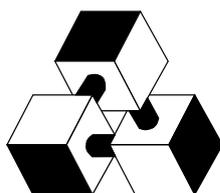


*Для служебного пользования*



МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И  
ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

открытое акционерное общество

**Московский ИМЭТ**

---

127521, г.Москва, 17 проезд Марьиной рощи, д.9  
ИНН 7715021675 КПП 771501001

тел. (095) 619-48-32 факс (095) 618-06-23  
moscowimet@mail.ru

**«НОВЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЬЯ»**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ  
И ТЕХНИКО - ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Генеральный директор, акад. РАЕН, д.х.н.	М.Я.Бикбау
Главный инженер, к.т.н.	В.Б.Тросницкий
Зам.генерального директора по экономике, к.э.н.	Ф.С.Юлдашева
Начальник патентного отдела, к.т.н.	И.А.Илясова

МОСКВА – 2010

## **1. Краткое описание положения в соответствующей отрасли в России и его сравнение с происходящим в других странах**

Распад СССР ознаменовал завершение крупнейшей в мировой истории удачной государственной политики в области строительства жилья на единой технологической основе. Технология строительства зданий и сооружений с применением изделий из сборного железобетона позволила стране, в основном, решить проблему обеспечения населения жильем – страна вышла на уровень строительства почти 90 млн.кв.м ежегодно. В стране была создана мощная комплексная база производства сборного железобетона, которая достигла уровня в 180 млн.куб.м в год, а в настоящее время в России производится около 25 млн.куб.м сборного железобетона ежегодно, при потенциальной возможности почти 400 предприятий производства 50 млн.куб.м различных конструкций из сборного железобетона. Из 2,9 млрд.кв.м жилого фонда России из железобетона построено около 2 млрд.кв.м.

В связи с возросшим уровнем жизни население уже не хочет жить в домах из сборного железобетона. Однако сборный железобетон не позволяет возводить здания выше 23 – 25 этажей, а применяемые несущие конструкции существенно утяжеляют строение по мере увеличения высоты. Такие дома не сейсмостойки и подвержены прогрессирующему обрушению. К сожалению, ценой индустриализации строительства жилья в Москве, как и в других городах, в годы Советской власти было радикальное снижение требований к архитектурной выразительности, комфортности и инженерной обеспеченности возводимого жилья, которое к настоящему времени, в связи со значительно возросшими потребительскими запросами, устарело морально и, в большей степени, физически. При современном объеме жилого фонда в России около 2,9 млрд. кв. м значительная его часть обречена на замену.

Кроме того, сборный железобетон крайне не экономичен в плане энергосбережения, что обуславливало в СССР перерасход энергоносителей на отопление в 1,8-2,0 раза по сравнению с развитыми странами.

Отличительной особенностью строительства домов из сборного железобетона было выполнение наружных стен домов из керамзитобетонных панелей. С вводом повышенных требований к теплозащите ограждающих конструкций выпуск керамзитобетонных панелей повсеместно стал сокращаться, и если еще в 1993 году доля крупнопанельных домов составляла 43%, то в 1998 году она уменьшилась уже до 23%.

Большое распространение получает технология монолитного домостроения, уступающая технологии сборного бетона и по индустриальности, и по срокам строительства, и по стоимости, но предусматривающая более современные наружные стены.

В значительно меньших объемах строительство массового жилья в России осуществляется по устаревшей архитектурно-строительной системе сборного железобетона. Дома высотой до 20 – 22 этажей строятся в массовом порядке из панельных конструкций, выполняющих одновременно и несущую, и ограждающую функции. Возведение таких домов требует значительных затрат на изготовление, доставку и сборку железобетонных конструкций.

Сборный железобетон не позволяет возводить здания выше 23 – 25 этажей, а применяемые несущие конструкции существенно утяжеляют строение по мере увеличения высоты. Такие дома не сейсмостойки и подвержены прогрессирующему обрушению.

В 2002 году практически завершён переход предприятий крупнопанельного домостроения на производство ширококорпусных домов на основе переработки типовых серий, с выпуском трехслойных теплосберегающих панелей для наружных стен с эффективными утеплителями.

Основная часть массового жилья в городах России включает 9 – 12-ти - и 17 – 22-х – этажные здания. Так, в г.Москве продолжают строиться дома повышенной этажности со значительными затратами бетона и металла (табл. 1).

Таблица 1

**Сравнительные данные расхода основных материалов  
при возведении из сборного железобетона  
многоэтажных домов различных типов**

**1.П-46М**

Планировочное решение – панельные блок-секции с увеличенными площадями квартир. 1,2,3,4-х-комнатные квартиры.

Этажность 4,5,7,9,14 этажей.

Высота жилых помещений – 2,64м.

Расход бетона, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> - 0,7

Расход арматуры, кг/м<sup>2</sup> - 80

**2.ИП-46С**

Планировочное решение – типовое.

Этажность 9,12,14,17 этажей.

Высота жилых помещений – 2,64м.

Расход бетона, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> - 0,82

Расход арматуры, кг/м<sup>2</sup> - 82

### **3.И-155С**

Конструкция новой индивидуальной серии панельных домов И-155 позволяет из одних и тех же изделий по одной и той же конструктивной схеме собирать дома разных конфигураций, разной этажности, с разными типами квартир. Каждый дом индивидуальной серии имеет «свое лицо»: везде свой набор квартир и разная планировка, этажность от 12 до 24 этажей, дома «башенного» типа или многосекционные.

Расход бетона, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> - 0,95

Расход арматуры, кг/м<sup>2</sup> - 110

### **4.ГМС-1.ГМС-2001**

Новая серия домов ГМС-1 – это новое поколение муниципальных и коммерческих жилых домов с использованием технологии полносборного индустриального домостроения. Основная этажность – 18, 17 и 9 этажей. Все решения основываются на определенном количестве сборных элементов и использования доборных декоративных деталей. Конструкция дает возможность возводить и 25-этажные дома ГМС-2001.

Расход бетона, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> - 0,9

Расход арматуры, кг/м<sup>2</sup> - 100

В условиях экономии теплоносителей получили распространение многослойные конструкции наружных стен домов с использованием дополнительных слоев из легких утеплителей в виде стекловолоконистых матов, плит из базальтового волокна, пенополистирола, а также других полимерных материалов – пожароопасных, недолговечных и экологически небезопасных. Керамзитовый гравий – лучший теплоизоляционный материал, экологически чистый, негорючий и долговечный – все более широко осваиваемый в развитых странах, в России в настоящее время для наружных стен практически не используется, и это при том, что в СССР он производился почти на 400 предприятиях и дал возможность возвести 80% массового жилья.

Наиболее эффективными на сегодняшний день многие специалисты считают архитектурно-строительные каркасные системы строительства многоэтажных зданий, разработанные во Франции (PPB-Sarex), Великобритании (Contiframe; Spanlight), США («Dycore»), Японии («Omnides»), Югославии (IBM) и др. странах.

Основные достоинства новых систем:

- повышение уровня комфортности и неограниченного разнообразия объемно-планировочных построений, трансформация планировочных решений при строительстве и эксплуатации зданий;
- снижение себестоимости строительства жилых и общественных зданий, что делает строительство жилья доступнее массовому потребителю;
- снижение уровня материало- и энергозатрат на строительство и содержание жилых и общественных зданий;
- повышение эффективности строительного производства за счет максимального использования имеющейся местной сырьевой и производственной базы;
- внедрение и возможность применения современных эффективных регулируемых инженерных систем (поквартирного отопления и др.);
- высокий темп возведения зданий, всепогодность строительства при минимальных затратах, в том числе и в зимних условиях.

В настоящее время и в России наблюдается переход строителей к современным каркасным системам строительства зданий и сооружений. Лучшие показатели демонстрируют архитектурно-строительные системы РЕКОН, КАЗАНЬ-1000, МОНОЛИТ, варианты системы «КУБ», а также популярная система «АРКОС» Белорусского научно-исследовательского института строительства, г.Минск, содержащие многие мировые и отечественные достижения в конструировании новых систем.

В развитых странах произошел практически полный переход на возведение жилья многоэтажных домов *без несущих стен*, на основе каркасных архитектурно-строительных систем, 80 % возводимых в них зданий имеют в своей основе каркас, выполненный из металла, монолитного или сборного железобетона, что позволяет исключить в конструкции зданий несущие стены, снизить материалоемкость строительства в 1,5 – 2 раза, соответственно ускорить сроки строительства и снизить его себестоимость.

