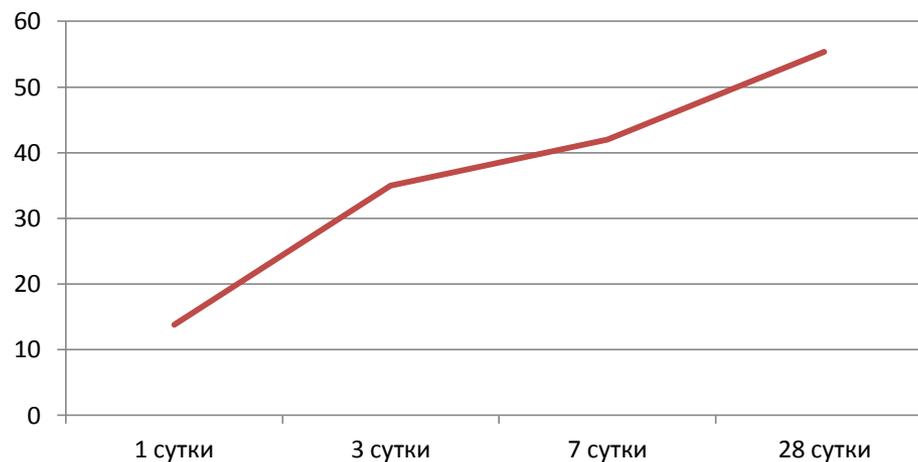
Марка по водонепроницаемости
W8

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 286 кг цемента на 1 куб. метр



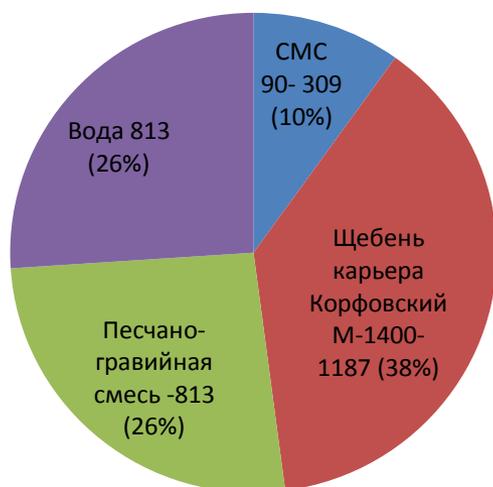
Прочность при сжатии (МПа)



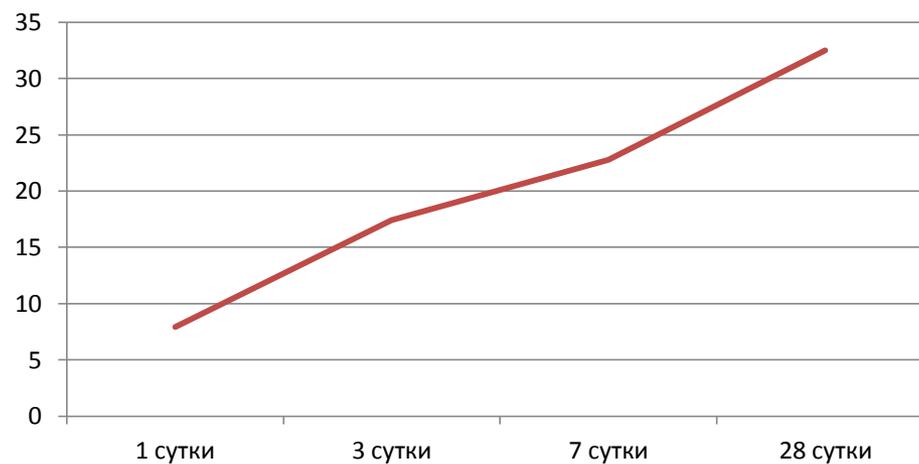
Марка по водонепроницаемости
W20

Бетоны на некондиционном сырье

Бетон: 278 кг цемента на 1 куб. метр



Прочность при сжатии (МПа)



Марка по водонепроницаемости
W18

Нанокапсуляция

Области применения

На основе механоактивированных цементов целесообразно производить:

- ▼ Высокопрочные и долговечные бетоны для сейсмостойкого строительства, возведения высотных зданий из трубобетона и монолита
- ▼ Сверхпрочные бетоны для специальных конструкций, инженерных сооружений и архитектурных комплексов (тонкие оболочки, несущие колонны, ригели, тубинги, бетонные каркасы и мостовые конструкции)
- ▼ Высокопрочные бетоны для дорожного строительства (дорожные плиты для мощения дорог, площадок и взлетных полос, аэродромов, монолитного покрытия территорий автозаправочных станций и эстакад, ограждений, бортового камня, дорожных столбиков и др.)
- ▼ Бетоны для гидротехнических сооружений, в т.ч. морских, для буровых установок добычи нефти, для туннелей метро и других подобных конструкций
- ▲ Архитектурный бетон (литой искусственный камень) и изделия на его основе для благоустройства города: фонтаны, вазоны, барельефы, скульптуры и др.)

