

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

СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПО СИСТЕМЕ ИМЭТСТРОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

1. Краткое описание положения строительства автомобильных дорог в России

Автомобильный транспорт в России осуществляет сегодня около 83% грузовых перевозок и более 61% пассажирских перевозок. Количество автомобилей в последний период ежегодно возрастает, в среднем на 1 млн., при следующем прогнозе на ближайшее пятилетие (табл.1.).

Прогноз развития автомобильного транспорта Таблица 1

Показатели	2010г.	2015г.		2020г.		2025г.	
		Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Перевозки грузов (млрд. т.)	9,88	12,40	14,87	16,40	19,69	19,28	23,2
Грузооборот (млрд. т.км.)	257	323	387	427	513	502	603
Перевозки пассажиров (млрд. чел.)	50,00	54,30	58,50	60,80	67,00	69,50	73,80
Пассажирооборот (млрд. пасс.км)	745	859	940	1024	1175	1241	1343
Количество автомобилей (млн.ед.):	40,93	44,15	48,38	52,58	58,79	61,99	67,20
- легковых	35,0	38,0	42,00	46,00	52,00	55,00	60,00
- грузовых	5,2	5,40	5,60	5,8	6,00	6,20	6,4
- автобусов	0,73	0,75	0,78	0,78	0,79	0,79	0,8

Существующая сеть автомобильных дорог в стране уже давно не справляется со значительно возросшим количеством автотранспорта и появлением большегрузных автомобилей.

Общая протяженность дорог в России в настоящее время составляет 846 тыс. км с учетом построенных в 2007г – 495 км и в 2008г – 560 км автомобильных дорог с твердым покрытием. Динамика изменения протяженности с учетом видов дорог приведена в табл.2.

Таблица 2

**Динамика изменения протяженности сети
автомобильных дорог в Российской Федерации (тыс. км.)**

Показатель	По состоянию на 01.01. соответствующего года							
	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007
Автомобильные дороги:								
- Всего	895	934,9	924,5	915,5	900,4	899,4	871,5	845,4
- Общего пользования	466	518,9	558,5	573,5	584,4	592,6	600,6	574,5
Из них:								
- Федеральные	40	41	45,4	46,2	46,3	46,8	47,1	47,3
- Территориальные	426	477,9	513,1	527,3	538,1	545,8	553,5	527,2
- Ведомственные и частные	429,0	416,0	366,0	342,0	316,0	306,8	270,9	270,9
Дороги с твердым покрытием:								
- Всего	698	743	748	751,4	754,4	756,9	737,6	
- Общего пользования	419	462,8	500	517,4	532,4	541,1	546,4	519,2
Из них:								
- Федеральные	40	40,4	45,0	45,8	46,0	46,5	46,9	47
- Территориальные	379	422,4	455,0	471,6	486,4	494,6	499,5	472,2
- Ведомственные и частные	279	280	248,0	234,0	222,0	215,8	191,2	

В состав сети дорог общего пользования входят (с учетом ввода 2007г. и 2008г.) по данным МАДИ:

- **дороги с твердым покрытием** (асфальтобетонным, цементобетонным, щебеночным, гравийным и мостовым) покрытием - 486605,3 км;

в том числе:

- **дороги с щебеночным и гравийным покрытием, мостовым покрытием** – 161058,5 км

- **с асфальтобетонным покрытием** и покрытием с применением органических вяжущих материалов – 316953,9 км;

- **с цементобетонным покрытием** – 8592,9 км;

- **грунтовые дороги** - 55249,1 км.

Кроме дорог общего пользования, в дорожную сеть России входят:

- ведомственные и частные дороги - 270,9 тыс. км;
- улично-дорожная сеть городов – 145,2 тыс. км;
- бесхозные дороги – 128,2 тыс. км.

Согласно официальным данным около 75% российских дорог приходится на дороги низких категорий (4-ой и 5-ой), 20% дорог соответствуют 3-ей категории, а доля 2-ой и 1-ой категории, т.е. дороги стратегического значения, не превышает 5% (табл.3).

В последние годы длина сети дорог I и II технических категорий постепенно возрастала, но не за счет строительства новых дорог, а за счёт перевода в них дорог III и V технических категорий.

Таблица 3

Длина сети автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км), 2002-2007 г.г.

Техническая категория дороги	2002 г.	2003 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.
I	4486	4924	5 180	5368	5495
II	27617	28145	28 139	28438	28797
III	109591	111025	110 391	109787	108596
IV	317093	320043	322 460	309629	301485
V	78502	80064	80183	77306	74873

По оценке специалистов отечественные автомагистрали отстают в своем развитии от мирового уровня на несколько десятков лет. Все граждане России ощущают на себе эту отсталость. Около 2 млн. граждан страны в более чем 40 тыс. населенных пунктов живут без автомобильного сообщения.

Существующая сеть дорог России по протяженности и, конечно, техническому состоянию, далеко не соответствует возросшим потребностям страны и по оценка специалистов в возможно короткое время, по крайней мере, до 2025 г., должна быть доведена до 1.5 млн. кв.м. с интенсивным строительством высококачественных и долговечных дорог (**Автомобильные дороги России. Состояние и перспективы/ А.Н.Шулейко, И.М.Юрковский, М.В.Немчинов – М.: МАДИ, 2007г - 268с.**). На сегодня обеспеченность автодорогами в России на 10 тыс. человек составляет 400м, в США она составляет 2200м, в Канаде – 4400 м, в Европе – 6700м.

Тем не менее, по данным CEE Bankwatch, в 1998-2003г. восточным странам Европы, ещё кандидатам в ЕС, было ежегодно выделено 7,7

млрд. Евро на развитие транспортной инфраструктуры. В Китае за 2002-2007г.г. построено 28 тыс. км. высокоскоростных дорог, только за 2007 год построено 47 тыс. км. дорог всех категорий.

Состояние дорог России ужасающее. Количество транспорта за последние годы увеличилось многократно: с 8,964 млн. автомобилей в 1990 году до 26,656 млн. автомобилей в 2006 году, а в настоящее время парк автомобильных средств достиг почти 35 млн. автомобилей. Радикально возросло количество большегрузных автомобилей. Росавтодором предусмотрено повышение эксплуатационных характеристик дорожных покрытий для автотранспорта соответственно европейским нормам: 40т общей массы и 11,5 т нагрузки на ось. Указанным требованиям соответствуют только 0,5% российских дорог.

Плохая дорожная инфраструктура привела к тому, что транспортная составляющая достигает в себестоимости продукции 15-20 % против 7-8% в разных странах. Средняя скорость перемещения грузов по стране 200-300 км в день, тогда как в Европе этот показатель равен 1000 км в день. Себестоимость автомобильных перевозок в России в 1,5 раза выше, чем в Европейских странах, а топлива расходуется больше на 30%.

По словам вице-премьера России Сергея Иванова, из-за плохих дорог страна ежегодно теряет 3% ВВП (около 1.8 млрд. руб. в настоящее время). Низкое качество дорог не обеспечивает приемлемого уровня безопасности россиян: в связи с ДТП ежедневно гибнет около 100 человек и несколько тысяч получают ранения и травмы. По заключению ГИБДД треть наших ДТП связана с неудовлетворительным состоянием российских дорог.

Развитие сети автомобильных дорог России предусматривают несколько федеральных программ, начиная с 2002г. Программы, как правило, в планируемом объеме не выполняются, реально протяженность автомобильных дорог в стране практически не растет; причина всегда одна: выделенные средства уходят на бесконечный ремонт дорог с асфальтобетонным покрытием.

Специалисты считают, что главная причина критического состояния российских дорог - не уровень финансирования, а неэффективное использование денежных средств и устаревшая технологическая основа строительства дорог с покрытием из асфальтобетона, не учитывающая климатические условия России.

В настоящее время в стране продолжается ошибочная техническая политика в области строительства автомобильных дорог, базирующаяся на кажущейся выгоде и простоте строительства дорожных покрытий из асфальтобетона. Бросовые низкие цены на нефть и соответственно битум в 70-е годы прошлого столетия сделали покрытие из

асфальтобетона основной технической политики в строительстве автомобильных дорог и практически похоронили цементобетонные покрытия, доля которых в сети дорог сегодня не превышает 1,4%.

2. Строительство автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями. Опыт России. Экономика

Асфальтобетон – главный материал для дорожного строительства в России – радикально уступает современному цементобетону по всем показателям:

- по прочности и способности нести большие нагрузки;
- по водо- и морозостойкости;
- по истираемости;
- по долговечности;
- по технологичности (плиты из асфальтобетона не производят в связи с низкой прочностью материала);
- по стойкости против образования «колеи» на трассах;
- по ремонтпригодности.

В Новосибирской области, одной из первых в России, где широкое применение нашли покрытия из цементобетона, в 60-х годах построены дороги с цементобетонным покрытием: «Чуйский тракт», «Новосибирск-Колывань». Покрытия этих дорог отработали без ремонта более 30 лет. Как показал опыт, такому покрытию нужна только его защита. В 80-х годах найден эффективный способ защиты цементобетонных покрытий: это устройство макрошероховатого слоя износа. Срок службы такого защитного слоя 10-15 лет при минимальных эксплуатационных затратах.