Не останавливаясь далее на достоинствах известных каркасных систем, укажем их основные недостатки:

- возведение железобетонных колонн (а тем более монолитных стен) весьма трудоемко и затратно в связи с необходимостью монтажа арматуры и опалубки, омоноличивания стыков и ригелей, затруднительных особенно в зимних условиях;

- наружные стены зданий во всех вариантах выполняются со значительными трудозатратами, с применением недолговечных утеплителей и многослойных конструкций с полимерсодержащими теплоизоляционными материалами;

- возведение железобетонных колонн и многослойных стен недостаточно индустриально, требует ручного труда и отличается высокой стоимостью.

Весьма перспективной представляется для каркасных систем технология монолитного индустриального возведения ограждающих конструкций на основе легких пенобетонов. Однако ставшая известной нестабильность таких бетонов, изготавливаемых в условиях строительных площадок, не позволяет предполагать реальное применение таких бетонов в ближайшие годы для строительства массового жилья.

## **2. Краткое описание предлагаемой технологии и ее правообладателей**

Предлагаемая нами новая архитектурно-строительная система «ИМЭТ» является развитием каркасных систем и включает *возведение каркасов из трубобетона вместо широко применяемых железобетонных колонн, в сочетании с перекрытиями из преднапряженного бетона с натяжением на бетон в условиях строительной площадки и применения новых монолитных однослойных легких ограждающих конструкций из капсулированного керамзитового гравия (технология «КАПСИМЭТ») с оригинальной системой обеспечения пожарной безопасности многоэтажных и высотных зданий.* Новая система может служить технологической основой массового строительства домов любой этажности, отвечая условиям:

- энергосбережения;
- минимальной материалоемкости;
- индустриальности
- экологической чистоты;
- надежности;
- долговечности;
- безопасности.

### **2.1. Несущие колонны из трубобетона**

Трубобетонная колонна представляет собой внешнюю стальную оболочку (металлическую трубу), заполненную бетоном, образующим внутреннее ядро. Стальная обойма предназначена не только в качестве опалубки и одновременно продольной и поперечной арматуры, но и создает идеальные условия для работы бетонного ядра под нагрузкой. Будучи изолированным от внешней агрессивной среды, сжатый вертикальной нагрузкой, бетон стремится увеличить

свои размеры в радиальном направлении. В результате металлическая оболочка обеспечивает всестороннее равномерное обжатие бетонного массива, тем самым повышая несущую способность ядра. При этом очевидны не только экономия материалов (в первую очередь металла), но и упрощение технологии изготовления и монтажа таких колонн при возведении многоэтажных зданий, так как стальные трубы играют одновременно роль несъемной опалубки.

Следует отметить, что заполнение стальной трубы бетоном улучшает ее противокоррозионную стойкость, защищая от коррозии ее внутреннюю поверхность, повышает жесткость элементов, увеличивает локальную устойчивость стенок трубы, сопротивление оболочки смятию при ударных воздействиях, существенно повышает огнестойкость конструкций.

Использование в предлагаемой трубобетонной строительной конструкции узловых соединительных элементов позволяет снизить трудоемкость работ при возведении каркаса, исключить необходимость соблюдения большой точности обрезки торцов стальных труб для обеспечения предельно четкой их стыковки, существенно сократить сроки возведения и стоимость каркаса, повысит его прочность и несущую способность, позволяет упростить натяжение стальных канатов для преднапряжения железобетона в условиях строительной площадки.

Для создания жестких связей (жестких дисков) каркаса здания трубобетонные колонны соединяются между собой на первом этапе строительства через каждые  $\approx 10$  м, при этом горизонтальные балки служат основой при строительстве межэтажных перекрытий с преднапряжением на плиты из сборного железобетона в построечных условиях. Оптимальная площадь безопорного перекрываемого участка составляет  $7,2 \times 7,2 = 52$  кв. метра, что существенно расширяет возможности архитекторов для вариаций внутреннего пространства здания, как по горизонтали, так и по высоте межэтажных перекрытий.

Анализ расхода материалов для различных вариантов несущих колонн зданий приведен в табл.2 (при использовании одинаковых марок стали и бетона).

Выполненный анализ позволяет сделать вывод о значительной, в 1,5 – 2 раза, экономии металла и бетона для несущих конструкций из трубобетона при строительстве многоэтажных и высотных зданий, что подтверждается практическим опытом китайских строителей, табл. 3 .

Прекрасные конструкционные и строительско-технические свойства трубобетона позволяют строителям Японии, США, Франции,

Германии, КНР и др. стран эффективно применять его в самых различных областях строительства и, в частности, таких ответственных как мостостроение, строительство метро, а также торговых, культурных, промышленных и жилых зданий, а в последние годы в высотном строительстве.

Таблица 2

Анализ расхода материалов несущих колонн каркасов различных конструкций для жилых зданий различной этажности (при сетке 7.2 x 7.2 м)

Число этажей (h=3.2м)	Усилие в колонне, Тс	Монолитная ЖБ колонна квадратного сечения			Стальная труба по ГОСТ 8732-78		Колонна из трубобетона		
		Профиль, мм	Расход материала, кг		Профиль мм	Сталь С20, кг	Профиль см	Расход материала, кг	
			Арматурная сталь	Бетон М600				Сталь С20	Бетон М600
3	225	30 x 30	8.5	690	325 x 9.5	222	159 x 5.5	63	150
9	675	40 x 40	112	1312	402 x 16	456	325 x 6.0	150	642
17	1275	50 x 50	248 *	2052	530 x 35	1110	402 x 7.5	278	889
25	1875	60 x 60	442 *	2946	550 x 75	2637	530 x 8.0	313	1544
35	2625	70 x 70	761 *	4006	720 x 63	3375	630 x 10.0	438	2182

\*) Требуется жесткая арматура (в виде стального проката)

Наиболее широко в последние десятилетия трубобетон начал применяться в КНР, где создана нормативная база его применения в строительстве. Опыт китайских строителей, во многом, базируется на научных работах российских, украинских и белорусских инженеров и ученых.

По опубликованным данным, в течение последних десяти лет с применением каркасов из трубобетона в КНР построено уже более 100 небоскребов. Среди них здание небоскреба на площади Сайгэ в Шэньчжэне является на сегодняшний день самым высоким в мире с каркасом из трубобетона. В наземной части имеется 72

этажа, в подземной – 4, общая высота составляет 291.6м, общая площадь здания превышает 160 тыс.м<sup>2</sup>. Это многофункциональное комплексное сооружение (рис. 1), спроектированное и построенное с учетом возможности семибалльного землетрясения.

Практический опыт строителей КНР на сотнях высотных зданий полностью подтвердил преимущества трубобетонных конструкций, установленные многочисленными исследованиями в разных странах (табл. 3).



Рис. 1. Здание с каркасом из трубобетона на площади Сайгэ в Шэньчжэне, КНР (72 этажа)

Таблица 3

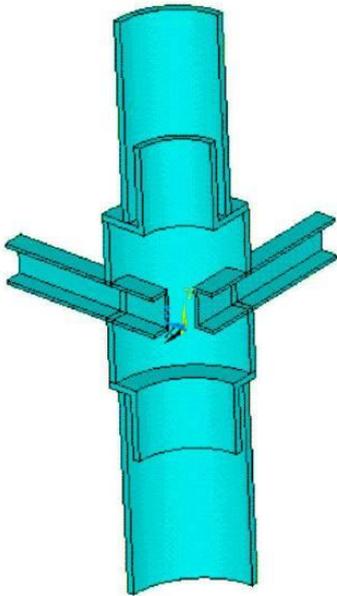
Основные преимущества технологии трубобетона при  
строительстве многоэтажных и высотных зданий по опыту  
китайских строителей

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

В настоящее время в КНР ежегодно возводится около 100 высотных зданий в 30-40 этажей. На рис.2 приведена фотография строящегося по технологии трубобетона здания в г.Пекин. На рис.3а приведен вид узла сопряжения трубобетона с перекрытием разработанного ОАО «Московский ИМЭТ», а на рис.3б вид такого сопряжения в строящемся доме в Подмосковье.



Рис.2 Дом в г.Пекин строящийся с применением трубобетонных колонн



а)



б)

Рис.3 Разработанный элемент узла сопряжения трубобетонной колонны с перекрытием (а), вид узла сопряжения в строящемся здании (б).

Массовое строительство жилья с использованием технологии трубобетона начато в Республике Казахстан. Так в июне 2005 года испытания в жилом комплексе «Almaty Towers» показали, что трубобетонные каркасы выдержали воздействия, соответствующие землетрясению в 8,7 баллов. В настоящее время осуществляется проектирование и строительства жилья в г.Алма-Ата, районы «Manhattan Kazakhstan» в объеме 2,9 млн.м<sup>2</sup> по технологии трубобетона.