Радикальная экономия при новых свойствах

Бетоны на основе наноцементов позволяют снизить расход цемента при строительстве:

- ▼ **Высотных зданий и конструкций**
в несущих колоннах – в 2–3 раза;
в плитах – в 1,3–1,5 раза.
увеличить скорость оборота опалубки – от 2 до 3 раз
снизить общую стоимость каркаса здания – от 20 до 40%
- ▼ **гидротехнических сооружений**
увеличить долговечность – в 2 – 3 раза
снизить расход цемента – до 2 раз
снизить стоимость сооружения – от 30 до 50%
- ▼ **туннелей**
снизить расход цемента – в 1,5 раза
повысить долговечность за счет водонепроницаемости бетона – в 2 раза
снизить стоимость – на 20–30%
- ▼ **мостов и дорог**
снизить расхода цемента – в 1,5 раза;
увеличить долговечность – до 2 раз;
снизить затраты – от 15 до 25%
- ▲ **оборонных сооружений**
увеличить прочность конструкций – от 2 до 2,5 раз;
увеличить устойчивость и долговечность – от 3 до 5 раз.

Макрокапсуляция

Макрокапсуляция

Расход портландцемента, изготавливаемого по технологии КАПСИМЭТ, составляет в среднем **100–120 кг/м³**, что существенно удешевляет его стоимость, а также изделий на его основе.

ИМЭТ впервые в мире разработана новая технология крупнопористого бетона и получения материала на его основе – технология КАПСИМЭТ.

Суть технологии – в капсуляции крупных заполнителей вяжущим веществом в специальных машинах – капсуляторах.

Крупный легкий или тяжелый заполнитель (фракции от 5 до 40 мм) в течение нескольких минут за счет интенсивного физического воздействия покрывается оболочкой (капсулой) вяжущего вещества, последующее твердение которого соединяет частички крупного заполнителя в монолитную структуру – легкий крупнопористый бетон. В зависимости от выбираемого крупного заполнителя и вяжущего объемная масса получаемых крупнопористых бетонов изменяется в пределах от 200 до 1600 кг/м³.

Макрокапсуляция

Капсимет

В обычных бетоносмесителях смеси для крупнопористого бетона приготовить весьма затруднительно – возникает проблема надежного сплошного покрытия каждой частички крупного заполнителя тонким равномерным слоем – оболочкой из вяжущего материала, в условиях весьма небольшой доли раствора в готовой смеси

Накопленный опыт исследований и производства крупнопористых бетонов позволяют отметить следующие особенности этих материалов:

- простоту двухкомпонентного состава и твердой части бетонной смеси;
- небольшую объемную массу;
- хорошие теплоизоляционные свойства;
- высокую воздухопроницаемость;
- способность фильтровать воду;
- низкую себестоимость бетонной смеси.

Указанные свойства крупнопористых бетонов определили основные направления применения этих материалов:

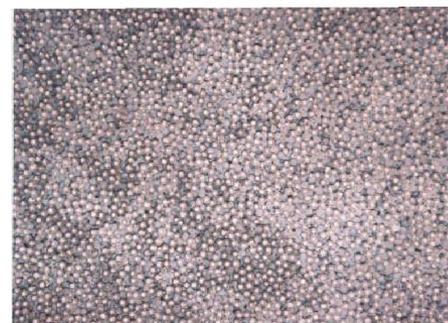
- возведение различных ограждающих конструкций;
- производство фильтрационных бетонов для дорожного строительства, гидротехнических бетонов и дренажа.



Легкий (1200 - 1800 кг/куб.м)
(Щебень+цемент)
Конструкционный бетон
M25 - M50



Особо легкий (300-900 кг/куб.м)
(керамзит+цемент)
Конструкционно-
теплоизоляционный бетон
M10 - M25



Сверх легкий (150-300 кг/куб.м)
(Пенополистирол+ цемент)
Теплоизоляционный бетон .
M3 - M10

Макрокапсуляция

Макрокапсуляция

Суть процесса макрокапсуляции, реализованном в разработанном впервые в мире оборудовании – капсуляторах, в применении интенсивных центробежных воздействий на различные дисперсии в виде песка и крупки, а также щебни, при котором обеспечивают интенсивное перемещение частиц материалов на внутренней поверхности камер оригинального оборудования и активное, за несколько десятков секунд, втирание жидкого пленкообразующего в верхние слои частиц с формированием прочной капсулы. При таком подходе удалось устранить все недостатки применения обычных бетоносмесителей для получения крупнопористого бетона, снизить расход вяжущего до 80 – 120 кг на м³ бетона

Основой нового оборудования являются стационарные и мобильные установки, рабочие камеры которой совершают вращательно – колебательные движения таким образом, что при подаче в них цементного молока возникают интенсивные знакопеременные напряжения, формирующие в камере мелкокапельные вихревые потоки вяжущего раствора. Движущиеся с ударно–колебательным сопряжением по спиральным траекториям частички заполнителя диспергируют и активируют, раскатывают и уплотняют тонкий слой раствора на поверхности зерен.



Стационарный капсулятор-смеситель ИМЭТ
производительностью 5 куб м /час



Мобильный капсулятор-смеситель
ИМЭТ производительностью 2 куб м/
час

Макрокапсуляция

Макрокапсуляция



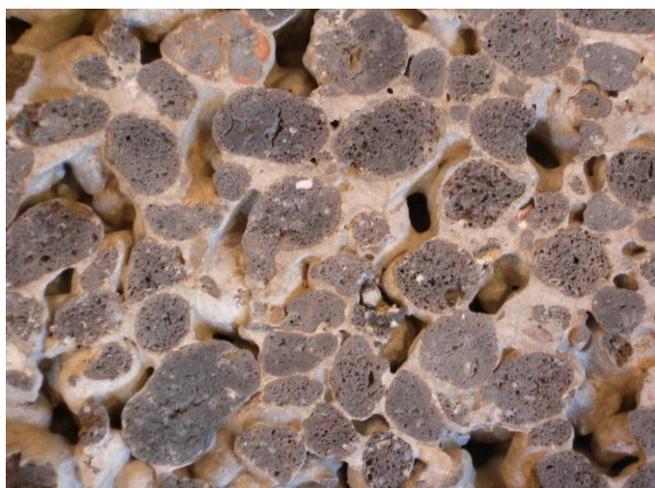
ИМЭТ

Приведено фото несущей стены коттеджа на основе капсулированного доломитового щебня (расход цемента 130 кг/м³) с прочностью бетона стены на сжатие около 90 кг/см².