Такая работоспособность указанных дорог позволила доказать актуальность строительства федеральной автомобильной дороги М-51 «Байкал» в цементобетонном исполнении. При строительстве этой дороги были впервые применены высокопроизводительные машины со скользящей опалубкой SP-850 фирмы «Wirtgen». Темпы укладки покрытия шириной 9 метров достигали 25 км за сезон. С цементобетонным покрытием построена автомобильная дорога «Новосибирск-Томск» на участке «Вьюны-Изовка»; строится Северный обход г.Новосибирска. Учитывая положительный опыт применения цементобетонных покрытий в Новосибирской области, проекты строительства автомобильных дорог «Обход р.п. Ордынское», «Байкал-Купино-Карасук» предусматривают строительство данных автодорог также с цементобетонным покрытием.

В России накоплен огромный объем теоретических, экспериментальных и практических знаний в области долговечных цементобетонных покрытий. Разработаны федеральные нормы и правила проектирования и строительства цементобетонных покрытий и оснований по различным технологиям бетонирования: в рельсоформах, в скользящих формах, методом укатки виброкатками и другие. Фактические сроки службы цементобетонных покрытий зачастую превышают нормативные (20-25лет), достигая 30-40 и более лет.

Этот и другие примеры убеждают: выход из создавшегося положения со строительством автомобильных дорог в России на сегодня только один: государству давно пора серьезно вмешаться в техническую политику и организацию дорожного строительства. Чтобы выйти к 2015г. на протяженность дорог 1,5 млн. км, Россия должна строить ежегодно не сотни км, как в предыдущие годы, а не менее 30000 км высококлассных дорог по утвержденной региональной стоимости с гарантированными долговечностью и надежностью, исключаящими ремонты дорог на 30-35 лет.

В фундаментальной работе авторитетных ученых (д.т.н.: А.Н.Шумейко, И.М.Юрковского, М.В.Немчинова **«Автомобильные дороги России. Состояние и перспективы»**. – 2007г., МАДИ, -268 с.)-камня на камне не остаётся от проводимой Правительством России и его ведомствами технической политики в области строительства автомобильных дорог.

Авторами работы предлагается своя Концепция развития транспортного комплекса на базе изменения технологической основы строительства автомобильных дорог и замены недолговечных дорожных одежд из асфальтобетона на цементобетонные с фактической долговечностью 30-35 лет.

В правоте предложений авторов убеждает мировой опыт и многолетний опыт эксплуатации цементобетонных дорожных покрытий в СССР и России. Специалисты считают делом государственной важности немедленно остановить вакханалию транспортного ведомства с ремонтами и недоремонтами автомобильных дорог из асфальтобетона, составляющих основную часть существующих покрытий в России.

Переход на технологию цементобетонных жестких покрытий дорог не только решает проблему радикального повышения грузоподъемности и долговечности автотрасс, но и может позволить значительно уменьшить объемы не только песка и щебня, но и дефицитного битума, применяемого в России для строительства автодорог, тем более по оценкам специалистов битума в стране

(кстати, дорожающего вместе с нефтью) хватит в лучшем случае на 20-25 лет, а цементного сырья хватит на тысячи лет.

Стоимость материалов для строительства дорожных одежд с цементобетонными покрытиями не превосходит (а в ряде случаев и ниже) стоимости материалов для строительства дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями. Об этом свидетельствуют зарубежные (табл. 4) и отечественные (табл. 5,6) данные. В странах Западной Европы и в США количество дорожных одежд с цементобетонными покрытиями составляет до 30—40%. Средний срок службы таких покрытий составляет не менее 20 лет при минимальных затратах на ремонт и содержание. При решении вопроса целесообразности и стоимости строительства цементобетонных покрытий в зарубежной практике учитывается не только существенное снижение эксплуатационных расходов, но и то, что при цементобетонных покрытиях вследствие их лучшей светоотражающей способности светлого цвета существенно уменьшается потребность в освещении дорог. Это позволяет снизить затраты на строительство системы освещения дорог до 30%.

Таблица 4

Стоимость строительства дорожных одежд с разными типами покрытий (по данным журнала Concrete International)

№	Конструкция дорожной одежды	Толщина слоя, см	Стоимость 1000м ² , тыс. \$
1	Асфальтобетон Песчано-гравийная смесь	18 114	116,85
2	Асфальтобетон Грунт, обработанный известью	18 104	51,69
3	Асфальтобетон Грунт, обработанный цементом	8 76	47,19
4	Монолитный цементобетон Грунт, обработанный цементом	41 20	96,63
5	Укатываемый бетон Грунт, обработанный цементом	46 15	44,94

Даже учитывая нетрадиционность (для нашей страны) конструкций, можно сказать, что стоимость строительства цементобетонных покрытий сопоставима со стоимостью строительства нежестких дорожных одежд.

Сопоставление расходов на строительные материалы при сооружении цементобетонного покрытия и покрытия с использованием асфальтовых бетонов, с учетом многочисленных капитальных ремонтов

асфальтобетонного покрытия, за период службы цементобетона (в расчете принято 30 лет) показало, что для варианта цементобетона они в 2-3 раза меньше, чем для варианта асфальтобетона: в 2 раза при межремонтном сроке для асфальтобетонного покрытия 5 лет и в 3 раза - при межремонтном сроке 3 года.

Таблица 5

Стоимость материалов для строительства жесткой и нежесткой дорожных одежд (для отпускных цен 2004 года для г. Москвы и Московской области)

№	Конструкция дорожной одежды	Толщина слоя, см	Стоимость материалов 1000м ² , тыс. руб
1	Дорожная одежда для дороги 2 технической категории		
1а	Асфальтобетон (тип Б)	18	372,6
	Тощий бетон В12,5/М 150	20	447,0
	Песчано-гравийная смесь, укрепленная 10% цемента	15	151,0
	Морозозащитный слой из песка	40	228,0
	Итого -	93 см	1186,0
1б	Цементобетон В25/М 400	20	565,0
	Тощий бетон В 12,5/М 150	15	335,3
	Щебень известняковый	12	92,0
	Морозозащитный слой из песка	40	228,0
	Итого-	87 см	1005,0
2	Одежда МРД в аэропорту Домодедово		
2а	Цементобетон Вzb 4,8/60 - В	43	1300,0
	Основание из ЖБС М 200	20	488,0
	Основание из щебеночно-песчаной смеси №6 + известняковый щебень (38,7%), обработанный 10% цемента на месте	25	254,0
	Основание из известнякового щебня, фракции 20-40	12	92,0
	Морозозащитный слой из песка	50	285,0
	Итого-	150	2419,0

26	Цементобетон В40	Варианты толщины:	
		26	734,0
		33	932,0
		38	1072,0
	Бетон из ЖБС В 12,5/М 150	20	447,0
	Основание из щебеночно-песчаной смеси №6, укрепленной 10% цемента	20	201,0
	Основание из известнякового щебня, фр. 20-40	20	92,0
	Морозозащитный слой из песка	50	285,0
	Итого-	128-140	1759-2097

Действующие в настоящее время нормативы удельных затрат в строительстве объектов дорожного хозяйства допускают (по ценам) строительство цементобетонных покрытий (табл. 7).

Усредненные эксплуатационные затраты при цементобетонных покрытиях (43% - на капитальный ремонт, 7% - на средний ремонт, 0,72% - на содержание (по нормативам укрупненных затрат для Московской области) при более длительном сроке службы жесткой дорожной одежды (асфальтобетон в г. Москве служит до 5-7 лет, на загородных дорогах - до 3-5 лет; жесткие дорожные одежды с цементобетонным покрытием служат не менее 8-10 лет, а на аэродромах - не менее 15 лет) будут как минимум в 2 раза ниже, чем при асфальтобетонных покрытиях.

Таблица 6

Стоимость 1 м² покрытия автомобильной дороги 1 технической категории (на примере автомобильной дороги Москва — Кашира - км 53-73)

Жесткая дорожная одежда		Нежесткая дорожная одежда	
Конструкция	Цена 1 м ² , руб.	Конструкция	Цена 1 м ² , руб.
Покрытие: Цементобетон М-400, толщиной 22 см	721,8	Покрытие: Мелкозернистый асфальто-бетон, на ПБВ, тип А,	240,09
Основание: Тощий бетон толщиной 22 см	329,01	м. 1, толщина 5 см Крупнозернистый асфальто-бетон, тип Б, толщина 7 см	238,46
		Основание: Пористый асфальтобетон толщиной 10 см	297,10
Всего:	1050,81	Всего:	1104,66

Отпускная цена на заводе - изготовителе (для Москвы и Московской области) составляет:

- для асфальтобетонной смеси (тип Б) - 870 - 900 руб./т;
- для цементобетонной смеси В (М 400) - 790-833 руб./т.

Нормативы удельных затрат в строительство объектов дорожного хозяйства на 2001-2005 г.г. (Центральный федеральный округ. Московская область. Дорожная одежда капитального типа)

Категория дороги	Модуль упругости, Мпа	Категория рельефа	Нормативы удельных затрат тыс. руб. / м ²		
			Всего	в том числе: СМР	Оборуд. Проч.
1-а (6 полос)	300	I	2400	1672	6,67
		II	720,0	2889	2204
	250	I	6,67	866,7	2347
		II	1633	10,0	704,0
1-6 (4 полосы)	240	I	2813	1959	10,0
		II	844,0	2400	1667
		III	13,3	720,0	2880
2	200	I	2003	13,3	864,0
		II	4320	3010	13,3
		III	648,0	1400	970,7

Суммарные затраты на строительство, ремонт и содержание дорожных одежд с цементобетонными покрытиями также оказываются ниже, чем при других типах покрытий. В табл.8 приведены результаты экономической оценки равнопрочных дорожных одежд с покрытиями из асфальтобетона, из местной гравийной смеси и цементобетона (рис. 1) для случая строительства сельскохозяйственных дорог. Ширина проезжей части - 6м. В расчёте, выполненном по приведённым затратам, был принят срок службы асфальтобетонного покрытия 13 лет, гравийного - 9 лет, цементобетонного - 20 лет. Базисным явился срок службы 20 лет.

