

В УСЛОВИЯХ РОССИИ...

В статье на примере знаковых объектов: автомобильных магистралей, аэродромных покрытий и инженерных сооружений – рассматривается современная технологическая основа российского дорожного строительства, затрагиваются проблемы долговечности покрытий, анализируются вопросы, касающиеся качества применяемых материалов, изделий и конструкций, а также значительной трудоемкости и затратности строительных работ в климатических условиях России. Кроме того, оцениваются современные технические решения, связанные с применением новых материалов, конструкций и технологий при возведении дорожных и аэродромных покрытий, мостов, эстакад и развязок.

Технологическая основа строительства дорог в России устарела до критической ситуации – выделяемые государством деньги налогоплательщиков уходят в черную дыру ремонтов недолговечных асфальтобетонных покрытий, а новые дороги строят в абсолютно недостаточных объемах, причем недопустимо долго и затратно...

Примером отсутствия должного внимания со стороны чиновников к актуальной проблеме строительства дорог в России является отношение к отраслевой созидательной науке – уже потеряны десятки институтов и КБ. Чего стоит один только свежий факт объявленного в октябре 2010 г. банкротства основной научной и технологической базы строительства дорог – института «СОЮЗДОРНИИ», созданного в 1926 г., располагавшего десятками высококлассных специалистов и уникальной экспериментальной базой, института, разработавшего всю нормативную базу дорожного строительства страны!

Последствия разрушения системы «наука – проект – производство» стали совершенно очевидны и очень дорого обходятся стране, а впоследствии будут обходиться еще дороже, невзи-



Рис. 1. Перрон АВК-1 (16.12.07) + 4С. Состояние швов теплового расширения, фактическая величина швов в пределах 10–12 мм. Наблюдается значительное выдавливание герметика с сопутствующим образованием продольных трещин второго типа вдоль швов

рая на существующие мнения, что «заграница нам поможет», и на перспективу приглашения иностранных специалистов.

Недавний скандал с состоянием магистрали в Сколково, к сожалению, типичен для строительства дорог с асфальтобетонными покрытиями в России. Напомню: магистраль вышла из строя после 9 месяцев эксплуатации, несмотря на то, что в 2010 г. на строительство 5 км 354 м дороги шириной 15 м было потрачено 5 млрд 750 млн рублей народных денег! К факту низкого качества строительных работ можно отнести и олимпийский объект – аэропорт Адлер города Сочи. Здесь в период с 15 по 17 декабря 2009 г. сотрудниками ОАО «Московский ИМЭТ» выполнялось исследование причин многочисленных дефектов цементобетонных аэродромных покрытий, построенных в 2007 г. Были проведены обследование и отбор кернов дефектных участков аэродромных покрытий, наблюдавшихся на перроне АВК-1, ВИП-перроне и ИВВП-1.

Обследованные участки перронов АВК-1, ВИП и ИВВП-1 выложены монолитными бетонными плитами размером 7,50x7,50 м, а их обочины – плитами 3,50x3,50 м, разделенными сквозными швами сжатия, ложными швами сжатия и в длинномерных рядах – швами расширения. Расстояние вдоль покрытий между швами теплового расширения, согласно проекту, составляет для перрона АВК-1 – 75 м, а для ВИП-перрона – 60 м. На участке АВК-1 уложены армирующая сетка (арматура Ø14, ячейка 200x200 мм) в нижней части покрытий, а на ВИП-перроне армирующие сетки положены в два слоя.

Наблюдаемые дефекты покрытий разделены на три группы: **первый тип** – волосные короткие трещины в виде узоров, чаще всего кольматированные (закрытые) гидратными новообразованиями цементного камня, характерные для краев плит в длинномерных рядах и перрона АВК-1, и, особенно, ВИП-перрона, не относящиеся к опасным дефектам; **второй тип** – открытые протяженные трещины шириной от долей до 2 мм, глубиной от 10–20 до 50–70 мм, в отдельных местах сквозные по покрытиям, располагаются чаще всего вдоль стыков аэродромных плит возле швов расширения. Такие трещины характерны для перрона АВК-1, они опасны и обычно развиваются вглубь, разрушая бетон покрытия во время замораживания – оттаивания, особенно интенсивно при применении различных антигололедных реагентов (рис 1, 2); **третий тип** – широкие, до нескольких десятков миллиметров трещины длиной несколько метров; небольшое их число наблюдается на ИВВП-1.