Макрокапсуляция

Макрокапсуляция



Макрокапсуляция

Капсимет в действии



Снаружи: лицевой дырчатый керамический кирпич в виде несъемной опалубки.

Внутри: цементно-стружечные плиты.
Капсимэт-35 см.



Эркер коттеджа в д. Никифорово,
Московской обл.

Новый подход к основанию автомобильных дорог

ИМЭТ разработан способ изготовления двухслойного шероховатого дорожного покрытия из цементобетона:

- верхний слой покрытия – слой износа – изготавливают из цементно–песчаного раствора толщиной от 5мм до 20 мм с нанесением на него равномерно распределенных по поверхности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов или многоугольных пирамид из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия, причем диаметр большего основания усеченных конусов и пирамид выбран в пределах от 5 мм до 10 мм, угол наклона боковых ребер конусов и пирамид к вертикальной оси составляет от 15 до 40 градусов;
- нижний слой покрытия изготавливают из дренирующего цементобетона путем совместной обработки в смесителе – капсуляторе раствора цементного вяжущего, плотного заполнителя в виде щебня фракций в пределах от 2–х до 10 мм, мелкого заполнителя в виде дисперсного материала, например, кварцевого песка.



Новый подход к основанию автомобильных дорог

Верхний слой покрытия – слой износа – изготавливают обычным смешиванием в смесителях из мелкозернистого бетона, которым покрывают нижний слой покрытия из дренирующего бетона известными способами, например, методом «свежий на свежий», толщиной от 5 мм до 20 мм с нанесением на него после начала схватывания равномерно распределенных по поверхности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов, многоугольных пирамид или эллипсоидных насечек из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия).

Изготовление верхнего слоя покрытия – слоя износа – из плотного и прочного цементобетона с нанесенной на его поверхность сквозной перфорацией на всю толщину этого слоя не только сохраняет дренирующие свойства покрытия, но и обеспечивает повышенную водопроницаемость и устойчивую шероховатость покрытия, улучшая, таким образом, его эксплуатационные характеристики за счет увеличения сцепления колес автомобиля с дорожным покрытием.

Разрез разработанного двухслойного дорожного покрытия.



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

По технологии ИМЭТ дорожные железобетонные преднапряженные плиты изготавливаются на заводах ЖБИ и доставляются к месту монтажа полотна дороги. Железобетонные плиты снабжены сквозными каналами в средней части диаметром 15-25 мм, ориентированными вдоль полотна (и поперек при строительстве широкополосных дорог), а также шпунтованными боковыми гранями, или ровными гранями с посадочными гнездами для амортизаторов.

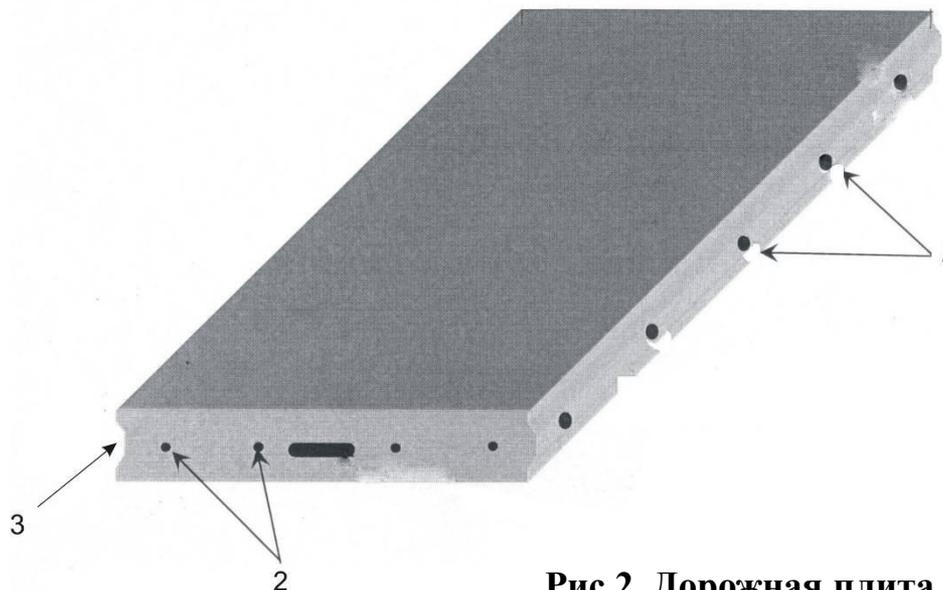


Рис.2. Дорожная плита из преднапряженного бетона:
1 – продольные сквозные каналы;
2- поперечная преднапряженная арматура ;
3-шпунтованные боковые грани (торцы) плит.

Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

Наличие сквозных каналов и шпунтованных граней позволяет стягивать такие плиты вдоль полотна в пакеты из 10-15 плит, стыкуемые шпунтованными гранями или с помощью амортизаторов, одевающихся на стальные канаты, укладываемые на слой песка на упрощенном основании в виде насыпи, сформированной из грунта, покрытый полиэтиленовой пленкой.



Подача бетонной плиты сборного типа на дорожное земляное полотно с подсыпкой дренирующего песчаного слоя, укрытого полиэтиленовой пленкой



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

Такие дороги начали строить в США, Канаде.

Производительность труда по укладке дорожного полотна по новой технологии превышает аналогичную для комплекса машин монолитного бетонирования дорог, существующих в России и других странах, в 8-10 раз.

Небольшое звено рабочих, снабженных соответствующей техникой, способно в месяц смонтировать несколько км высококлассных дорог



Сборные железобетонные конструкции на новой технологической основе

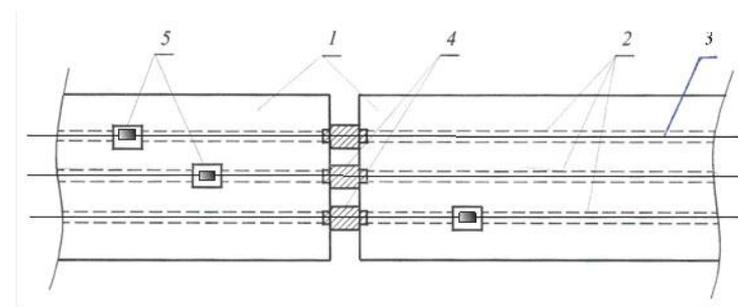
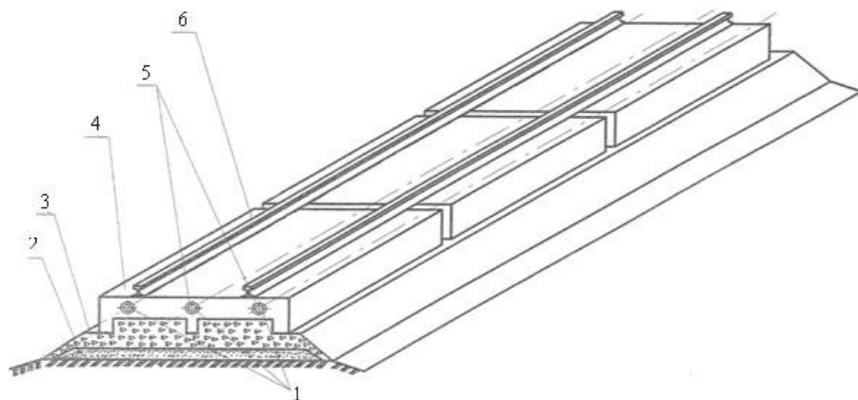


Рис. 5. Звено нового верхнего строения пути
 1 – стальные канаты; 2 – песчаная подсыпка;
 3 – щебеночная подсыпка; 4 – преднапряженная ж/б
 плита;
 5 – сквозные каналы; 6 – стальные рельсы

Трубобетон: новая технологическая основа современной строительной индустрии

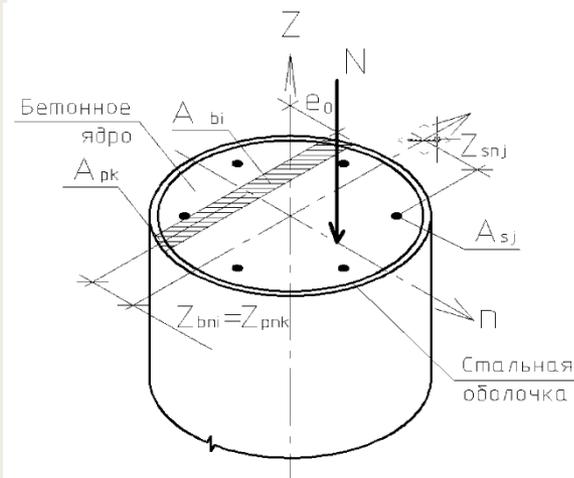
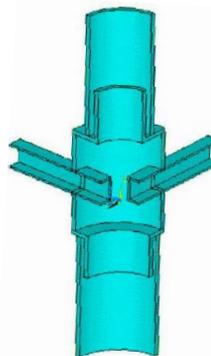




ИМЭТ

Преимущества трубобетона: вне конкуренции

Конструкционные и эксплуатационные	Технологические	Экономические
<p>1. Высокая несущая способность трубобетонных колонн</p> <p>2. Эффективность работы стальной обоймы - трубы вместо арматуры</p> <p>3. Повышение прочностных показателей, долговечности и стойкости бетона, находящегося в трубе</p> <p>4. Трехосное сжатие бетона, находящегося в трубе</p> <p>5. Снижение массы несущего каркаса здания</p> <p>6. Повышение огнестойкости стальных конструкций каркаса</p> <p>7. Высокая стойкость здания к сейсмике, взрывам, предельным нагрузкам и ударам</p>	<p>1. Выполнение стальной трубой роли первичного каркаса здания и несъемной опалубки для бетона</p> <p>2. Работа в зимнее время</p> <p>3. Высокая скорость возведения каркасов из трубобетона, в 3 - 4 раза превосходящая аналогичную для классического железобетона</p> <p>4. Снижение объемов сварочных работ в 2 - 3 раза</p>	<p>1. Сокращение расхода металла на возведение каркасов здания в 1,8 - 2 раза.</p> <p>2. Сокращение сроков строительства коробок зданий и сооружений в 1,5 - 2 раза.</p> <p>3. Снижение себестоимости строительства коробок зданий и сооружений на 25 - 30%.</p>





ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Железобетонный пустотелый элемент скоростной автомобильной многорядной трассы при транспортировке на место строительства. Видны отверстия для ввода стальных стягивающих канатов.