Дорожная одежда с гравийным покрытием имеет наименьшую строительную стоимость. Однако затраты на её ремонт и содержание примерно в 2 раза превышают затраты для асфальтобетонных покрытий и в 4 раза - цементобетонных. Такое же положение складывается и с трудозатратами на строительство, ремонт и содержание рассмотренных дорожных одежд.

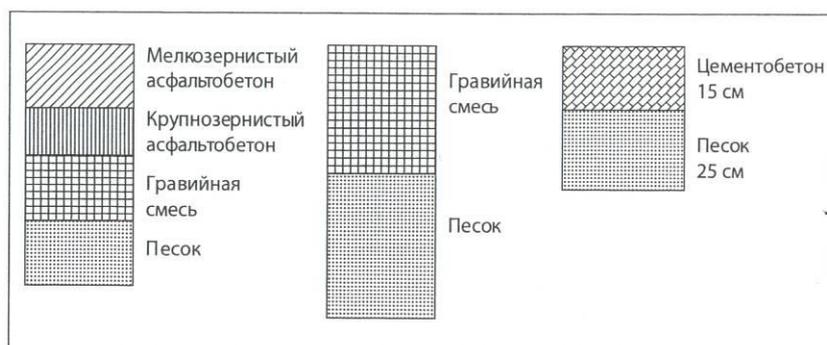


Рис. 1. Конструкции дорожных одежд автомобильных сельских дорог России. Разрезы в едином масштабе

Помимо превышения материалоемкости по сравнению с цементобетонными практически в 2 раза, стоимость асфальтобетонных покрытий и трудозатраты на строительство, ремонт и их содержание также уступают цементобетонным (табл.8).

Таблица 8

**Экономические показатели дорожных одежд на 1 км
дороги
(в ценах 1982 года)**

Показатель	Дорожная одежда с покрытием:		
	Асфальтобетон	Гравий	Цементобетон
Приведённые затраты, тыс. руб.:			
-на строительство	46,1	26,3	45,6
-на ремонт и содержание	15,2	32,8	8,5
Общие приведённые затраты, тыс. руб.	61,3	59,1	54,4
Трудозатраты, чел.-дней:			
-на строительство	226	110	143
-на ремонт и содержание	372	713	168
Общие трудозатраты, чел.-дней	598	823	311

В предлагаемой ведущими научными сотрудниками Московского автомобильно-дорожного института Концепции новой технологической основы строительства автомобильных дорог только один недостаток: авторы дают рекомендации по изготовлению цементобетонных дорожных одежд *по технологии монолитного строительства, с твердением бетона в естественных климатических условиях, непосредственно на трассе.* К сожалению, в России

нормальные условия для твердения бетона могут быть обеспечены в достаточно короткий летний период, когда температуры окружающей среды составляют не менее 10-15⁰С. При более низких температурах темп твердения монолитного бетона существенно замедляется, не говоря уже о достаточной многодельности изготовления бетона в дорожных условиях.

Монолитная технология изготовления бетона непосредственно на трассах не позволяет радикально повысить скорость строительства автомобильных дорог.

Эта технология предусматривает также большой объем земляных работ: выемка грунта, послойная трамбовка, далее - подстилка слоя из щебня, настил пленки, монолитный слой из щебня и устройство монолитного бетонного покрытия в два слоя: подстилающий и покрывающий. В холодное время для твердения покрытие необходимо теплоизолировать или подогревать, применять вредные и дорогие противоморозные добавки и т.п. Далее нарезаются температурные швы, заливаемые мастикой и др., что вызывает значительное увеличение трудоемкости работ.

Для выполнения работ по цементобетонным покрытиям необходим дорожно-строительный комплекс, состоящий из мобильной бетонно-смесительной установки, бетоноукладчиков для широких и узких полос, автосамосвалов, резчиков швов и др. (всего 18 наименований) со стоимостью более 10 млн.долл. США, а также специальные виды цементов М-500 и выше.

Производительность по стандартной технологии составляет для такого комплекса, в среднем, всего 15 км дороги в год. Организация производства сульфатостойких цементов на действующих цементных заводах с имеющимися сырьевыми компонентами затруднена. Также следует отметить, что нет нормативных документов на производство бездобавочных сульфатостойких цементов марки выше 400.

Основными недостатками технологии монолитного покрытия дорог являются:

- наличие большого количества технологических переделов: земляные работы, устройство двухслойного покрытия, нарезка швов и др.;
- зависимость соблюдения технологии от многих факторов: доставка инертных материалов и цемента на производственную площадку, наличие на железнодорожных станциях необходимых складских помещений, соответствие инертных материалов требованиям стандартов, необходимость создания передвижных складов на стройплощадке, где невозможно создать условия для хранения из-за необходимости чистых (бетонных) оснований;

- невозможность обеспечения водой необходимого качества и количества для производства бетонной смеси и дальнейшего увлажнения поверхности дороги в период созревания бетона;
- сложности с обеспечением электроэнергией, большие затраты на ГСМ, обеспечение условиями для жилья большого количества рабочего персонала;
- риски, связанные с возможными хищениями и нарушениями другого характера;
- большая зависимость от климатических условий – в среднем 260 рабочих дней в год;
- сложности в ремонте в случае «проседания грунта» и замены определенного участка дороги;
- большие финансовые затраты на закупку оборудования, ускоренная его амортизация и валютные затраты на запасные части.

Применение технологии монолитного бетонирования дорожных покрытий ввиду климатических ограничений для масштабного строительства дорог в России, особенно в северных и восточных районах Сибири, нереально. Необходима новая технологическая основа строительства дорог, которая позволит идти дорожным ведомствам России на опережение, даст возможность строить ежегодно не менее 30000км высококлассных долговечных дорог со стоимостью удельных затрат не выше сегодняшних, но радикальной экономией на содержание и ремонт.

3. Краткое описание строительства автомобильных дорог по системе ИМЭТСТРОЙ

Оптимальными условиями строительства цементобетонных дорожных одежд, с нашей точки зрения, является строительство дорог по технологии «ИМЭТСТРОЙ»: ускоренный монтаж преднапряженных железобетонных плит заводского изготовления на упрощенное дорожное полотно со стягиванием плит в длинномерные пакеты стальными канатами, с исключением существующей практики формирования оснований дорог в виде многослойного «пирога» из уплотненных слоев песка и щебня или гравия до глубины промерзания грунта в основании дорог.

По предлагаемой нами технологии дорожные железобетонные преднапряженные плиты изготавливаются на заводах ЖБИ и доставляются к месту монтажа полотна дороги. Железобетонные плиты снабжены сквозными каналами в средней части диаметром 15-25мм, ориентированными вдоль полотна (и поперек при строительстве широкополосных дорог), а также шпунтованными

боковыми гранями (рис.2), или ровными гранями с посадочными гнёздами для амортизаторов (рис.3).

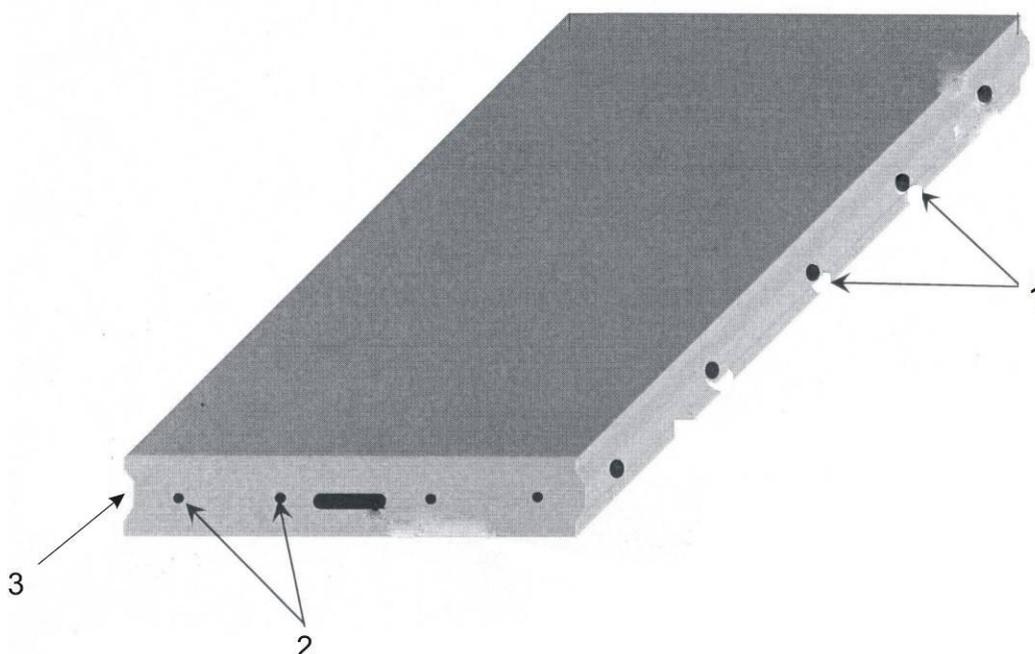


Рис.2. Дорожная плита из преднапряженного бетона:
1 – продольные сквозные каналы;
2- поперечная преднапряженная арматура ;
3-шпунтованные боковые грани (торцы) плит.