## ***2.2.Современные перекрытия***

Современные подходы к возведению перекрытий различных зданий и сооружений включают три основных варианта:

- возведение перекрытий по технологии омоноличивания бетоном стального армирующего каркаса со съемной опалубкой;
- омоноличивание бетоном перекрытий с несъемной опалубкой в виде тонкомерных оболочек из бетона;
- сборка перекрытий из преднапряженных многопустотных железобетонных плит.

Во всех случаях применения преднапряженной арматуры в перекрытиях позволяет получить значительную экономию металла. Так, в России наиболее широко применяется затратный первый вариант изготовления монолитных перекрытий, при котором расход арматуры на 1 м<sup>2</sup> площади составляет в среднем 20-40 кг.

При применении напряженной арматуры для монолитных перекрытий с натяжением в построечных условиях удается снизить расход металла в 1,7 – 2 раза, а бетона – на 20-30%. Наиболее эффективным для изготовления перекрытий является применение многопустотных плит, позволяющих снизить расход металла до 5 – 7 кг/м<sup>2</sup>, при минимальной приведенной толщине перекрытий. Такие перекрытия, стянутые стальными канатами, смонтированы в последние годы в нескольких 17-22 этажных зданиях в г.Москве.

По предлагаемой архитектурно-строительной системе «ИМЭТ» предусматривается применение многопустотных плит перекрытий, стягиваемых стальными канатами в единые жесткие диски. Новый подход позволяет, помимо экономии металла и бетона, радикально ускорить монтаж перекрытий заводского изготовления в построечных условиях.

Кроме этого, новая технология позволяет в многоэтажном и высотном строительстве при строительстве перекрытий, уйти от балочной системы, существенно усложняющей процесс возведения

здания, обеспечивая при небольшой толщине перекрытия его высокую несущую способность и возможность эффективного варианта работы каркаса здания в ансамбле: несущие колонны – перекрытия – фундамент.

Отличительными особенностями новой технологии являются:

- эффективное использование металла (канатов и опорных пластин), бетона и пластмасс (вкладышей);
- применение защитных оболочек для стальных канатов и анкеров.

### **2.3. Наружные стены**

В строительной индустрии и ЖКХ ежегодно расходуется более 500 млн.т условного топлива, из которых 400 млн.т идет на отопление, горячее водоснабжение и освещение зданий.

На эксплуатацию 1 кв.м помещений в России затрачивается около 90 кг условного топлива в год, что превышает аналогичные затраты, например, в Швеции в 3 раза. В общих потерях тепла при эксплуатации зданий 45% его теряется через стены домов, при этом потери тепла в индивидуальных, малоэтажных домах в связи с большей площадью теплообмена с окружающей средой в 2,5 – 4 раза выше, чем в квартирах многоэтажных домов. Не случайно за рубежом с целью энергосбережения предусматривается, в частности, увеличение ширины многоэтажных домов до 30-35 м, а в общественных зданиях – до 55 – 60м.

Современные наружные стены домов при строительстве массового жилья возводятся несколькими способами:

- поэтажно опертые стены, выкладываются из штучных изделий (ячеистобетонные, керамические, бетонные камни и т.п.), не скрепляемые растворами, как правило, с дополнительным утеплением стен минеральными или полимерными утеплителями: минеральная вата, плиты из базальтового волокна, пенополистирольные плиты и т.п. горючими, недолговечными и экологически вредными утеплителями. Даже негорючая минеральная вата и плиты из базальтового волокна становятся пожароопасными в связи со связыванием волокон полимерными смолами, количество которых составляет 6 – 10% масс.

Широко применяемые для теплоизоляции наружных стен пенополистирольные плиты полностью себя дискредитировали в связи со старением материала в течение 10 – 15 лет и значительной утрате теплоизолирующих свойств, а также смертельной угрозе при

возгорании, так как горящий пенополистирол выделяет ядовитые вещества. США и европейские страны сбрасывают в Россию отжившие технологии и оборудование, сокращая у себя производство пенополистирола для строительства.

Применяемая в Германии многослойная теплоизоляционная фасадная система (WDV-Systeme) получила широкое распространение в Европе к середине 90-х г.г., а с 1997г. и в России. Она состоит из бетонной или кирпичной конструктивной части, к которой монтируется и закрепляется дюбелями теплоизоляционный слой, армированная сетка из стекловолокна, акриловая грунтовка, содержащая кварцевый песок, и декоративный штукатурный слой. Требуемое качество возведения таких конструкций стен достигается при условии привлечения рабочих, владеющих несколькими строительными специальностями. По стоимости и многостадийности  $1\text{ м}^2$  такой фасадной системы при общей толщине 420-450 мм превышает кирпичную стену с облицовочным слоем общей толщиной 640 мм, тем более стену из ячеистобетонных блоков.

Опыт строительства в России на примере с теплозащитой зданий показал серьезные последствия ошибок при принятии недостаточно обоснованных законодательных решений в технической политике. Из-за завышенных требований изменения №3 к СНиП –II-3-79 в России были приговорены и практически уничтожены десятки заводов по производству керамзитового гравия, численность которых сократилась с 400 предприятий почти в 2 раза. И это при том, когда керамзитовый гравий, являясь пенистой керамикой, начинает все в больших объемах производиться во всем мире, вытесняя минеральные и полимерные утеплители.

Рынок России наводнен дорогими и недолговечными зарубежными полимерными и волокнистыми «эффективными» утеплителями, которые используют в конструкциях двух – и трехслойных наружных стен сборных и монолитных многоэтажных зданий. Из-за большого количества неоднородных металлических и железобетонных теплопроводных включений по полю и периметру многослойных стеновых ограждений их приведенное термическое сопротивление снижается в 1,5-2 раза, что требует значительного увеличения объема устанавливаемого дорогостоящего утеплителя. Срок его годности составляет 10 – 15 лет, после чего его теплозащитные свойства в результате старения снижаются в 1,5-2 раза. Срок службы зданий 50 – 100 лет, поэтому через 10 – 15 лет потребуется дополнительное утепление многослойных стен или полная замена такого утеплителя. В результате вместо запланированного «экономического эффекта» за счет снижения

затрат на отопление зданий следует ожидать огромных дополнительных затрат на ремонт и утепление стен.

Исправление стратегической ошибки в технической политике страны было выполнено в 2003 году с выходом СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», а затем в 2006 году с выходом СТО 00044807-001-2006 РОИС, открывшем возможность применения однослойных ограждающих конструкций из различных видов пористых керамических, бетонных и других эффективных материалов. Ущерб, нанесенный изменением № 3 к СНиП-II-3-79 трудно точно оценить, но он составляет по стране ежегодно сотни млрд.руб., безвозвратно потерянных, за счет применения пожароопасных и вредных «эффективных» утеплителей, которые теряют свои свойства через 10 – 15 лет и будут требовать замены теплоизоляции построенных зданий.

### ***Отказ от «эффективных» утеплителей: однослойные негорючие, долговечные монолитные стены***

Принципиально новой возможностью индустриального возведения ограждающих конструкций с декоративными фасадами в виде несъемной опалубки является новая технология, разработанная впервые в мире ОАО «Московский ИМЭТ» и реализованная пока в малоэтажном строительстве, в строительстве более 100 зданий в Москве и Подмосковье.

Разработанная технология позволяет индустриально возводить легкие ( $400-600 \text{ кг/м}^3$ ) и теплые однослойные стены из крупнопористого керамзитобетона. Новая технология отличается минимальным расходом цемента: он составляет 100-140 кг цемента на  $1 \text{ м}^3$  стены.