Развитие технологии монолитного и сборного пред- и пост- напряженного железобетона позволило реализовать строительство большепролетных (до 500 м) конструкций мостов и

эстакад, которые стали широко распространяться в США, Европе, Японии, КНР и других странах

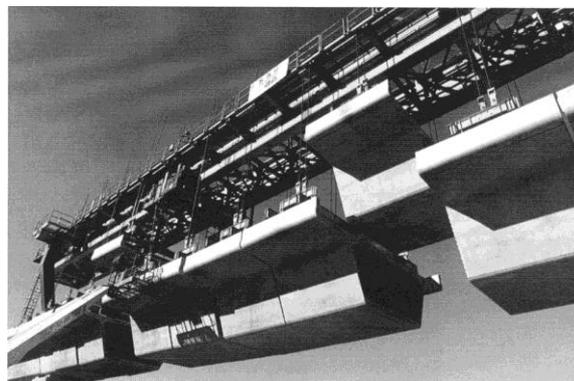


Рис. 2.34. Воздушный поезд в аэропорту им. Джона Фицджеральда Кеннеди, Нью-Йорк, штат Нью-Йорк
С любезного разрешения Figg Engineering Group



ИМЭТ

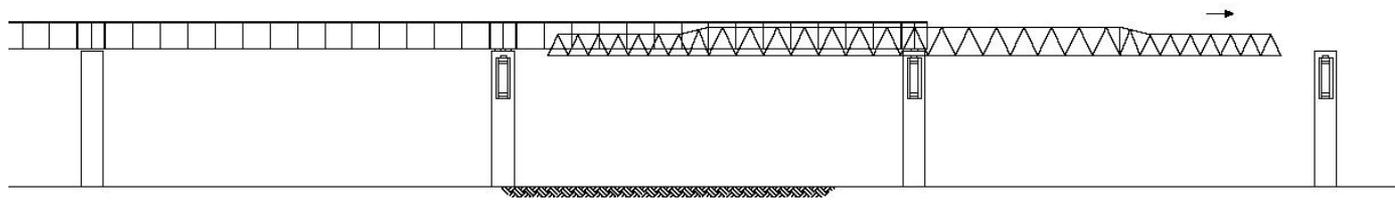
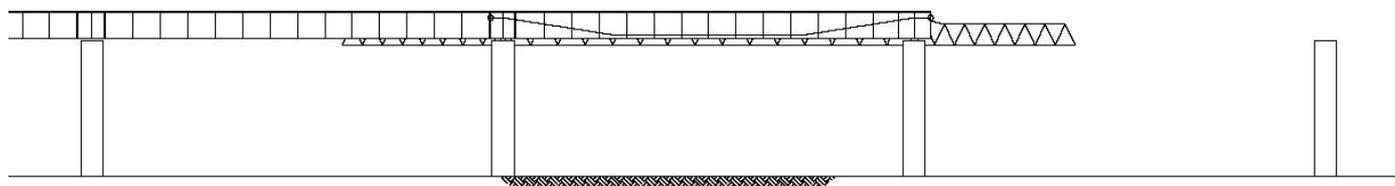
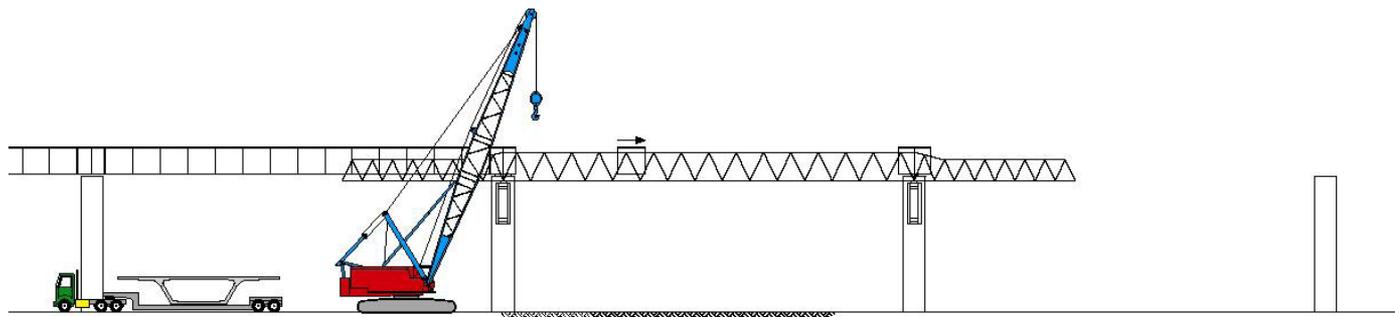
Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