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, одевающих на стальные канаты (рис.3), укладываемые на слой песка на упрощенном основании в виде насыпи, сформированной из грунта, покрытый полиэтиленовой пленкой (рис.4). Стальные канаты, защищены от различных климатических воздействий (рис.5), натягивают усилием от 5 до 30 т (в зависимости от количества плит и длины пакета) на каждый канат, а концы стальных канатов закрепляются клиновыми анкерами в специальных крепежных пустотах в плитах (рис.6), которые после этого омоноличиваются быстротвердеющим бетоном.

Готовое железобетонное основание автомобильной дороги может быть покрыто слоем асфальта или литого мелкозернистого асфальтобетона толщиной 40-60 мм.



a)



б)



в)

Рис.3. Дорожные плиты из преднапряженного бетона, соединенные стальными канатами с амортизаторами между плитами на демонстрационном полотне ОАО «Московский ИМЭТ»:
a – общий вид полотна, *б* – крепление анкера на торце плиты;

B – амортизатор между плитами.



Рис.4. Установка железобетонной плиты сборного типа

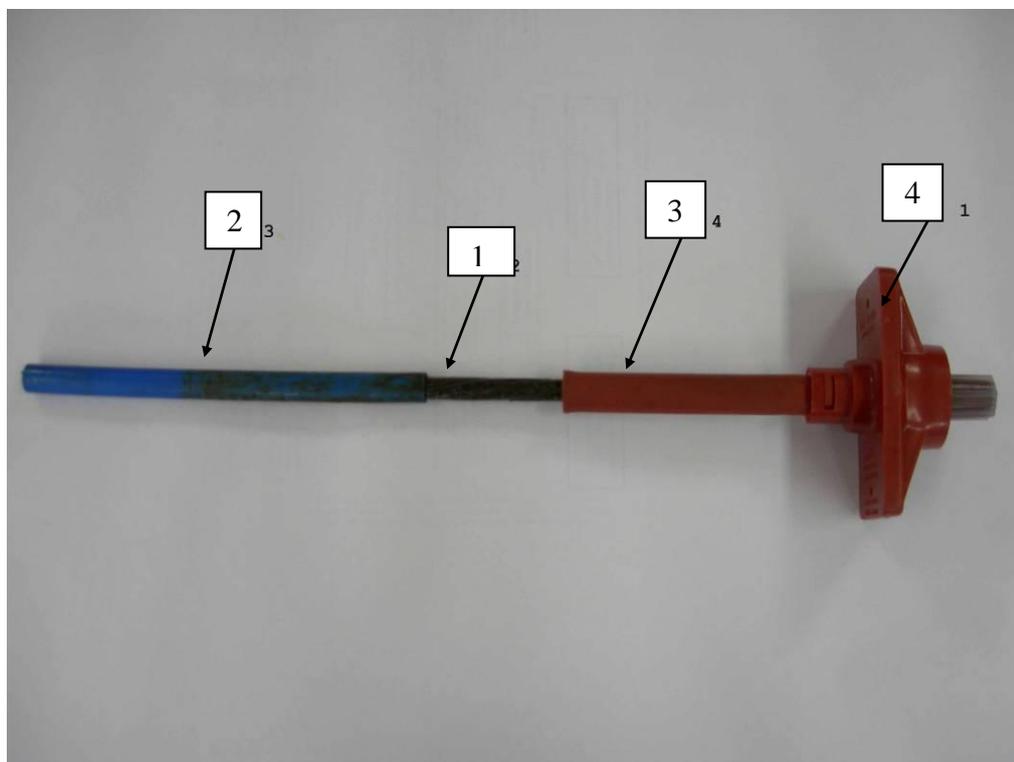


Рис.5. Стальной канат с концевым анкером в сборе:
1-канат; 2-смазка каната; 3-полимерная защитная оболочка;
4-концевой анкер.



Рис.6. Вид крепежной пустоты после напряжения и скрепления стальных канатов двунаправленным анкером перед ее омоноличиванием



Рис.7. Подача бетонной плиты сборного типа на дорожное земляное полотно с подсыпкой дренирующего песчаного слоя, укрытого полиэтиленовой пленкой

Такие дороги начали строить в США, Канаде. При этом 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 (рис.7,8).



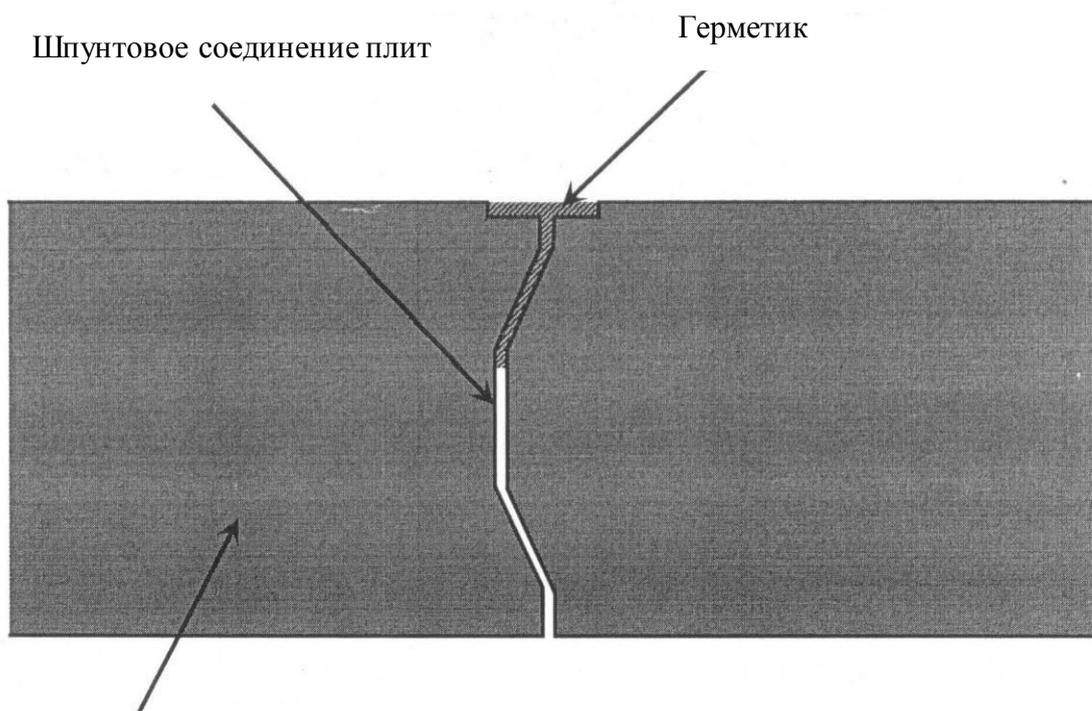
Рис.8. Трасса – IH-35 Frontage Road, США, штат Техас

Американцы и канадцы достигли такого прогресса в строительстве дорожных покрытий благодаря развитию эффективной технологии стягивания сборных железобетонных плит стальными канатами. Принципиальная ее особенность состоит в том, что напрягаемые элементы – стальные канаты – покрываются защитной смазкой, которая обеспечивает им защиту от коррозии и отсутствие сцепления с бетоном. За счет этого напрягаемой арматуре обеспечивается свободное перемещение как в процессе натяжения, так и при эксплуатации конструкции. Напрягаемая арматура, как правило, располагается при этом в полиэтиленовых или полипропиленовых трубках. Между торцами преднапряженных железобетонных плит помещается герметик (рис.9). Компания GTI в Хьюстоне, штат Техас, обеспечивает строительство в год около 7 млн.кв.м. покрытий. Если пересчитать их на четырехполосную

автостраду, то получится около 700 км. Одна фирма способна обеспечить комплектацию арматурой строительство 700 км высококлассных дорог в год.

Иными словами, система натяжения на бетон в строительстве дорог, аэродромов, мостов и перекрытий жилых и гражданских зданий и других сооружений проверена мировой практикой и полностью себя оправдала в развитых странах как лучшая мировая технология.

Сегодня эта технология в России используется мостовиками, применяется на специальных объектах и начинает распространяться в строительстве: фирма DYWIDAG, её дочка – «Промстройконтракт», СТС, «Стройинжиниринг» эффективно использовали «Post-Tensioning» при строительстве в Москве развязки на площади Гагарина, возведении комплекс IKEA, строительстве «Сити» и ряда других зданий; активно работают эти технологии в других регионах России и СНГ.



Плиты заводского изготовления

Рис.9. Герметичный шов между дорожными плитами из преднапряженного бетона

По нашим расчетам, себестоимость дорог по новой технологии в среднем в два раза ниже, чем асфальтобетонных, так как радикально сокращаются затраты на подготовку оснований автомобильных дорог, не выкапываются, не грузятся, не перевозятся, не разравниваются, не уплотняются огромные объемы грунта, песка и щебня.