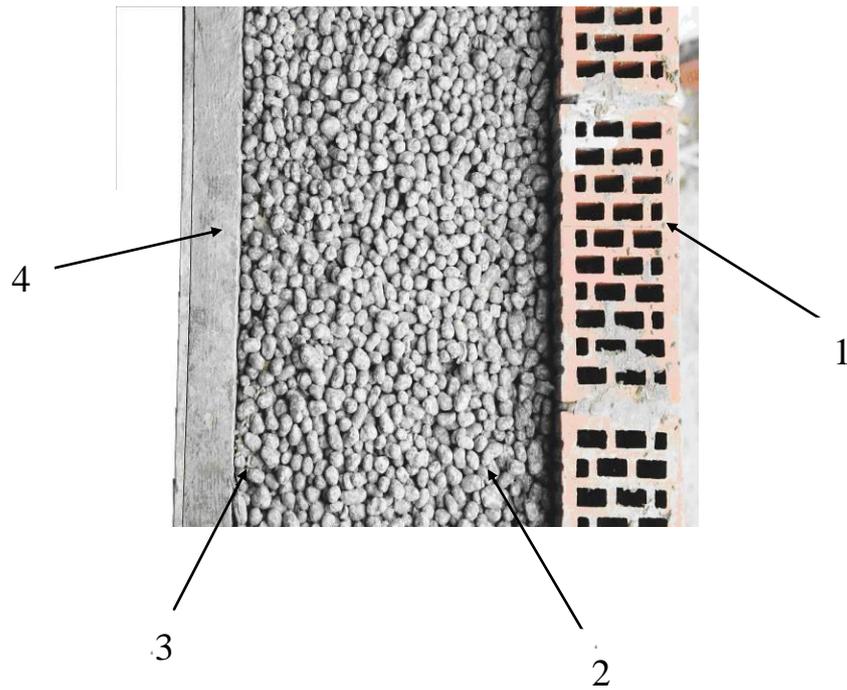
Суть новой технологии - в капсуляции цементным молочком керамзитового гравия и его укладке в межпалубное пространство, образованное несъемной опалубкой, выполненной в виде скорлупы из архитектурного бетона или керамических плит. Новые ограждающие конструкции опираются на перекрытия. На рис.4 приведен вид различных сечений стен на основе нового материала и технологии, названных нами «КАПСИМЭТ», толщина стен для климатических условий Москвы составляет около 400 – 450 мм при объемной массе  $450 - 550 \text{ кг/м}^3$  и термическом сопротивлении ( $R_0$ ) в пределах  $3,5 - 3,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$ , что полностью удовлетворяет требованиям по теплозащите наружных стен высотных зданий по МГСН 4.19 – 05.

Наиболее важные достоинства «КАПСИМЭТ» - максимально эффективное использование легкого заполнителя непосредственно в ограждающей конструкции и низкая сорбционная способность (материал поглощает не более 1-1,5% влаги), хорошая паропроницаемость. Так, материал «КАПСИМЭТ» на основе керамзитового гравия имеет коэффициент паропроницаемости 0,14-0,20 мг/м<sup>2</sup>·ч·Па. Значения коэффициента паропроницаемости для наиболее распространенных материалов: пенополистирол – 0,03-0,05, железобетон – 0,03, керамзитобетон – 0,09-0,14, кирпич обыкновенный глиняный – 0,11, кирпич керамический пустотелый – 0,14, бетон ячеистый (М 300) – 0,14-0,25 единиц.

Морозостойкость материала не менее 50 циклов, огнестойкость не менее 2 часов, он не горит и экологически абсолютно чист, с течением времени наблюдается карбонизация цементной оболочки материала стен, повышающая их прочность.

Одним из главнейших свойств материала для строительства стен домов является воздухопроницаемость, определяющая комфортность жизни в помещениях. Если бетон имеет сопротивление воздухопроницанию около 20000 м<sup>2</sup>чПа/кг, то «КАПСИМЭТ» по этому параметру соответствует известняку-ракушечнику с R<sub>н</sub>~6-10 м<sup>2</sup>чПа/кг. Этим объясняется тот факт, что в домах со стенами из «КАПСИМЭТа» прекрасно дышится, сохраняется сухой микроклимат, дерево в домах не гниет, такие стены – решение проблемы недостатка кислорода в жилье за счет воздухообмена через стены, которые «дышат».

a)



в)

б)

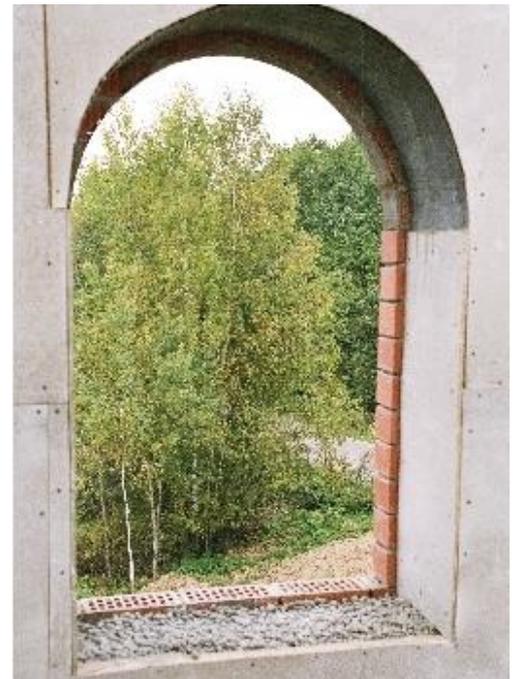


Рис.4. Однослойные стены из керамзитового гравия, омоноличеного по технологии «КАПСИМЭТ»:

- а) стена с облицовкой кирпичом:  
 1 – лицевой кирпич; 2 – «КАПСИМЭТ»;  
 3 – деревянный брус несъемной опалубки из ЦСП; 4 – плита ЦСП;  
 б) вид стены под конек крыши;  
 в) оконный проем.

Применение «КАПСИМЭТа» исключает и проблемы паропроницаемости. Коэффициент комфортности наружных стен, построенных по технологии «КАПСИМЭТ» составляет 1,4. Следует обратить внимание на тот факт, что использование капсуляции легких заполнителей, выступающих в «КАПСИМЭТе» не пассивными, а сотообразующими, т.е. основными элементами структуры, позволяет эффективно решать не только проблему утепления но и звукоизоляции зданий, индекс звукоизоляции «КАПСИМЭТ»  $R_w > 60$  Дб.

Важно отметить, что созданы не только материал и технология «КАПСИМЭТ», но и оборудование, работающее как в производственных, так и в условиях строительных площадок, в том числе на перекрытиях возводимых зданий.

Здания и сооружения архитектурно-строительных систем с несущими конструкциями из трубобетона по мировому опыту строительства являются наиболее сейсмически устойчивыми, пожаробезопасными и долговечными.

Решением Научно – технического совета Департамента строительного комплекса Москвы в мае 2006 года одобрено применение новой архитектурно – строительной системы ИМЭТ, разработанной ОАО «Московский ИМЭТ».

Высокая эффективность предлагаемой архитектурно-строительной системы позволяет считать перспективной ее применение в качестве технологической основы для реализации национального проекта России: «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

### ***Пожарная безопасность в многоэтажных и высотных зданиях***

Пожары в высотных, многоэтажных зданиях и сооружениях являются одной из ключевых современных проблем безопасности человека.

Россия занимает первое место по показателям смертности при пожарах в Восточной Европе, названными представителями Всемирного центра пожарной статистики ужасающими.

По мнению специалистов, занимающихся вопросами эвакуации при пожарах в высотных и многоэтажных зданиях: ***на сегодняшний день все высотные здания и небоскребы не оборудованы средствами, способными обеспечить массовую, безопасную и комфортную эвакуацию людей в случае крупного пожара.***

В качестве ключевого дополнения к архитектурно-строительной системе ОАО «Московский ИМЭТ» разработан способ и устройство для обеспечения пожарной безопасности и, при необходимости,

оперативной эвакуации людей при пожарах в высотных и многоэтажных зданиях и сооружениях (телевизионные и другие башни, вышки и т.п.). **Основной идеей изобретения является встраивание в верхней части высоток значительных объемов воды**, размещаемых в центральный ствол жесткости здания отдельно или вместе с лифтами и обеспечивающих:

- оперативное тушение возгораний и пожаров в любой части здания;
- безопасную эвакуацию людей, в том числе малоподвижных групп населения, из зон возгорания в безопасные помещения здания или из здания с помощью плавающих лифтов;
- демпфирование и компенсация колебаний многоэтажных и высотных зданий при ветровых и сейсмических воздействиях.

Высотное здание, рассматриваемое для примера реализации предлагаемого способа и устройства для эвакуации людей при пожарах в высотных зданиях, представлено на рис.5.

Специальные технические условия, согласно существующим требованиям по противопожарной защите высотных зданий, предписывают предусматривать объем бака с водой до 65м<sup>3</sup>, обеспечивающий 10 минут работы систем противопожарного водопровода. **Несколько сотен кубометров воды по архитектурно-строительной системе «ИМЭТ» в верхней части высотного здания или сооружения могут позволить пересмотреть всю современную идеологию противопожарных мероприятий и борьбы с огнем за счет оперативного использования значительных объемов воды для тушения очагов возгорания без работы высоконапорных насосов**, зависящих от энергоснабжения, за счет естественного давления столба воды в отсеках эвакуационных шахт. При этом открывается возможность быстрой подачи в заданные места высотки значительных объемов воды, не лимитируемых производительностью насосов и, соответственно, **радикального уменьшения времени начала работы систем тушения - до 3-5 минут в любой точке высотного здания при каждом варианте возгорания.**

Предлагаемое техническое решение предусматривающее наличие значительных (300-1000 куб.м) объемов воды, расположенных в верхней части многоэтажного или высотного здания, позволяет эффективно бороться с пожарами на ранней стадии - путем оперативного гашения возможных возгораний, обеспечения водою спринклерных систем, создания водных завес внутри здания и на фасадах, а также всех систем противопожарного водопровода. Такая возможность применения обычных водопроводов

решает проблемы, связанные с применением для пожарных водопроводов весьма небезопасных высоконапорных трубопроводов, характеризующихся высоким давлением - до 15-20 атм., прорыв которых может нанести значительный ущерб.