ИМЭТ

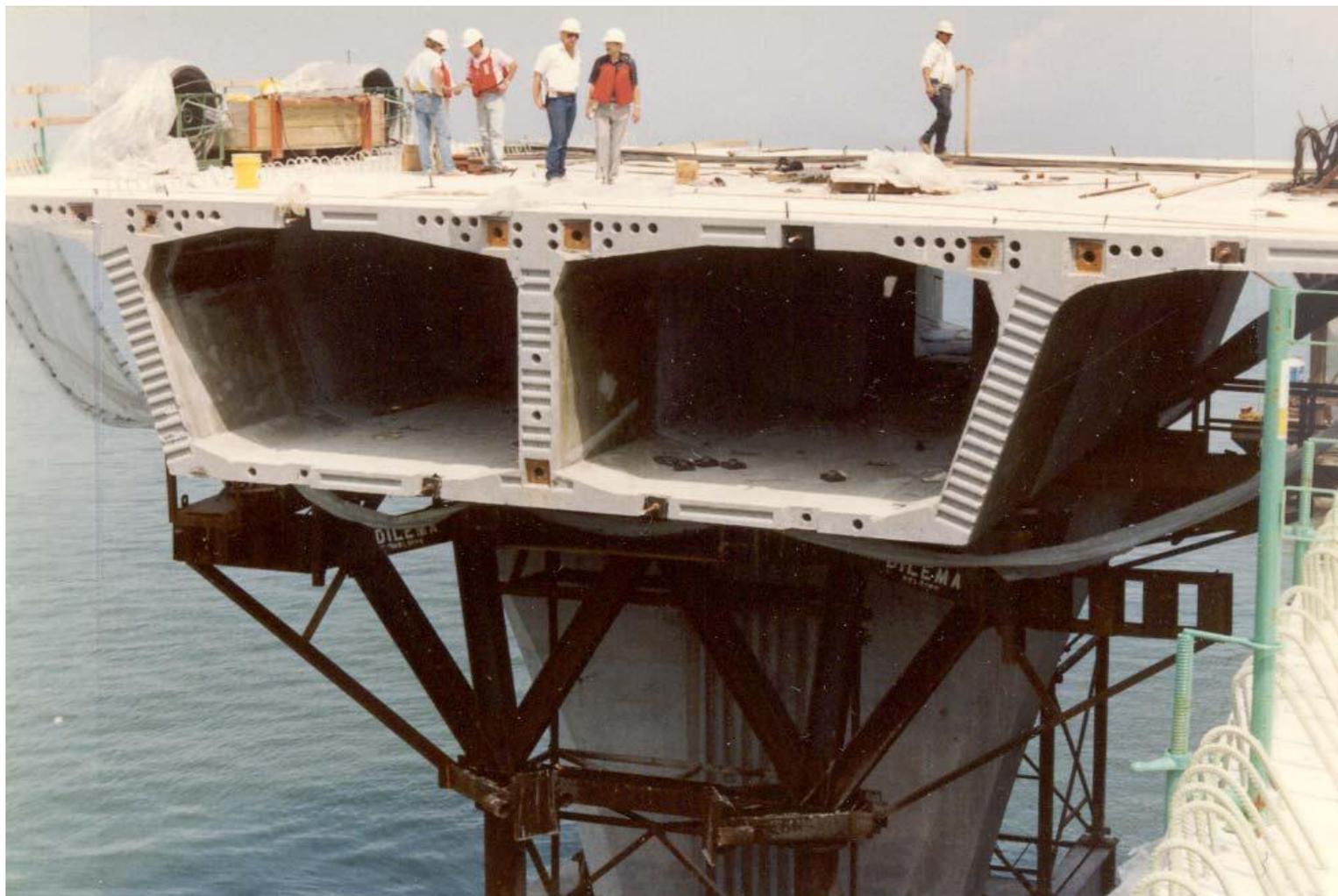
Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





ИМЭТ

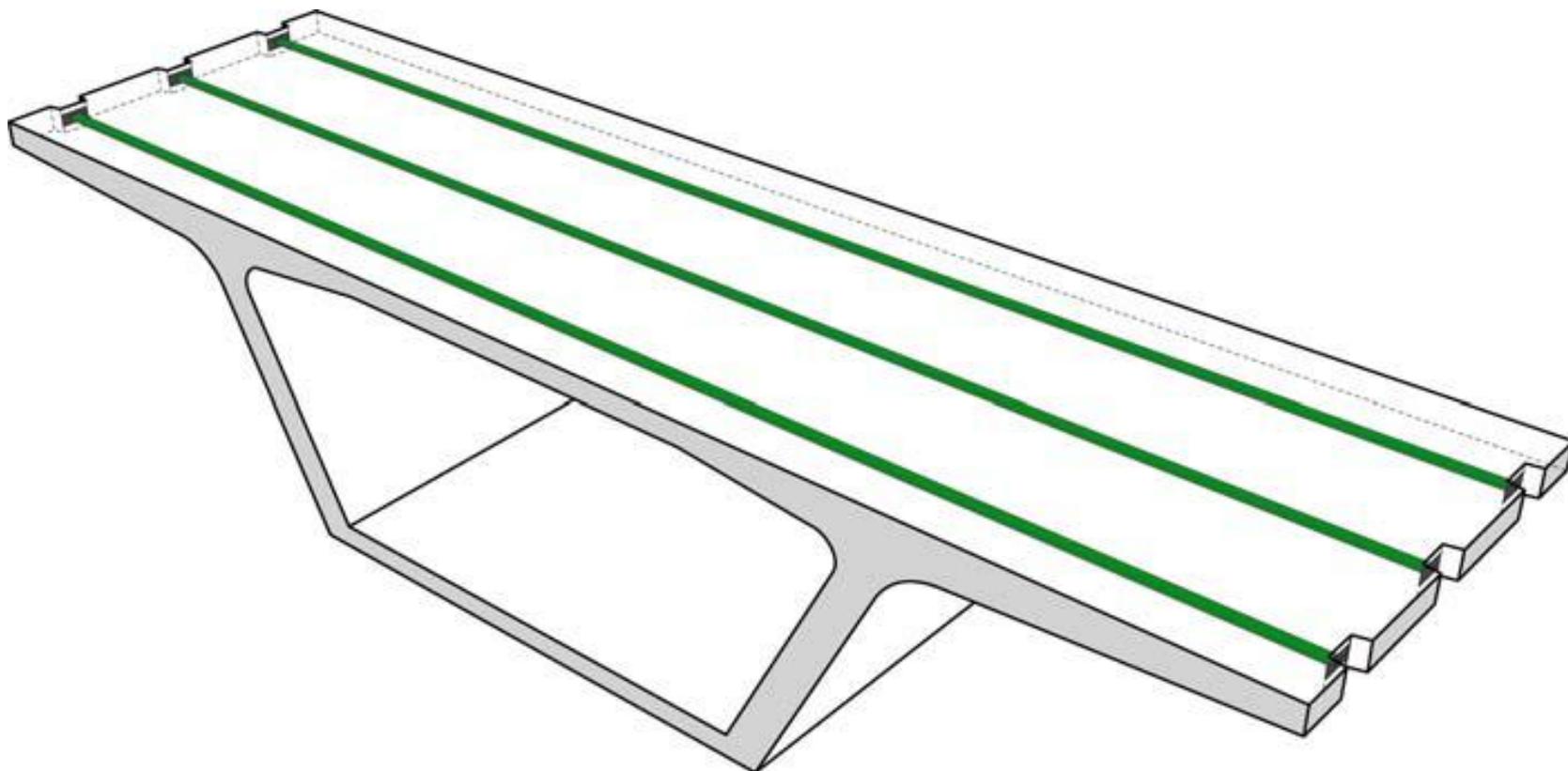
Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