4. Промышленная база для обеспечения реализации новой технологии строительства автомобильных дорог в России

Для реализации новой технологии в России практически всё есть. Россия во времена советской власти создала колоссальное богатство: построены и пока функционируют сотни заводов по производству плит и панелей из сборного железобетона, существуют карьеры песка и щебня практически во всех регионах. Эти заводы производят и дорожные преднапряженные железобетонные плиты, но загружены на треть мощности, так как сборный железобетон для жилищного строительства, главной технологии в СССР, сегодня устарел по всем показателям. В настоящее время предприятия по производству железобетона производят тысячи напряженных дорожных плит по ГОСТ 21924.0-84 для покрытий городских дорог, способных выдерживать нагрузку от 10 до 30 т на кв.м, и специальных преднапряженных железобетонных плит для аэродромных покрытий –ПАГов по ГОСТ 25912.0-91, способных выдерживать нагрузки от 50 т до 75 т на кв.м. Изменением толщины плит можно определять допустимые нагрузки на ось транспортных средств (рис.10).

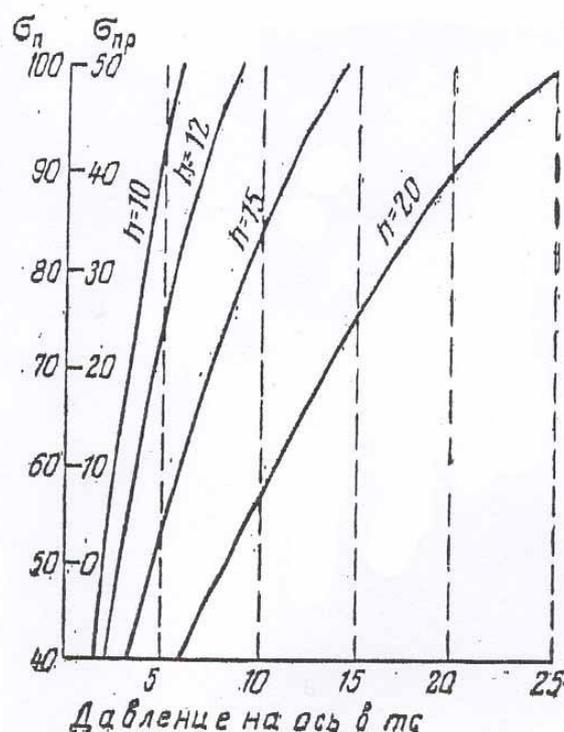


Рис.10. График зависимости допустимых давлений на ось автомобильных нагрузок от толщины (обозначены на кривых) предварительно напряженных железобетонных плит.

Основное отличие производимых сегодня плит – отсутствие сквозных каналов для протяжки через плиты стальных канатов при новой технологии строительства автомобильных дорог и взлетных полос аэродромов для напряжения плит вдоль полотна. На существующих заводах можно за месяцы организовать производство километров плит по подобию канадских и американских и во многие разы увеличить темпы строительства дорог. Необходимая арматура, стальные канаты, анкеры, домкраты и маслостанции уже производятся в России и применяются, в частности, при строительстве мостов и различных строительных конструкций и площадок (объекты в Сочи, развязка 3-его кольца на площади Гагарина в г.Москве, ряд мостов и т.п.).

Применение производимых российскими заводами дорожных плит весьма ограничено из – за отсутствия спроса, однако, при освоении новой технологии существующие предприятия, рассеянные по всей территории России и, как правило, обеспеченные железнодорожными путями и автомагистралями, могут обеспечить производство сотен и миллионов плит для строительства дорог по новой технологии по системе ИМЭТСТРОЙ. Характерное письмо одного из крупнейших предприятий – производителей дорожных и аэродромных плит приводится на вставке № 1 (на след. стр.).

Весьма важным является и то обстоятельство, что технология изготовления различных плит сегодня значительно усовершенствовалась во всем мире, а также и в России; при этом получают распространение безопасные способы формовки железобетонных плит (**СПАНКРИТ, ТЕНСИЛЕНД** и др.). Достигнутое качество железобетонных изделий способно обеспечить их долговечность даже в жестких климатических условиях России на многие десятилетия.

Преднапряженные плиты для строительства автодорог по новой технологии нужно изготавливать из бетонов с водопоглощением не более 4 % масс., водонепроницаемостью не ниже W8, с маркой по морозостойкости не ниже 300 циклов, а по прочности – не ниже B40. Такие бетоны обеспечивают долговечность автодорог не меньше чем на 50-100 лет. Для производства таких бетонов в России разработана и освоена уникальная технология механохимически активированного цемента, которая позволяет радикально повысить качество бетона при снижении расхода цемента, улучшить свойства и долговечность бетонных изделий, одновременно переработав малоиспользуемые отходы - горы (миллиарды тонн) зол, шлаков и природных мелкозернистых песков в преднапряженные железобетонные плиты для высококлассных и долговечных дорог.

Все это может обеспечить мультипликативный эффект в Российской экономике: строительство высококачественных, безопасных и долговечных автомагистралей, необходимых для страны как воздух, загрузка предприятий по производству цемента, железобетонных изделий, стальной арматуры и канатов, домкратов и маслостанций, подъемных механизмов и транспорта, решение проблем занятости населения, особенно в регионах России. Такие примеры в истории уже были, достаточно упомянуть реализацию строительства дорог как средства выхода из кризиса в 30–е годы в США. Кстати, в текущем году, буквально в последние месяцы, приняты решения о приоритетном развитии транспортной системы в США, Японии, Китае, Финляндии и Швеции, где уровень обеспеченности дорогами и их состояние значительно превосходят российские.

5. Экономическая оценка применения технологии строительства автомобильных дорог по системе ИМЭТСТРОЙ

Расход материалов на автомобильную дорогу шириной 7,2 метра

Плиты прямоугольные преднапряженные 7200*2400*140 мм
 $V=2,42 \text{ м}^3$ $P=5,8 \text{ т}$

Расход арматуры 10 кг/м²

Плиты монтируются поперек дорожного полотна, стягиваются стальными канатами диам. 15,7 мм через каждые 1,2м, начиная 0,6 м от края.

Общий расход металла (в канатах)

$2,4 \text{ м} * 1,3 * 6 = 18,7 \text{ кг}$ (1 м каната весит 1,3 кг)

Амортизаторов резиновых 6 шт.

Расход удельный на 1 пог.м. автомобильной дороги:

Арматура в плите $10 \text{ кг} * 7,2 \text{ м}^2 = 72 \text{ кг}$

Бетон в плите 1 м^3

Расход стальных канатов $7,8 \text{ кг}$

Расход амортизаторов резиновых 2,5 шт.

Расход двунаправленных анкеров 0,1 шт.

ИТОГО на 1 погонный метр автомобильной дороги шириной 7,2м:

металл $71+7,8 = 78,8 \text{ кг}$

бетон (портландцемента) 1 куб.м (400 кг)

амортизаторы резиновые 2,5 шт.

Таблица 9

**Примерная смета затрат на материалы, изделия и работу по
строительству 1км автодороги шириной 7,2м по системе «ИМЭТСТРОЙ»
с повышенной долговечностью (цены на 01.09.09)**

Материалы и изделия	Стоимость единицы, руб.	Объем на 1 км (7200 м ²)	Общая стоимость, руб.	Примечание
Материалы и изделия				
1. Железобетонные преднапряженные плиты 7,2x2,5x0,15	35.000 за шт.	400 шт. (1008 м ³) бетона	14.000.000	1 плита = 18,0м ² (2,52 м ³ бетона)
2. Строительные канаты в оболочке, анкеры	60 на 1м. длины каната	6000 м	360.000	(6 канатов в длину полотна)
3. Песок строительный, карьерный	200 за 1м ³	1800 м ³ толщина слоя 0,25 м	360.000	
4. Полиэтиленовая пленка	25 за 1м ²	7400 м ²	185.000	Пленка с армированием
5. Герметик	10000 за 1м ³	5,0 м ³	50.000	
6. Амортизаторы	50 за шт.	2400 шт.	120.000	
7. Литой асфальто-бетон (d=60мм)	2200 за 1м ³	432 м ³	950.400	
8. Бортовой камень	250 за 1 м	2000 шт.	500.000	Черно-белый, попеременно
9. Бетонная смесь для крепления бортового камня	4000 за 1 м ³	60 м ³	240.000	
10. Вкладыши для светящейся разметки дороги	30 за 1 шт.	1000 шт.	30.000	Для исключения весенних затрат на разметку дорог
		Итого:	16.695.400	
Работа				
11. Выравнивание горизонта дороги, насыпка грунта, формирование земляного полотна и водоотводов			1.600.000	
12. Насыпка и разравнивание песка			280.000	
13. Монтаж плит с установкой амортизаторов и герметизацией стыков			2.800.000	
14. Укладка литого асфальтобетона			2.100.000	
15. Установка бортового камня и разметки			200.000	
		Итого:	6 980.000	
		Общая сумма:	23.675.400	
		Транспорт:	3.551.310	15% от затрат

Общих затрат 27.226.710 руб. на 1 км 7,2 метрового полотна, ограниченного бортовым камнем 3494руб. за 1м² или 24458 руб. за 1 погонный м полотна дороги шириной 7,2м.