Обычные пожарные депо с крупногабаритными автомашинами, их лестницами ограниченной высоты, небольшими запасами воды и высоконапорными шлангами, автомобильными пробками на дорогах и у высотных домов, трудностями подъезда к зданиям, станут для многоэтажек и высоток анахронизмом и будут не нужны.

При использовании спасательных плавающих лифтов необходимо учитывать, что оно параллельно позволяет решить несколько важных задач. Так расположение столбов воды в верхних отсеках эвакуационных шахт оказывает положительное влияние на устойчивость высотных зданий и сооружений с точки зрения демпфирования и компенсации постоянных ветровых и редких сейсмических воздействий, осуществляющих раскачивание и колебание верхней части коробки высотного здания, так как масса столбов воды составляет несколько сотен тонн. В частности, для приводимого примера на рис.5 объем воды составит около  $760 \text{ м}^3$ , т.е. около 760 тонн. Как известно, увеличение демпфирования – один из самых действенных методов подавления аэродинамической и сейсмической неустойчивости.

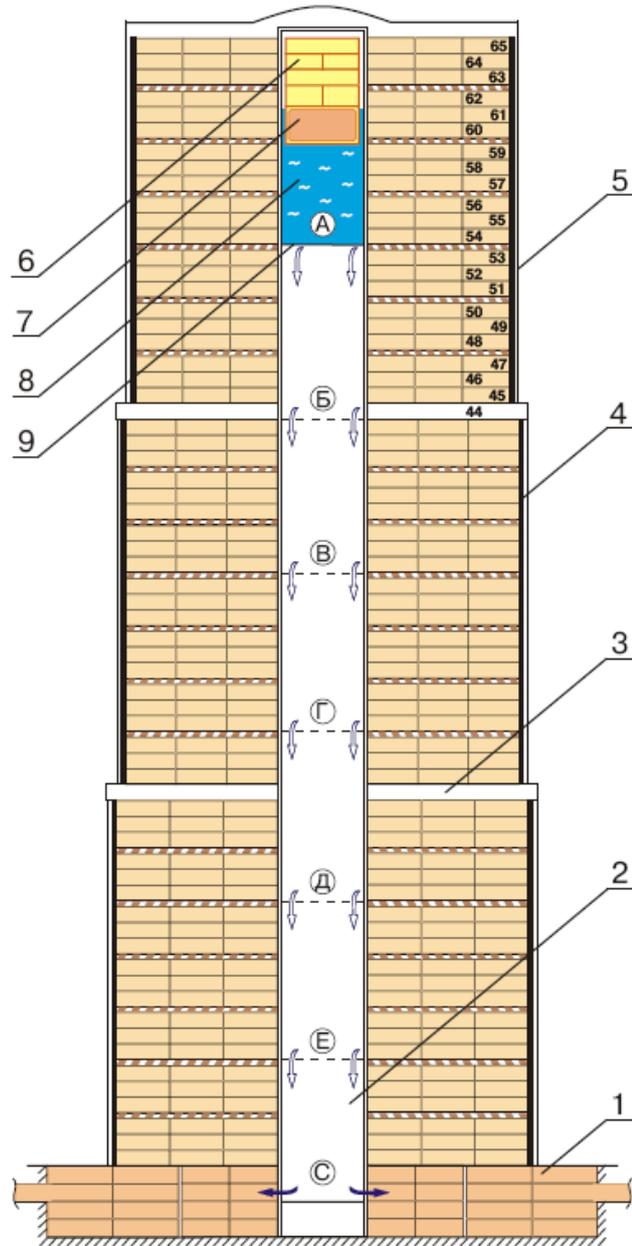


Рис.5. Исходное положение водного резервуара-демпфера с плавающим лифтом в 65-этажном высотном здании

- 1 – фундаментная конструкция здания;
- 2 – центральный ствол;
- 3 – опорные платформы: технические этажи;
- 4 – колонны из трубобетона;
- 5 – наружные стены;
- 6 – этажи плавающего лифта;
- 7 – понтон плавающего лифта;
- 8 – столб воды, удерживающий плавающий лифт;
- 9 – диафрагма для регулирования прохождения воды

Обычно для решения проблемы гашения ветровых и сейсмических воздействий, вызывающих раскачивание и вибрацию высотных зданий и сооружений конструкторы применяют различные технические приемы, заключающиеся в помещении грузов значительной массы в верхнюю часть высоток. Так, при строительстве небоскреба Taipei 101 Tower (Тайвань), построенного в сейсмически активной семибальной зоне и силе ветра до 200 км/ч, внутри небоскреба на высоте между 88 и 92-м этажами подвешен стальной шар – виброгаситель массой 635т. Применение воды как жидкого демпфера – амортизатора более эффективно, безопасно и дешево, кроме того, можно легко регулировать массу воды и высоту ее расположения в шахтах.

Передовой мировой опыт иллюстрирует новый подход к снижению инерционных колебаний высотных зданий путем применения регулирующего колонного жидкостного демпфера (TLCD). Разработан такой демпфер канадской компанией «Motions Engineering Inc.» для строительства 308-метровой башни «Comcast Center» в Филадельфии. Разработанный TLCD включает более 1200 м<sup>3</sup> воды, размещенных в верхней части небоскреба на высоте 280 м в специальной емкости. Аналогичные TLCD были разработаны для здания «Rendom Хаус» в Нью-Йорке объемом 644 м<sup>3</sup> и «Файнэншл Center» в Ванкувере объемом 417 м<sup>3</sup>.

Экономический эффект от реализации нового подхода к эвакуации людей и борьбе с пожарами в многоэтажных зданиях и высотках трудно переоценить, решая главную задачу сохранения жизней людей и безопасности уникальных зданий и комплексов. Современное состояние мировой и российской техники вполне достаточно для реализации в практике предлагаемых передовых каркасных архитектурно-строительных систем, простых технологий и устройств, являющихся энергосберегающими, надежными и эффективными уже сегодня при строительстве и эксплуатации высотных, многоэтажных зданий и сооружений.

Архитектурно-строительная система «ИМЭТ» защищена 12 патентами РФ.

Патенты по системе «АРКОС», полученные научно-исследовательским и экспериментально-проектным республиканским унитарным предприятием «Институт БелНИИС»:

- пат. № 2233952 «Каркас многоэтажного здания», 2002г., патентообладатель – научно-исследовательское и экспериментально-проектное республиканское унитарное предприятие «Институт БелНИИС»;
- пат.№ 1776734А1 «Каркас многоэтажного здания и способ его возведения», 1989г., патентообладатель – научно-исследовательское и экспериментально-проектное республиканское унитарное предприятие «Институт БелНИИС»;
- пат. № 2197578 «Конструктивная система многоэтажного здания и способ его возведения (варианты)», 2000г., патентообладатель – научно-исследовательское и экспериментально-проектное республиканское унитарное предприятие «Институт БелНИИС»;
- пат. № 2155257 «Стыковое соединение наружной стены с каркасом здания», 1998г., патентообладатель – научно-исследовательское и экспериментально-проектное республиканское унитарное предприятие «ИнститутБелНИИС».

### **3. Анализ препятствий, мешающих широкому применению технологии в Российской Федерации**

Основной причиной, препятствующей реализации новых технологий в строительстве, является высокая стоимость реализации жилья в России, превышающая его себестоимость в разы. Если во всем мире, развитых странах, прибыль строительных организаций составляет около 10 – 12%, то в России она до кризиса не интересовала строителей, если не приносила как минимум 40 – 60% от себестоимости строительства. Всем участникам строительного процесса – архитекторам, проектировщикам, строителям, риэлторам и согласующим чиновникам – была выгодна более высокая стоимость работ, так как каждый из участников строительного процесса получал в определенной пропорции свою долю от затрат и чем они больше, тем больше эта доля. Проигрывает всегда конечное лицо – покупатель жилья.

При себестоимости одного квадратного метра жилья в 1000\$ US и продажной цене 4000 - 5000 \$ US, например, в Москве, никого не интересует экономия 200 – 300 \$ US на квадратный метр за счет новых технологий.

Дополнительными причинами незаинтересованности строительных организаций в реализации новых технологий являются:

- определенные риски при применении инноваций;
- отсутствие достаточной информации о новых технологиях и достижениях в строительстве;
- распад отраслевых технологических институтов, применение устаревших проектных решений;
- отсутствие мотивации в снижении расходов металла и бетона, уменьшении энерго- и трудозатрат;
- полная вакханалия со сметными расчетами стоимости строительства, сметчики подгоняют свои расчеты под пожелания заказчиков.