ИМЭТ

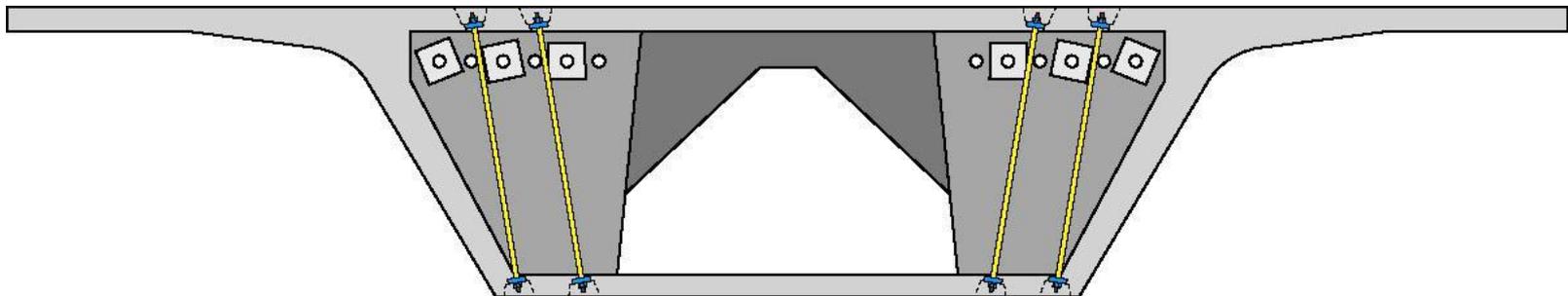
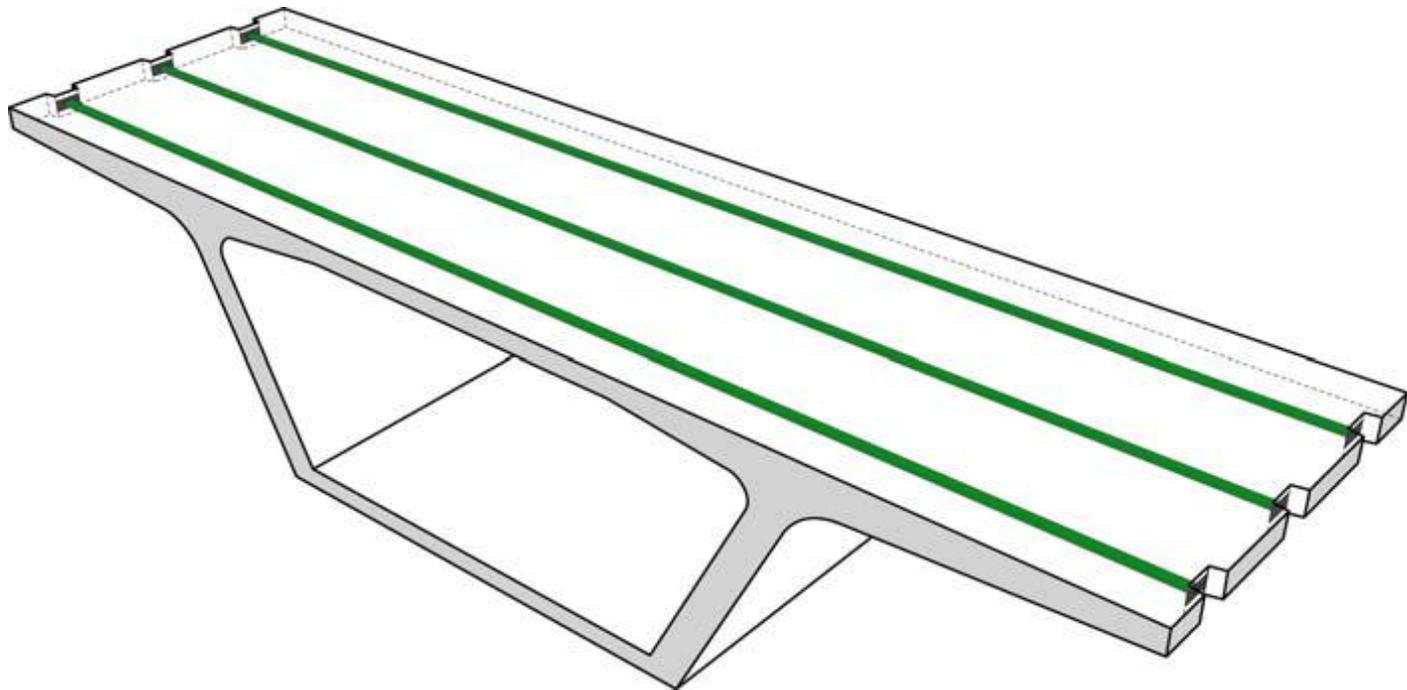
Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач

ИМЭТ





ИМЭТ

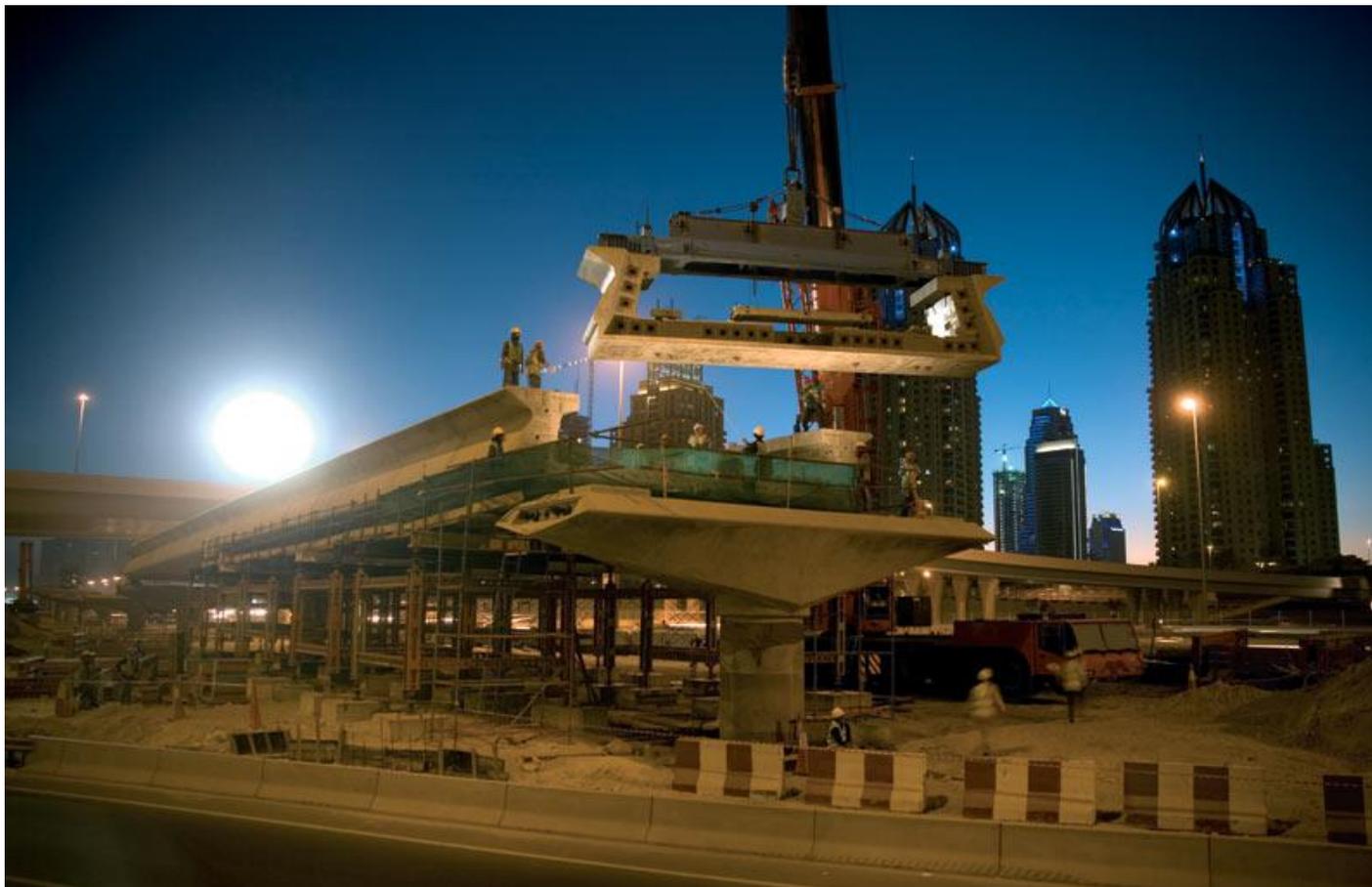
Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач





ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Post-tensioning используется в 90% проектов строительства мостов в ОАЭ



ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Мост Lavant, Южная трасса А2 (Австрия)



ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Bangkok Industrial Ring Road



ИМЭТ

Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач



Bangkok Industrial Ring Road



Post-tensioning: выход на новый уровень инженерных задач

ИМЭТ





ИМЭТ



**Нужна новая технологическая
основа**