Оценка стоимости строительства автодорог по предлагаемой системе ИМЭТСТРОЙ приводится на примере расчета 1 км пути шириной проезжей части 7,2м, наиболее характерной для дорог России. Выполненные расчеты показывают, что один километр новой автодороги будет стоить дешевле строящихся сегодня. Так, стоимость 1 кв.м. дороги системы ИМЭТСТРОЙ по нашим расчетам составляет 3500-4000 руб., в то время, как, например, при строительстве кольцевой автомобильной дороги вокруг Петербурга стоимость 1 кв.м. покрытия составила около 6000 руб., а на 1 кв.м. Центральной кольцевой автодороги вокруг Москвы планируется потратить около 7000 руб.

Таблица 10

Сравнительный анализ стоимости строительства дорог

Наименование	Общая сумма всех затрат на 1 км. трассы
ЕВРОПА	
Автобан в Германии (в среднем) (по данным Федерального министерства транспорта, строительства и городского развития Германии)	от 11 до 14 млн. долл. (8 – 11 млн. евро) за километр
Автобан в восточных землях Германии	5 млн. евро за км
Автобан между Любеком и Щепином (323 км.)	5,8 млн. евро за километр
Польша (по данным Польского министерства инфраструктуры)	7 – 8 млн. долл
Швейцария	24 млн. евро за км
Чехия (автобан между Дрезденом и Прагой)	9,2 млн. евро за км
США	
Дорога M6 South Beltline длиной 64 км. в штате Мичиган	\$2.48 млн. за 1 км
Трасса Route 87 В Калифорнии в районе Сан-Хосе длиной 30 км	\$7,52 млн. за 1 км
SR-125, San Diego, California 50 км	\$5,52 млн. за 1 км
1-5 – Everett SR 526 to US 2 HOV Lanes-Everett, Washington Всего 27 км	\$8,85 млн. за 1 км
РОССИЯ	
ЗСД 212,7 млрд. руб.	180 млн. долл. за км.
Дорога Краснодар - Новороссийск	32 млн. долл. за км.
Новая кольцевая дорога в Московской области	40 млн. долл. за км.
Новая магистраль Москва – Санкт-Петербург (первый участок)	65 млн. долл. за км.
По предлагаемой технологии - системе ИМЭТСТРОЙ	(без оплаты стоимости участков земли)
2-х полосная	1 млн. долл. за км.
4-х полосная	2,5 млн. долл. за км.
6-х полосная	4,2 млн. долл. за км.
Автобан	6,0 млн. долл. за км.

Эти цифры разительно отличаются от утвержденных и фактических затрат для дорог в России и значительно меньше от опубликованных за рубежом. Так, в табл. 10 приводятся сравнительные данные, опубликованные в статье «Цена дороги» (газета «Строительство и бизнес», ноябрь 2008г).

Предлагаемая новая технология строительства сборного дорожного покрытия позволяет выполнять дорожные работы с высокой производительностью и в короткие сроки: звено рабочих из 10-12 человек, обеспеченное необходимой техникой, может уложить на подготовленное земляное полотно 3-4 пакета плит длиной 50-60 метров с общей протяженностью около 200-220 метров в рабочий день, а в течение одного месяца уложить 4-5 километров полотна автомобильной дороги. К нашим расчетам необходимо добавить ускорение работ по строительству дорог в 8-10 раз за счет новой технологии и безусловную экономичность эксплуатации сборных дорог из преднапряженных железобетонных плит: их не надо будет ремонтировать десятилетиями.

Помимо ускоренного процесса строительства, строительство по новой технологии сборных дорог дает повышенный срок службы покрытий. Во-первых, плиты изготавливаются под контролем в заводских условиях. Это позволяет работать со смесями разных типов бетона и работать над свойствами плит (повышение несущей способности, снижение веса, стойкость и т.д.). Во-вторых, благодаря пред- и пост-натяжению предотвращается растрескивание плит. Это сокращает, а то и полностью устраняет образование ям и выбоин от большегрузных машин, мороза, дождей во время расчетного срока службы дорог.

Весьма эффективной будет новая технология ИМЭТСТРОЙ для быстрого строительства новых и ремонт существующих аэродромных полос и площадок, автостоянок, городских площадей, позволяя получать надежные покрытия с высокой долговечностью.

Достоинствами предполагаемой дорожной строительной системы ИМЭТСТРОЙ являются:

- ускорение строительства автомобильных дорог, аэродромных полос, площадок и других покрытий;
- загрузка существующих в различных регионах страны сотен заводов ЖБИ, имеющих инфраструктуру (оборудованные склады для инертных материалов и цемента, поставщиков инертных материалов, условия для погрузки изделий на железную дорогу и автомобильный транспорт) и работающих в настоящее время на 30-35% своей мощности;

- индустриальное изготовление высококачественных плит в заводских условиях; наличие условий для соблюдения технологической инструкции, обеспечение входного контроля для поступающих материалов, своевременная выбраковка материалов, исключающая риски возможного брака;
- открытие движения автотранспорта сразу же после завершения строительства покрытия;
- сокращение трудоемкости работ; простота технологии строительства: в монтаже плит участвуют звенья из 4-5 рабочих на один грузоподъемный механизм.
- независимость от климатических условий и возможность круглогодичной работы;
- существенное уменьшение себестоимости работ и радикальное увеличение срока эксплуатации дорог без ремонта;
- возможность круглогодичного изготовления плит и строительства сборных дорожных покрытий;
- возможность укладки сборного железобетонного покрытия на упрощенное основание: земляную, щебеночную или песчаную насыпь или старое дорожное полотно;
- эффективное строительство высококачественных дорожных покрытий на слабых и мерзлых грунтах;
- многократное использование (при необходимости) одних и тех же конструкций;
- возможность применения механизации и индустриализации работ по строительству сборных дорожных покрытий, минимизация ручного труда.

Освоение новой технологии позволит решить важнейшую стратегическую задачу: в короткие сроки построить в различных регионах страны сеть высококлассных автомобильных дорог со сроком службы не менее 40-50 лет.

6. Оценка сроков перехода на новую технологию и разработка нормативной документации

Основным материалом, необходимым для строительства дорог, является портландцемент, производство которого в 2007 году составило 60,7 млн. т, в 2008 году снизилось до 53,6 млн. т, а в текущем году из-за уменьшения спроса упало за первые четыре месяца года (январь-апрель) до 10,2 млн. т цемента. Потребление и, соответственно, производство цемента в 2009 году в России составит вероятно около 40 млн. т.

В этой связи открываются значительные возможности для применения цемента в производстве железобетонных плит для строительства дорог из цементобетонных покрытий по новой технологии. Так, для строительства таких высококачественных долговечных дорог необходимо (на 1 км):

- для 2-х-полосной дороги – 400 т;
- для 4-х-полосной дороги – 800 т;
- для 6-ти-полосной дороги – 1200 т.

С учетом вышеизложенного, для возможностей цементной промышленности России нет проблем с обеспечением цемента строительства 10-12 тыс. км высококачественных дорог с поставкой от 5 до 15 млн. т цемента, тем более в этом сегодня крайне заинтересованы заводы по производству цемента, частично простаивающие без сбыта (вставка №2).

При условии государственной поддержки организации массового производства новых преднапряженных железобетонных плит и строительства новых дорог по системе ИМЭТСТРОЙ реальными представляются следующие планы строительства дорог России:

- в 2012 году – 10 000 км
- в 2015 году – 25 000 км
- в 2020 году – 40 000 км.

Помимо упомянутых ГОСТов, на производство преднапряженных железобетонных плит для дорожного строительства (ГОСТ 21924.0-84 и ГОСТ 25912.0-91) для дорожных покрытий из цементно-бетонных одежд в России разработана и применяется следующая нормативная документация:

25.2 Цементобетонные покрытия

- ВСН 139-80 — Инструкция по строительству цементобетонных покрытий автомобильных дорог
- ВСН 16-95 — Ведомственные строительные нормы. Инструкция по применению укатываемого малоцементного бетона в конструкциях дорожных одежд
- ВСН 184-75 — Технические указания по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов, не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими
- ВСН 197-91 — Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд
- ВСН 31-68 — Технические указания по проектированию и строительству сборных покрытий из преднапряженных железобетонных плит для аэродромов классов Б и В ГА
- ВСН 38-90 — Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью

- ВСН 61-97 — Инструкция по технологии строительства декоративных бетонных дорожных покрытий
- ВСН 7-94 — Инструкция по применению литых бетонных смесей в дорожном строительстве
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд из "тощего" бетона
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по укреплению местных грунтов верхней части земляного полотна неорганическими вяжущими
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по проектированию жестких дорожных одежд
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению новых материалов для герметизации деформационных швов цементобетонных дорожных и аэродромных покрытий
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по расчету температурных полей, напряжений и деформаций в цементобетонных покрытиях
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению малощебеночных дорожных бетонов с использованием песка из отсевов дробления изверженных горных пород
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению малощебеночных бетонов на мелких песках для строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по конструкции и технологии строительства дорожных одежд с цементобетонным покрытием, устраиваемых высокопроизводительным комплектом машин со скользящими формами
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению воздухововлекающей добавки ОСМ-2 в дорожных бетонах
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по повышению шероховатости цементобетонных дорожных и аэродромных покрытий