Главной причиной возникновения основных дефектов в виде трещин второго типа и в меньшей степени – первого типа является, по нашим выводам, несоответствие расположения швов компенсации теплового расширения цементобетонных покрытий климатическим условиям г. Сочи. Согласно климатическим условиям поверхность бетонных покрытий аэродрома в летнее время при солнечной погоде

достигает 70–75°C. При таких температурах верхний слой цементобетонного аэродромного покрытия расширяется (по сравнению с климатическими условиями в зимнее время, когда температура, особенно в ночное время, падает в зимний период до 0°C и иногда ниже) в среднем на 0,8–0,9 мм на каждый метр покрытия.

Замеры швов теплового расширения в период обследования покрытия перрона АВК-1 15–17 декабря 2009 г. даже при утренних температурах 2–4°C показали их ширину в пределах 10–12 мм (рис. 1).

Такой ширины при больших расстояниях между швами теплового расширения, тем более в период с минимальными температурами поверхности бетона, явно недостаточно для компенсации теплового расширения длинномерных покрытий при повышении температур покрытия в г. Сочи в летнее время под прямыми солнечными лучами.

Описанный вид характерен для швов теплового расширения на перроне АВК-1 и ВИП-перроне. Некомпенсированное тепловое расширение цементобетонных покрытий вызывает особенно значительные деформации на поверхности плит в зонах швов расширения, приводя к образованию трещин второго типа на контакте плит и – особенно – в углах плит покрытий (рис. 3).

На ВИП-перроне также наблюдается выдавливание герметика из швов теплового расширения, но здесь ширина швов на 4–6 мм больше, чем на перроне АВК-1. В связи с указанным выше, трещин второго типа вдоль стыков плит на покрытии ВИП-перрона значительно меньше, чем на перроне АВК-1. Несколько лучшее состояние аэродромных покрытий на ВИП-перроне связано с усиленным двухслойным армированием бетона и с уменьшением расстояния между швами теплового расширения до 60 м.

Вторая причина образования трещин и высолов на аэродромных покрытиях – нарушения в уходе за бетоном в начальный период его твердения. Этот период – наиболее ответственный для формирования его качественной микроструктуры. Непосредственно после укладки полосы бетона стандартной шириной 7,5 м в соответствии с регламентом поверхность свежего бетона должна быть изолирована для предотвращения испарения воды, тем более что применяются жесткие смеси с малым количеством воды для исключения распыла и осадки бетонного массива.

С целью сохранения влаги изоляция бетона от испарения осуществляется обычно укрытием его полимерной пленкой. При строительстве цементобетонных полос в аэропорту Сочи применяется укладчик GHP 2800 фирмы Gomaco с устройством для орошения укладываемого бетона пленкообразующим материалом в виде «Композиции латексной ВГПМ».

Наблюдение за выполнением работ по укладке цементобетонной полосы вдоль перрона АВК-1 16 декабря 2009 г. показало:

■ пленкообразующее наносилось на поверхность полосы однократно (вместо двух раз) и весьма неравномерно (рис. 4);



Рис. 2. Выпирание швов теплового расширения на АВК-1. Видна сквозная трещина вдоль шва



Рис. 3. Перрон АВК-1. Отверстие от керна в угловой части плиты



Рис. 4. Свежеуложенная полоса цементобетонного покрытия. Аэропорт Адлер, наблюдается неравномерность пленкообразующего покрытия на поверхности бетона (16.12.2009)



Рис. 5. Стык полос на ВИП-перроне. Слева полоса 6р, уложенная между готовыми полосами 7р и 5р. Справа полоса 5р, уложенная с открытыми торцами

заполнением микротрещин продуктами кристаллизации высолов, выходящих через микротрещины на поверхность бетона.

Весьма наглядно такие последствия демонстрирует состояние покрытия ВИП-перрона. В марте – апреле 2007 г. на нем было положено семь полос (1р – 7р) вдоль всего перрона. На краях длинномерных полос, уложенных ранее через свободные ряды с открытыми торцами (7р, 5р, 3р, 1р), наблюдаются интенсивные образования высолов и волосяных трещин, а на краях полос, уложенных позднее между существующими полосами (6р, 4р и 2р), т.е. с закрытыми боковыми торцами за счет соседних, ранее уложенных длинномерных рядов полос, никаких высолов и трещин первого вида не наблюдается (рис. 5).