#### **4. Оценка субъектности ныне применяемых технологий (т.е. используется ли она государственными предприятиями, коммерческими структурами, если олигархическими холдингами, то какими именно (по возможности))**

В городах России массовое жилье строится с применением технологии сборного железобетона, монолитного, каркасно-монолитного строительства и каркасного в различных вариантах; монолитных колонн, монолитных стен, сборных железобетонных колонн с применением в качестве наружных стен или навесных трехслойных панелей, или выполнения многослойных стен из штучных стеновых материалов с утеплителями и различными фасадами.

Основная часть строительных компаний России сконцентрирована в крупные холдинги, включающие не только строительно-монтажные подразделения, но и заводы строительной индустрии – производители широкой номенклатуры материалов и изделий (цементов, бетонов, кирпича, утеплителей, облицовочных плит и т.п.), а также бетонно-растворные узлы и карьеры нерудных материалов. Такими олигархическими холдингами являются: МИРЕКС – ГРУПП, ИНТЕКО, СУ – 155, ПИК, ГЛАВСТРОЙ, ДСК – 1, ЛСР и др., ведущие стройки по всей России.

В значительной степени применение технологий, в частности, сборного железобетона такими компаниями связано с наличием в собственности дочерних предприятий – производителей сборного железобетона – и желанием обеспечить их работой.

Связь строительных компаний с отраслевой наукой весьма слабая в соответствии с нежеланием крупных строительных фирм вкладывать средства в освоение новых технологий, обучать персонал, нести определенные риски в применении передовых, но не всегда отработанных в практике технических решений. Проектные институты, не имея подпитки от технологических, практически уничтоженных, по крайней мере, в строительном комплексе институтов, применяют устаревшие технологии, узлы и конструкции, перестраховывают свои проектные решения излишними затратами металла и бетона.

Именно этим обстоятельствами объясняется, что, например, передовая система «АРКОС» осваивается в России уже более 20 лет, и за этот период построено всего около 200, в основном, 9-12-этажных домов.

Уход государства от технической политики в области строительства обусловил критическую ситуацию с жильем в России.

Так долго, дорого и некачественно не строят ни в одной развитой стране. Сложности реализации Национального Проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» воспринимаются как яркое свидетельство полной некомпетентности Правительства России, приносящего в жертву рыночным заблуждениям одну из ключевых проблем россиян. Неудачные, провальные попытки создания ипотеки, строительства квартир для военных, капитальный ремонт ветхого жилья, хаос с многочисленными правительственными и приправительственными структурами, и все за счет налогоплательщиков – россиян. ***В благополучном 2007 году в России построено около 60 млн.кв.м жилья из расчета 0,43 кв.м на человека, а в КНР за этот же год построено 2млрд.170 млн.кв.м жилья, т.е. около 1,5 кв.м на одного китайца.***

В России нет внятной жилищной политики правительственной структуры, ответственной за ее проведение. Для примера, в гораздо более благополучной по обеспечению жильем стране – США – министерство жилищного строительства является одним из крупнейших и насчитывает более 13 000 чел.

Государство должно вернуть себе ключевую роль в строительстве жилья и дорог в России. По мнению Премьера России В.В.Путина, для решения жилищной проблемы в стране необходимо строить не менее 150 – 160 млн. м<sup>2</sup> жилья ежегодно. Ее не решить без перестройки государственного управления и применения новой эффективной технологической основы в виде современной отечественной архитектурно-строительной системы.

## **5. Описание сфер применения технологии и оценка масштабов ее применения (на основе объемов производства продукции (услуг), в настоящий момент производимых с использованием тех технологий, которые предлагаемая способна заменить**

Предлагается широкое освоение новых эффективных близких каркасных систем в двух вариантах:

1.Архитектурно-строительная система «АРКОС» (белорусская, освоенная, отработанная и переходная, *базирующаяся на применении сборных железобетонных колонн), преднапряженных перекрытий и стен в штучном исполнении, с применением различных утеплителей*);

2. Архитектурно-строительная система «ИМЭТ» (отечественная, частично освоенная в различных странах, *базирующаяся на трубобетонных колоннах, преднапряженных и постнапряженных сборных перекрытиях и индустриально возводимых однослойных монолитных стен «КАПСИМЭТ» из легкого крупнопористого бетона без применения «эффективных» утеплителей*).

Указанные системы предназначены для строительства массового жилья, объектов соцкультбыта, а система ИМЭТ позволяет также строить спортивные сооружения и комплексы, телевышки, здания любой этажности, включая высотные до 80-100 этажей.

Обе системы могут быть выбраны в качестве технологической основы для массового строительства жилья в России и могут в короткое время позволить повысить объемы строительства с 50-60 млн. кв. м в последние годы до 150-160 млн. кв. м. в соответствии с остротой жилищной проблемы.

Для массового освоения новых, каркасных технологий необходимо принятие соответствующих законодательных решений по ограничению в стране расхода основных строительных материалов – металла и бетона (цемента) – на кв. м возводимого жилья с поощрением при экономии и штрафами при превышении материальных затрат.

Снижение удельных затрат непосредственно, как было показано (табл.4), позволит стране экономить млн. т топлива и снизить трудозатраты на строительство.

Комплекс предлагаемых технологий включает наиболее эффективные в получении вышеуказанных показателей отечественные и мировые достижения и содержат следующие конкретные инженерные решения, реализуемые в развитых странах в строительстве массового жилья и различных объектов, в том числе:

- монтаж и омоноличивание несущих колонн зданий из трубобетона;
- монтаж готовых пустотных плит перекрытий сборкой в единый диск стальными канатами в построечных условиях;
- индустриальное возведение однослойных ограждающих конструкций домов непрерывным омоноличиванием наружных стен.

Предлагаемый комплекс позволяет возводить жилье дома любой этажности в течение нескольких месяцев, так как полностью исключает малопроизводительный ручной труд по армированию бетона, утеплению стен и т.п.

**Усредненные технико-экономические показатели жилых домов различных архитектурно-строительных систем (для 9 этажных зданий)**

Показатели	Ед. изм.	Известные решения					Система АРКОС	Система ИМЭТ
		МОНОЛИТ	С.90 КПД	Система КУБ 2,5	Система САРЭТ	Кирпичный дом		
Расход железобетона на несущий остов	м <sup>3</sup>	0,25	0,35	0,25	0,20	0,14	<b>0,18</b>	<b>0,02</b>
В т.ч. монолитного	м <sup>3</sup>	0,22	0,01	0,06	0,06	0,02	<b>0,06</b>	<b>0,02</b>
Расход металла на несущие конструкции	кг	27,7	14,5	16,8	16,8	12,0	<b>14,8</b>	<b>12,2</b>
Расход арматуры на перекрытия	кг	28,5	26,3	20,2	19,3	8,4	<b>14,6</b>	<b>9,6</b>
Расход материалов на наружные стены	м <sup>3</sup>	0,3	0,4	0,3	0,3	0,8	<b>0,3</b>	<b>0,25</b>
Масса наружной стены	кг	650	470	420	430	500	<b>250</b>	<b>200</b>
Удельная масса здания	т	1,7	2,0	1,4	1,2	2,4	<b>1,0</b>	<b>0,8</b>
Обеспечение свободных планировочных решений		Без ограничений	Не обеспечивается	Ограниченно	Ограниченно	Не обеспечивается	<b>Без ограничений</b>	<b>Без ограничений</b>
Сетка колонн	м		-	Фиксированная-6х6 или 6х9	Фиксированная сетка колонн	-	<b>Любая до 7,2х7,2</b>	<b>Любая до 8,0х8,0</b>
Потребность в специализированном предприятии	-	Не требуется	Требуется	Требуется	Требуется	Не требуется	<b>Не требуется</b>	<b>Не требуется</b>
Трудоемкость возведения корпуса здания	%	130	100	125	115	180	<b>105</b>	<b>95</b>
Темп строительства	Эт/мес.	3,5	7,5	3,5	3,5	2-2,5	<b>4</b>	<b>6</b>

Система «АРКОС» должна быть востребована в районах, где существуют заводы ЖБИ для изготовления несущих железобетонных колонн и пустотных плит перекрытий. Однако, сравнение затрат

металла, бетона и трудовых ресурсов, например, при строительстве несущих конструкций демонстрирует явное преимущество архитектурно-строительной системы «ИМЭТ» (табл.5).