- Методические рекомендации — Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий с применением полимерных материалов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по технологии строительства цементобетонных покрытий толщиной свыше 30 см в скользящих формах
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению битумных эмульсий, осветленных алюминиевой пудрой, для ухода за свежеложенным бетоном
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению отсевов дробления гороблагодатского рудоуправления для строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению новой пластифицированной битумно-бутилкаучуковой мастики для герметизации швов цементобетонных покрытий
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению полимерцементного бетона на основе эпоксидного связующего в дорожном строительстве
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению воздухововлекающей добавки ППФ в монолитном бетоне для покрытий автомобильных дорог и аэродромов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по применению мелких и очень мелких песков в бетоне для строительства цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по контролю качества поровой структуры дорожного бетона
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по статистическому методу контроля и оценки прочности и однородности бетона при строительстве дорожных и аэродромных покрытий
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по устройству покрытий из полимербетона на эпоксидной или полиэфирной смоле на участках дорог, подверженных повышенному износу
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по оценке качества дорожного бетона

- Методические рекомендации — Методические рекомендации по ускоренному контролю морозостойкости дорожного бетона
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по обеспечению воздухоувлечения в бетонную смесь при строительстве цементобетонных покрытий автомобильных дорог и аэродромов
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по проектированию и строительству дорожных цементобетонных покрытий без швов расширения
- Методические рекомендации — Методические рекомендации по уходу за свежешелюженным бетоном дорожных и аэродромных покрытий с применением депрессора испарения влаги марки ДСШ
- ОСТ 218.2.001-2002 — Портландцемент для бетонов искусственных сооружений и дорожных одежд Санкт-Петербургской кольцевой автомобильной дороги. Технические условия
- РД 31.31.46-88 — Методика расчета и конструирования жестких покрытий территорий морских портов
- Рекомендации — Методические рекомендации по применению воздухоувлекающей добавки СДО в монолитном дорожном бетоне
- Рекомендации — Методические рекомендации по строительству оснований и покрытий из виброкатанного цементобетона
- Рекомендации — Методические рекомендации по применению литых бетонных смесей с комплексными добавками, включающими суперпластификатор, для устройства цементобетонных покрытий и оснований
- Рекомендации — Методические рекомендации по технологии заполнения деформационных швов цементобетонных покрытий битумно-бутилкаучуковой мастикой с применением электрогерметизаторов типа "Стык"
- Рекомендации — Рекомендации по применению кремнийорганических добавок при строительстве цементобетонных покрытий дорог и аэродромов
- Рекомендации — Рекомендации по изготовлению составов эластичных заполнителей из полимерных материалов и каучуков и заполнению ими швов цементобетонных покрытий дорог и аэродромов
- Рекомендации — Рекомендации по применению песчаного бетона в строительстве дорожных покрытий и оснований

- Рекомендации — Рекомендации по применению и технологии производства дорожного силикатного бетона в условиях Западной Сибири
 - Рекомендации — Рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий с применением эпоксидных смол
 - Рекомендации — Рекомендации по конструкциям и технологии строительства автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями и основаниями из смесей повышенной жесткости
 - Рекомендации — Рекомендации по защите цементобетонных покрытий от поверхностных разрушений путем обработки составом на основе кремнийорганической жидкости 119-215 (для опытного применения)
 - Рекомендации — Рекомендации по применению карбонатного бетона в строительстве дорожных оснований
 - Руководство — Руководство по применению соединения аэродромных плит изогнутыми штырями
 - Руководство — Руководство по организации скоростного строительства автомобильных дорог с цементобетонным покрытием с использованием комплектов машин типа "Автогрейд"
 - ТР 138-03 — Технические рекомендации по применению укатываемого малоцементного бетона в конструкциях дорожных одежд
 - ТР 147-03 — Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций из литых бетонных смесей
 - ТУ 218 РСФСР 620-90 — Смеси бетонные жесткие для строительства цементобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов
 - ТУ 5745-001-01386160-001 — Смеси бетонные дисперсно-армированные стальной фиброй, фрезерованной из сляба.

Существующая документация может быть легко переработана под новую технологию строительства автомобильных дорог по системе ИМЭТСТРОЙ.

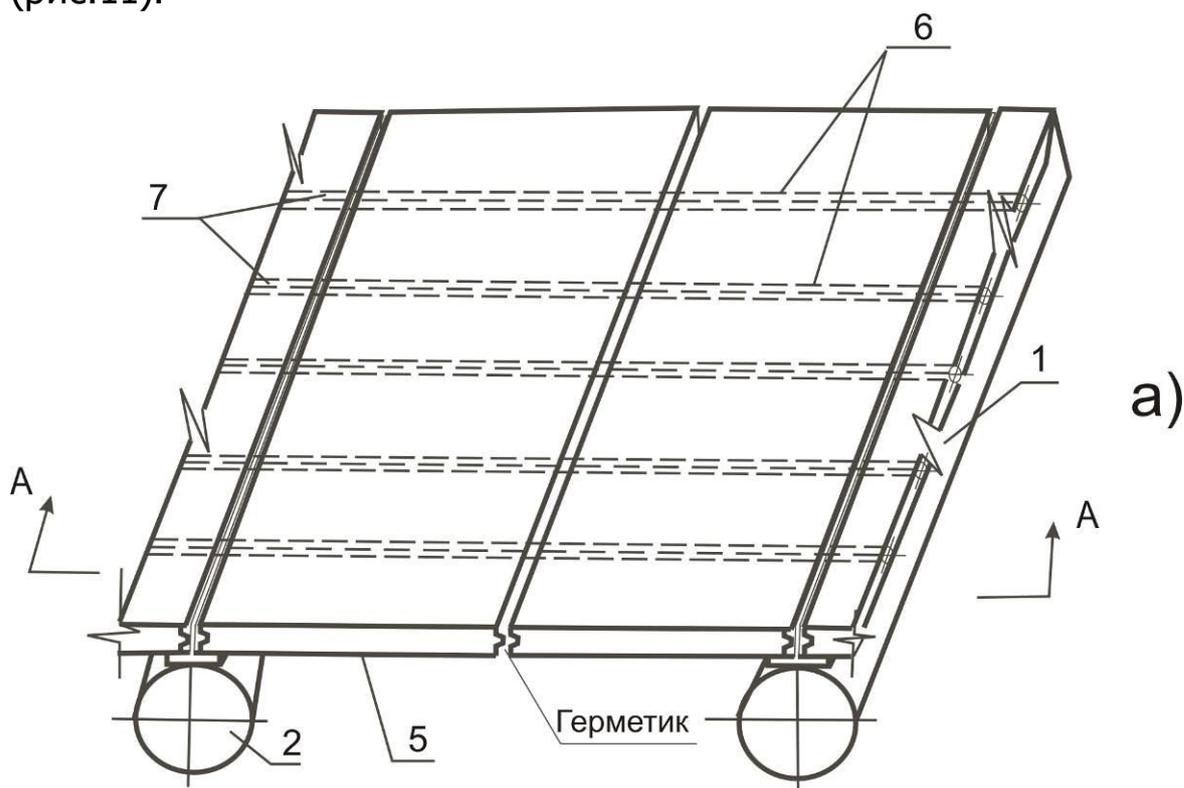
7. Перспективы развития неосвоенных территорий России

Особенно актуальны возможности новой технологии, позволяющей строить дороги из сборных железобетонных плит и в летнее, и в зимнее время, на любых грунтах, в любых регионах России, тем более, что 65 % ее территории покрывает вечная мерзлота .

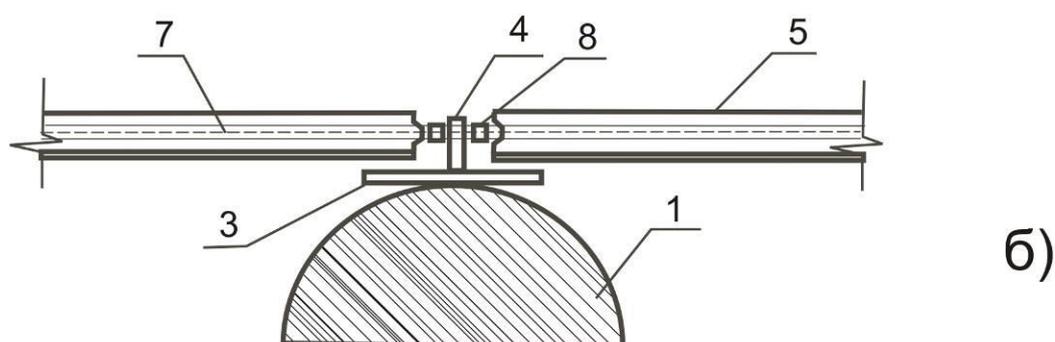
Новая технология быстрого строительства дорог на грунте монтажом, укладкой и стягиванием стальными канатами в пакеты железобетонных преднапряженных плит может дать особенно хорошие результаты при прокладке дорог на слабых грунтах: в условиях вечной мерзлоты, болот, песчаников и т.д., стоимость которых при строительстве по обычной технологии весьма высока. Новая технология нужна России с её необъятными просторами и бездорожьем для решения стратегической задачи освоения пока малодоступных земель в Сибири, на Дальнем Востоке и Северных регионах.

В одном из разработанных по системе ИМЭТСТРОЙ способе строительства дорог на слабых и мерзлых грунтах, включающем монтаж дорожного покрытия на плавучих опорах и заделку швов герметичным материалом, дорожное покрытие изготавливают из преднапряженных железобетонных плит со шпунтовыми торцами, стянутых стальными канатами с усилием от 5 до 30 тс в пакеты, причем стыки пакетов укладывают на прикрепленные к плавучим опорам стальные площадки с опорами – натяжителями и анкерами, а после заделки швов герметичным материалом площадки монолитизируют бетоном

(рис.11).