На ИВПП-1 в средней части плит покрытия обнаруживались широкие, до 20–25 мм трещины третьего вида, длиной до нескольких метров, часто переходящие из одной плиты в другую (рис. 6). В настоящее время трещины заделаны герметиком, вероятно, их глубина простирается на всю толщину плит.

Ознакомление с характером распространения указанных трещин, особенностями их протяженности и перехода между плитами в длинномерном ряду покрытия в средней его части вдоль движения транспорта, с завершением распространения отдельных трещин в средней части плит (рис. 6) позволяет считать единственно возможной причиной появления таких дефектов кратковременные разовые или периодические значительные механические нагрузки на покрытие с недостаточно прочным бетоном, скорее всего, за счет прошедшего преждевременно тяжелого транспорта. В фундаментальной работе авторитетных ученых А.Н. Шумейко, И.М. Юрковского, М.В. Немчинова «Автомобильные дороги России. Состояние и перспективы» (МАДИ, 2007) предлагается 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, как в СССР и России, так и во всем мире. В развитие этой Концепции нами предложена новая строительная система «ИМЕТСТРОЙ» для строительства высококачественных долговечных дорожных и аэродромных покрытий из сборных преднапряженных железобетонных плит заводского изготовления, укладываемых на упрощенные основания из разработанного ОАО «Московский ИМЭТ» нового дренирующего бетона, в виде пакетов, стянутых в единый длинномерный диск напрягаемыми стальными канатами.

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

По предлагаемой нами технологии (СИСТЕМА «ИМЭТ-СТРОЙ») дорожные железобетонные преднапряженные плиты изготавливаются на заводах ЖБИ и доставляются к месту монтажа полотна дороги. Железобетонные плиты снабжены сквозными каналами в средней части диаметром 15–25 мм, ориентированными вдоль полотна (и поперек – при строительстве широкополосных дорог), а также шпунтованными боковыми гранями, или ровными гранями с посадочными гнездами для амортизаторов. Толщина плит, диаметр стальных канатов и марка бетона назначаются в соответствии с заданной грузоподъемностью покрытий.

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, одетых на стальные канаты, укладываемые в США на слой песка на упрощенном основании в виде насыпи из грунта, покрытой полиэтиленовой пленкой (рис. 7). Стальные канаты, защищенные от различных климатических воздействий, натягивают усилием от 5 до 30 тонн (в зависимости от количества плит и длины пакета) на каждый канат, а концы стальных канатов закрепляют клиновыми анкерами в специальных крепежных пустотах в плитах, которые после этого омоноличиваются быстротвердеющим бетоном.

Небольшое звено рабочих, снабженных техникой, способно за месяц смонтировать несколько километров высококачественных дорог. Особенно часто новую технологию применяют для быстрого ремонта и скоростного строительства дорог и, конечно же, при строительстве мостов, тоннелей и эстакад.

«Московский ИМЭТ» разработал новые легкие крупнопористые бетоны, которые эффективны для дорожного и аэродромного строительства в качестве дренирующих. Суть новой технологии и оборудования, внедренных впервые в мире, в капсулировании зерен плотного заполнителя тонкой – в доли миллиметра – оболочкой вяжущего раствора. Омоноличивание оболочки позволяет получать достаточно прочные (около 15 МПа на сжатие и 4 МПа на растяжение при изгибе) изделия и конструкции с высокой дренирующей способностью – с коэффициентом водопроницаемости от 1 до 5 см в секунду. Расход цемента для производства новых бетонов – в пределах 120–140 кг на 1 куб. м бетона. Новые бетоны позволяют получать универсальные прочные дренирующие основания, радикально упрощают и удешевят их изготовление. Типичная поверхность новых дренирующих бетонов показана на рис. 8.

М.Я. Бикбау,
академик Нью-Йоркской академии наук,
академик Российской академии естественных наук,
ОАО «Московский ИМЭТ»

Продолжение в следующем номере.



Рис. 7. Подача бетонной плиты сборного типа на дорожное земляное полотно с подсыпкой дренирующего песчаного слоя, укрытого полиэтиленовой пленкой. По торцу плиты видны отверстия для ввода стягивающих стальных канатов



Рис. 8. Типичные поверхности новых дренирующих бетонов на щебне различных фракций