Таблица 5

**Основные характеристики локальной сметы затрат на строительство несущих конструкций 22-х-этажного дома (общей площадью 16600 м<sup>2</sup>) в трех вариантах**

Технология возведения	Объемы материалов		Затраты трудовых ресурсов, чел/час	Сроки возведения, сутки	Общая стоимость монтажа, руб.
	Бетон, м <sup>3</sup>	Металл, тн			
Монолитные железобетонные стены	1866	82,5	8 611	180	9 364 171
Колонны из железобетона	276	111	2 799	120	5 409 990
Колонны из трубобетона	104	92,7	931	70	3 109 342

**6. Приблизительный расчет экономии ресурсов и повышения качества (срока службы) продукции при замещении новой технологией старой**

Строительство неразрывно связано с применением значительного объема и ассортимента строительных материалов и изделий, доля которых в общих затратах на строительство зданий и сооружений составляет 60 – 70%.

Вопросы энергосбережения тесно связаны с материалоемкостью применяемых материалов и изделий, что однозначно приводит к необходимости поиска технических решений по минимизации объемов, а также выбору наименее энерго- и трудозатратных материалов и изделий (табл.6).

Рассмотрение табл.6 показывает, что наиболее важными видами применяемых материалов и изделий в плане экономии затрат и энергосбережения являются металл и цемент (удельные энерго- и трудозатраты соответственно 1900 и 250 кг условного топлива).

Эффективность экономии при строительстве напрямую связана с затратами металла и бетона (цемента), определяющихся выбором архитектурно-строительных систем, влияющих также и на затраты непосредственно на возведение зданий и сооружений.

Таблица 6

**Общие усредненные энерго – и трудозатраты на  
производство основных строительных материалов**

№ п/п	Название материала	Плотность материала, для дисперсионная насыпная, кг/м <sup>3</sup>	Единица измерения	Энерго–трудоzатраты, кг условного топлива
1	Металл (арматура, прокат)	7780	т	1900
2	Цемент	1400	кубометр	250
3	Песок природный кварцевый	1400	кубометр	3-5
4	Гранитный щебень	1400	т	25-29
5	Керамзитовый гравий (ординарный)	500	т	75-90
6	Пористый шлаковый гравий	500	т	4-6
7	Монолитные бетонные конструкции	2400	т	136
8	Сборные бетонные конструкции	2400	т	202
9	Ячеистый монолитный бетон	600	т	95
10	Особо легкий монолитный бетон на пористых заполнителях	200	т	60
11	Минеральная вата	75-125	кубометр	80
12	Базальтовая вата	25-40	кубометр	90
13	Пенополистирол	15-20	кубометр	50
14	Кирпич глиняный	1600	1000штук	307
15	Пиломатериалы	600	кубометр	108
16	Асбестоцемент	1600	т	430
17	Алюминиевый прокат	2700	т	9800
18	Трубы полиэтиленовые	1200	т	7290

Преимущества предлагаемых архитектурно-строительных систем перед другими заключаются в следующем:

1. Минимальная материалоемкость зданий, поскольку не только разделены функции несущих и ограждающих конструкций, но и разработаны эффективные распорные перекрытия, позволяющие свести к минимуму расход металла на их армирование (до  $11,5 \text{ кг/м}^2$ ), приведенная толщина перекрытия при размерах сетки колонн до  $7,2 \text{ м}$  не превышает  $14 \text{ см}$ . Оптимизированы все параметры несущего каркаса здания, а наружные стены (как и несущий каркас) могут быть выполнены из местных эффективных материалов и изделий. Конструктивная система зданий позволяет успешно применять также материалы и изделия производимые по новым прогрессивным технологиям.

2. Высокий темп строительства (3-4 этажа в месяц) достигается благодаря применению стандартных сборных элементов каркаса и новым типам контактно-винтовых соединений. К настоящему времени контактно-винтовые соединения сборных колонн применяют повсеместно.

3. Конструктивная система легко адаптируется к любым местным условиям, поскольку является многовариантной, и ее применение не требует новых изделий и строительства специализированных предприятий. Так колонны в зданиях могут быть сборными типовыми или монолитными, вертикальные диафрагмы жесткости выполняют сборными, монолитными или сборно-монолитными. Сборные многопустотные плиты высотой  $22...30 \text{ см}$  могут быть традиционными типовыми или изготовленными по прогрессивной технологии безопалубочного формования на длинных стендах. Наружные стены могут быть поэтажно оперты однослойными или многослойными, могут быть реализованы с применением сборных панелей.

Надо заметить, что конструктивная система АРКОС является наукоемкой и находится в постоянном развитии. В настоящее время в «БЭСТ инжиниринг» (Минск) и НТПЦ "АРКОС" (Н.Новгород) предложены новые конструкции сборных колонн под повышенные нагрузки до  $1,2 \text{ тыс. тонн}$  и более, разработаны новые стыки колонн с перекрытиями, ведется разработка эффективных навесных на каркас панелей с регулируемой прецизионной установкой и др.

4. Новые конструктивные системы зданий позволяют строить как социальное массовое, так и жилье повышенной комфортности в одних и тех же конструкциях, т.к. обеспечивает гибкие объемно-планировочные и энергоэффективные решения, такие же как и в случае применения монолитного каркаса. Она также эффективна для

общественных зданий, лечебных учреждений, гостиниц, общежитий, торговых комплексов, гаражей-стоянок и т.д.

Здания систем АРКОС и ИМЭТ имеют неоспоримые преимущества перед панельными и кирпичными как в части обеспечения потребительских качеств (планировочные решения, энергоэффективность), так и в сокращении расхода основных строительных материалов (бетона и арматуры). По сравнению с крупнопанельными применение зданий новые системы позволят в два 2,0 – 2,5 раза сократить удельные затраты в бетоне и цементе. Зданиям новых систем из-за их легкости по массе, потребуются существенно меньшие затраты на устройство фундаментов по сравнению со всеми другими типами зданий (обычно эти затраты составляет около 25-30 % от стоимости здания). Сокращение прямых затрат на возведение, например, 1 м общей площади здания АРКОС по сравнению с панельными составляет 50...80 у.е. и более.

В целом зданиям по системам АРКОС и ИМЭТ имеют все основания стать самым массовым видом жилых и общественных зданий. Многолетнее (более 15 лет) применение системы АРКОС получило положительную оценку заказчиков, а также имеет широкий резонанс и положительные отзывы как в общенациональной, так и в региональной печати. В частности, в издании «Строительство и бизнес» (г. Москва, № 11 (75) ноябрь 2006, с. 13) система АРКОС признана наиболее эффективной из применяемых в настоящее время.

Конструктивные системы зданий АРКОС и ИМЭТ соответствуют требованиям строительных норм и стандартов Российской Федерации. Их разработка выполнена на основе результатов исследований в БелНИИС (г. Минск) и в ОАО «Московский ИМЭТ», а дальнейшее совершенствование конструкций для условий сейсмических воздействий, работы при неравномерных осадках и др. выполняются в ООО БЭСтинжиниринг (Минск) и НТЦП "АРКОС" (Н.Новгород). Разрабатываемая документация также учитывает результаты обширных и содержательных исследований, выполненных в НИИЖБ, ЦНИИСК, МГСУ (МИСИ), ЦНИИЭПжилища, ИНРЕКОН, МНИИТЭП и др.

Поскольку в конструктивной системе АРКОС были применены различные разработанные авторами новые технические решения, защищенные патентами на изобретения, был выполнен весь требуемый комплекс экспериментально-технических исследований и опытного строительства зданий по новой системе в гг. Орле, Ростове-на-Дону, Гатчине, Старом Осколе и др., включающие и натурные испытания до разрушения фрагментов, элементов и узлов

конструктивной системы зданий. Эти испытания выполнены для оценки надежности конструктивной системы и соответствия ее требованиям действующих нормативных документов и стандартов. Большинство испытаний наиболее ответственных фрагментов каркаса зданий до разрушения, а также все натурные испытания каркасов построенных зданий (свыше 15 испытаний) выполнены с участием представителей региональных органов Госэкспертизы и Госархстройнадзора. Методика натурных испытаний была принята согласно Рекомендаций по испытанию и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости опытных образцов железобетонных конструкций (НИИЖБ, М., 1987) с соблюдением требований ГОСТ 8829-94 по величине коэффициентов безопасности. Полученные показатели прочности, деформативности и трещиностойкости в сопоставлении с требованиями СНиП 2.03.01-84, СП 52-101-2003 и ГОСТ 8829-94 зафиксированы в актах испытаний, составленных, как сказано выше, с участием ведущих специалистов Госэкспертизы и Госархстройнадзора. Фрагменты каркаса и перекрытий в натуральных размерах были испытаны также на стандартные огневые воздействия согласно ГОСТ 30247-94 и НПБ 233-96 (РФ). Испытания выполнены Институтом пожарной безопасности и ЧС (г. Минск), аккредитованном в РФ (СПБ.81 ИН052№ 100496). Испытания подтвердили требуемые пределы огнестойкости (REI) конструкций по назначению зданий.