Фиг.1



Разрез А-А

Рис.11. Фрагменты сборного дорожного покрытия для строительства дорог на слабых, мерзлых грунтах и болотах: а) - общий вид; б) - разрез стыка плит.

1 – стальные трубы – понтоны; 2 – заглушки труб для герметизации; 3 – опорная площадка плит; 4 – ребра – натяжители; 5 – преднапряженные железобетонные плиты; 6 – сквозные каналы в плитах; 7 – стальные канаты в оболочках; 8 – анкеры.

Разработанное устройство для строительства дорог на слабых и мерзлых грунтах решает задачу радикального снижения массы подсыпок, существенного ускорения работ, снижения трудозатрат, а также повышения эксплуатационных характеристик и долговечности дорожных покрытий на слабых грунтах.

Выполнение дорожного покрытия из стянутых в пакеты предварительно напряженных железобетонных плит со шпунтовыми торцами позволяет заметно снизить трудозатраты и сроки монтажа дорожного покрытия при одновременном существенном повышении его надежности, несущей способности и эксплуатационных характеристик. Применяемые в предлагаемой технологии предварительно напряженные железобетонные плиты могут выдерживать большие нагрузки при небольшой (порядка 12 – 15 см) толщине и небольшой массе плит, что особенно важно при укладке дорожного покрытия на слабых (болотистых, торфяниках и т.п.) грунтах.

Кроме того, благодаря стягиванию согласно предлагаемой технологии предварительно напряженных железобетонных тонких плит со шпунтовыми торцами стальными канатами в пакеты, стрела прогиба полотна минимальная, стыки между отдельными пакетами, где давление на грунт является наиболее высоким, располагаются менее часто, нежели при применении в дорожном покрытии обычных бетонных плит, и, таким образом, заставляют работать грунт менее интенсивно, что также положительно сказывается на эксплуатации дорожного покрытия, уложенного на слабых грунтах.

Высокая несущая способность полотна дороги, получаемого по новой технологии, связана с максимально равномерным распределением нагрузки транспорта на соответствующий участок пакета преднапряженных железобетонных плит и плавучих опор, работающих как единая конструкция, имеющая небольшую поверхность, эффективно компенсирующую обычно разрушающие локальные нагрузки тяжелых транспортных средств за счет совместной работы бетона и натянутых в полотне дороги стальных канатов. Кроме того, как показали исследования (см., например, книгу Г.И. Бердичевского и др. «Предварительно напряженный железобетон». – М., 1968г.- С.187), результаты проведения которых приведены на рис.11, даже незначительное (порядка 10 кг/см²) предварительное напряжение бетонных плит толщиной 12 – 20 см, обеспечивает высокую эксплуатационную надежность дорожного полотна при интенсивном движении транспорта. В предлагаемом техническом решении натяжение каждого стального каната для стягивания железобетонных плит составляет в среднем 5 - 30 тс, что

обеспечивает повышенную несущую способность и эксплуатационные характеристики дорожного покрытия на слабых и мерзлых грунтах.

Новая система может позволить решить проблему «пробок» автотранспорта в г.Москве и других крупных городах России.

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.12).

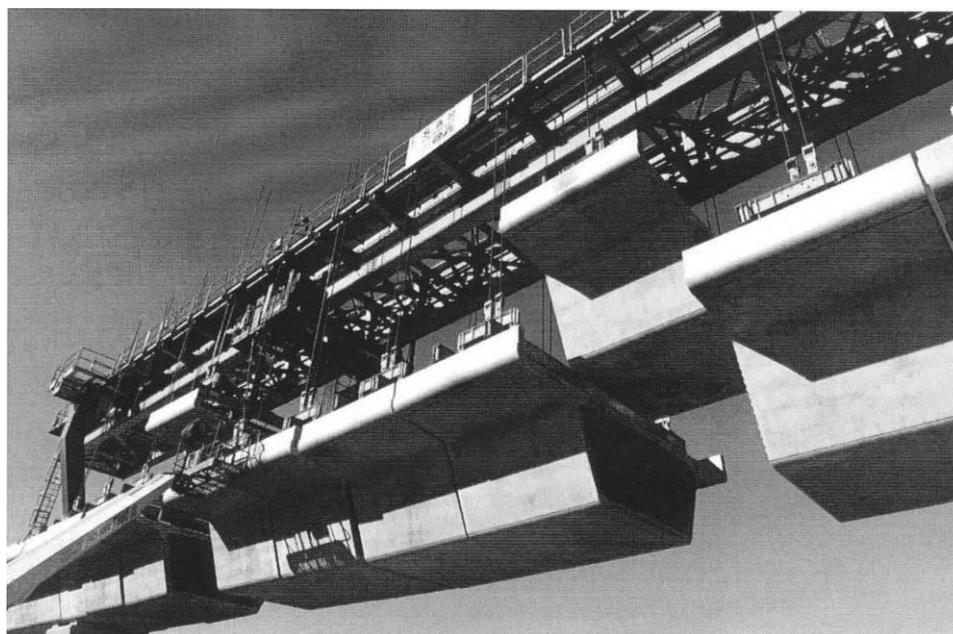


Рис.12. Строительство из сборных элементов большепролетного основания скоростной железной дороги в г. Ванкувере, Канада.

Можно рекомендовать для г.Москвы строительство дорожных эстакад из готовых железобетонных элементов, стянутых стальными канатами *радиальных* («вылетных») магистралей - *для быстрого выезда из центральной части города, и кольцевых* магистралей над третьим и четвертым транспортными кольцами, свободных от светофоров, с въездами - подъемами и выездами - спусками. Такие эстакады-магистралы, элементы которых монтируются на железобетонных опорах, с пролетами через каждые 50-60 м, могут иметь в сечении известную форму ладьи и закрываться сверху поликарбонатными арками, украшая архитектурный лик магистралей.

Опыт изготовления крупногабаритных железобетонных конструкций на предприятиях Москвы достаточно велик, и технически организация производства элементов таких сборных конструкций не представляет особых сложностей так же, как и их монтаж на месте

строительства магистралей. Во всех случаях такие надежные и долговечные эстакады будут стоить существенно дешевле строительства планируемых Правительством города подземных магистралей, а также более безопасны и надежны в эксплуатации.

Предложенная концепция для сборных дорог заключается в использовании бетонных сборных плит преднапряжения. Все плиты подвергаются преднапряжению в поперечном направлении в процессе изготовления и последующему совместному натяжению в продольном направлении после укладки. Преимущество использования плит преднапряжения – существенное увеличение срока службы дороги при значительном снижении толщины дорожного покрытия. Например, дорожное покрытие толщиной 20 см из бетонных плит преднапряжения может иметь тот же расчетный срок службы, что и усиленное бетонное покрытие толщиной 35 см: для этого нужно лишь отрегулировать уровень преднапряжения дороги. Это не только приводит к значительной экономии материала, но и обеспечивает преимущество при строительстве дорог в зонах с ограничениями по высоте (например, под пролетами мостов).

Новая технология была доложена и обсуждена на заседании Комитета по транспорту Государственной Думы РФ и получила поддержку с рекомендацией заинтересованным министерствам и ведомствам освоения на автомобильных магистралях России (приложение 1).

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

Многолетний опыт применения дорожных плит и аэродромных покрытий в различных странах и в России (перечень стандартов, СНиПов, руководств и инструкций приведен в предыдущем разделе) позволяет считать возможным оперативное создание Технического регламента по безопасности движения автотранспорта в сочетании с дополняющими нормативными документами - ГОСТами, Техническими условиями, Руководствами и Инструкциями, – предусматривающими все стороны применения новой технологии строительства автомобильных дорог по системе ИМЭТСТРОЙ, а также производства преднапряженных железобетонных плит, стальных канатов, амортизаторов и др.

Наиболее целесообразна совместная работа в этом направлении разработчика и патентообладателя ОАО «Московский ИМЭТ» совместно с дорожными институтами России (ГипродорНИИ,

Росавтодор и др.) в рамках государственного заказа Министерства Транспорта РФ. Освоение разработанной технологии производства дорожных плит по системе ИМЭТСТРОЙ может быть реализовано на многочисленных региональных предприятиях железобетонных изделий, производящих преднапряженные плиты для автомобильных дорог и аэродромных покрытий. В настоящее время Министерством Транспорта РФ решается вопрос о выборе опытных участков автомобильных дорог для всесторонних испытаний новой технологии, результаты которых лягут в основу Технического регламента по безопасности движения автотранспорта и необходимых стандартов, технических условий и сопутствующих нормативных документов.

Новая технология строительства автомобильных дорог и аэродромных покрытий, различных площадок, эстакад и пандусов по системе ИМЭТСТРОЙ из преднапряженных плит или железобетонных коробчатых конструкций позволит радикально повысить несущую способность дорожных одежд, снизит их истираемость, повысит все эксплуатационные характеристики и долговечность, радикально уменьшит финансовые затраты на ремонт автомобильных дорог и покрытий. Реализация новой технологии позволит эффективно использовать бюджетные средства и частные инвестиции в строительстве новых, в том числе, платных, дорог.