В процессе разработки техническая документация как системы АРКОС, так и проектов домов-представителей, выполненных с использованием этой документации, были неоднократно рассмотрены в порядке экспертизы в НИИЖБ, ЦНИИСК и ЦНИИЭПжилища. Во всех случаях были получены положительные заключения по надежности принятых конструктивных решений. К настоящему времени здания системы прошли полную апробацию: построено свыше 200 домов представителей системы АРКОС на обширной территории от г. Бреста - Калининграда до Якутска и от г. Ростова-на-Дону до г. Сыктывкара и Ноябрьска. Здания системы АРКОС построены в Москве и Московской области (гаражи, офисы, жилые дома), обширное строительство их осуществляется в Омске, Орле, Старом Осколе, Перми, Челябинской, Свердловской областях и др.

Система «АРКОС» должна быть востребована в районах, где существуют заводы ЖБИ для изготовления несущих железобетонных колонн и пустотных плит перекрытий. Однако, сравнение затрат металла, бетона и трудовых ресурсов, например, при строительстве несущих конструкций демонстрирует явное преимущество архитектурно-строительной системы «ИМЭТ» (табл.5).

В сочетании с быстровозводимыми каркасами из трубобетона и преднапряженными перекрытиями применение новых ограждающих конструкций позволит снизить массу высотных и многоэтажных зданий в 2 - 2,5 раза, радикально сократит расходы бетона и металла, значительно уменьшит сроки и себестоимость строительства.

В табл.7 приводятся сводные технико-экономические показатели многоэтажных жилых домов различных архитектурно-строительных систем.

Таблица 7

**Оценка сравнительных показателей строительства домов по различным архитектурно – строительным системам (по пятибальной системе)**

Система строительства	Этажность	Ранг					
		Себестоимость	Минимальные энерго- и материалоемкость	Экология, комфорт и эстетика	Долговечность	Надежность	Общая оценка
Каркас	Неограничена	5	5	5	5	5	5
Кирпич	9-12	3	2	5	4	4	4
Монолит	35-40	2	3	3	4	4	3
Панель	22-25	4	3	2	3	3	2

Совмещение в единой архитектурно-строительной системе трубобетона, преднапряженного бетона и ограждающих конструкций по технологии «КАПСИМЭТ» позволяет ускорить строительство коробок здания в 1,5 – 2,0 раза, радикально снизить расход металла и бетона, уменьшить материалоемкость здания от 1,5 раза для зданий средней этажности до 2-х раз для высотных зданий.

Применение каркаса с несущими колоннами из трубобетона позволяет выполнить наружные стены из монолитного бетона «КАПСИМЭТ» с возможностью реализации свободной планировки помещений.

Экономическая оценка строительства высотных зданий по новой архитектурно-строительной системе «ИМЭТ», с применением новых технологий, оборудования и материалов позволяет считать возможной существенное облегчение массы и уменьшение сроков

возведения коробок зданий, со снижением себестоимости строительства коробок зданий на 25 - 30 %.

Общая оценка эффективности строительства жилья по различным архитектурно-строительным системам сведена в табл.6, где учитываются все факторы строительства и эксплуатации жилых зданий и сооружений.

## **7. Ориентировочная калькуляция затрат, необходимых на внедрение новой технологии**

Реализация новых технологий целесообразно путем создания региональных градостроительных комбинатов нового типа, включающих: базовый современный завод железобетонных изделий и товарного бетона с арматурным цехом для подготовки трубобетонных колонн и узлов сопряжения, подразделения механизации и строительно-монтажного оборудования.

Такие предприятия должны работать с применением патентного права ОАО «Московский ИМЭТ» или БЕЛНИИС.

Ориентировочная стоимость затрат для создания такого градостроительного комбината нового типа лучше на базе модернизации существующих профильных предприятий - составит 30-35 млн. долларов США. Указанные средства для закупки нового, в основном, импортного оборудования (мини Spankrit и т. п.), изготовления нестандартного оборудования, модернизацию цехов, инженерного обеспечения и обучения персонала. Такой градостроительный комбинат нового типа, с применением архитектурно – строительной системы ИМЭТ может строить ежегодно около 0,5 – 1,0 млн. кв.м. жилья, что даст ежегодную выручку около 0,3-0,8 млрд. долларов США и решит региональные жилищные проблемы.

## **8. Оценка предлагаемых сроков перехода на новую технологию и того, какими могли бы быть стандарты и требования, порождающие спрос на данную технологию**

Предлагаемый комплекс технологий предусматривает возможность радикального снижения удельных затрат бетона и металла с доведением их для наиболее распространенных в России и экономически эффективных 9-12 и 17-23-х-этажных зданий: затраты на один кв.м площади:

- бетона не более 0,5 м<sup>3</sup> (вместо сегодняшних 0,9 м<sup>3</sup>);
- металла не более 50 кг (вместо сегодняшних 85 кг).

Возможность применения новой технологической основы в строительстве жилья по каркасным архитектурно-строительным системам АРКОС и ИМЭТ обеспечивается наличием всех требуемых для строительства зданий материалов и изделий в России (стальных труб, канатов, анкеров, плит перекрытий, керамзитового гравия, цемента), а также разработанного оборудования, опалубки и оснастки. При правильной организации освоения нового комплекса технологий объемы ее применения могут составить:

- в 2015 году – 50 млн.кв.м жилья;
- в 2020 году – 150 млн.кв.м жилья.

Переход на новые каркасные технологии в России практически начался, но происходит в весьма незначительных объемах. Согласно закону о Техническом регулировании сегодня каждая организация может разработать свои стандарты, согласующиеся с соответствующими Техническим регламентами, утверждаемыми законодательно.

Кроме того, в 2007 году ФГУП НИЦ «Строительство» опубликован свод правил по проектированию и строительству «Железобетонные монолитные конструкции зданий» СП 52 – 103 – 2007, разработанный в развитии СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». Указанный СП содержит разделы, предусматривающие применение трубобетонных несущих конструкций при строительстве многоэтажных и высотных зданий. Возможности применения новых конструктивных решений предусмотрены и во «Временных нормах и правилах проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий комплексов в городе Москве», МГСН 4.19 – 2005, утвержденных Постановлением Правительства Москвы от 28.12.2005 года № 1058-ПП.

Предлагаемая в качестве новой технологической основы строительства массового многоэтажного жилья архитектурно-строительная система ИМЭТ рассмотрена на Научно-техническом совете Департамента строительства и архитектуры Правительства Москвы 26 мая 2006 года и рекомендована к освоению и применению в строительстве в Москве. Московский ИМЭТ располагает современной нормативной базой и технической документацией по трубобетону и другим составляющим элементам архитектурно-строительной системы как отечественной, так и других стран, в частности. Наиболее широко применяемая в строительстве нормативная и информационная база по трубобетону: методики расчета, конструктивные решения, примеры строительства многоэтажных и высотных зданий в КНР.

Для широкого, масштабного освоения новых каркасных технологий в России необходим комплекс законодательных и

организационных мер. Так, ключевым решением мотивации к освоению новых технологий могло бы быть одно или несколько Постановлений Правительства РФ, регламентирующих удельный расход основных строительных материалов (металла, бетона, цемента) на кв.м. строительного жилья с налоговыми льготами при снижении расходов ниже установленного уровня или штрафами при превышении установленных законом расходов.

*Полезной акцией была бы также регламентация трудо- и энергозатрат и сроков строительства в зависимости от этажности и площади зданий, по крайней мере муниципальными органами власти при согласовании проектов строительства с контролем выполнения установленных характеристик.*

Необходимо также законодательно запретить применение в строительстве жилья в России пожароопасных, вредных и недолговечных утеплителей, отражающихся на здоровье граждан и увеличении эксплуатационных расходов за счет ремонтных затрат на вынужденную замену таких утеплителей по мере потери ими теплоизолирующих свойств.

Предлагаемая архитектурно – строительной системой ИМЭТ новая концепция пожарной безопасности многоэтажных и тем более высотных зданий с расположением в их верхней части значительных объемов воды для оперативного, за минуты, тушения очагов возгорания в виде резервуаров – демпферов с плавающими эвакуационными лифтами для ухода от применения пожарных машин, расчетов, средств тушения, как правило, не успевающих своевременно на ликвидацию возгораний, с гарантией сохранения человеческих жизней, также требует законодательных мер в рамках Технических регламентов по строительству многоэтажных и высотных зданий, а также Технического регламента по пожарной безопасности или, по крайней мере, ведомственных нормативных документов Министерства чрезвычайных ситуаций.