

НОВЫЕ БЕТОНЫ И КОНСТРУКЦИИ

(Продолжение. Начало – в № 40)

В данной статье обращается внимание на новые конструкции для аэродромного и дорожного круглогодичного строительства из сборных элементов. Это аэродромные и дорожные преднапряженные плиты, коробчатые балки эстакад и мостов, опорные колонны, длинномерные ригели и арки на основе трубобетона. Кроме того, дается описание первой в мире новой технологии производства дренирующих бетонов капсуляцией и укладкой с омоноличиванием крупных заполнителей на грунт и технологии постнапряжения (post-tension) железобетонных конструкций стягиванием и напряжением стальных канатов и их пучков.

Новые крупнопористые бетоны

Новые крупнопористые бетоны, созданные ОАО «Московский ИМЭТ», оказались весьма перспективными для строительства водопроницаемых дорожных и аэродромных покрытий с коэффициентом фильтрации в пределах 0,2–0,5 см/с, прочностью на сжатие в 28 суток нормального твердения 120–150 кг-с/см², морозостойкостью не менее 80–100 циклов, отсутствием усадки, исключением швов теплового расширения и с развитой шероховатостью (рис. 1).

Необычная ячеистая структура такого бетона (КАПСИМЭТа) с плотной упаковкой зерен крупного заполнителя и тонкими, в десятые доли миллиметра, склеивающимися прослойками гидратированного цемента, обуславливает высокие строительно-технические свой-

ства нового материала при весьма высокой (превосходящей асфальтобетон) прочности. КАПСИМЭТ не подвержен распространению трещин, тепловой усадке и расширению, отличается высокой водо- и воздухопроницаемостью и морозостойкостью. Поверхность КАПСИМЭТа шероховата, на нее прекрасно ложится и закрепляется штукатурка, а на такое основание покрытия великолепно ложится слой асфальта.

Новые бетоны и покрытия могут быть особенно эффективны для строительства различных площадей, дорог, особенно в сельской местности, а также строительства полос и площадок малых аэродромов с низкой себестоимостью за счет использования местного щебня или гравия с небольшим (8–10% масс) расходом портландцемента.



Рис 1. Поверхность нижнего слоя двуслойного дорожного покрытия из нового дренирующего бетона

РОССИЯ – ВПЕРЕД!?

Для изготовления дренирующих бетонов ОАО «Московский ИМЭТ» разработал впервые в мире новое оборудование – капсуляторы, способные работать непосредственно на месте строительства дорожного полотна или на стационарных пунктах с перевозкой готовой бетонной смеси.

Новые конструкции и технологии строительства

Решение в России проблемы строительства надежных, безопасных и долговечных аэродромных покрытий, автомобильных дорог и железнодорожных магистралей, инженерных сооружений в виде эстакад, мостов и тоннелей возможно только на современной технологической основе, позволяющей применять высококачественные бетоны на основе наноцементов и использовать новые перспективные конструкции.

Оптимальными условиями строительства цементобетонных дорожных одежд, с нашей точки зрения, является строительство дорог (как автомобильных, так и трамвайных, железнодорожных, а также метрополитена) по технологии «ИМЭТ-СТРОИ»: *всепогодный, круглогодичный ускоренный монтаж преднапряженных железобетонных плит заводского изготовления на упрощенное дорожное полотно со стягиванием плит в длинномерные пакеты стальными канатами.*

Технология строительства автомобильных дорог из сборных железобетонных плит была широко освоена в нашей стране еще в середине прошлого века, некоторые такие магистрали эксплуатируются до сих пор.

В настоящее время технология сборного строительства дорог из железобетонных плит незаслуженно забыта дорожниками России, попавшими в затратную черную дыру постоянных ремонтов недолговечных асфальтобетонных покрытий. По этой причине ежегодно съедаются сотни миллиардов рублей средств налогоплательщиков. В США,

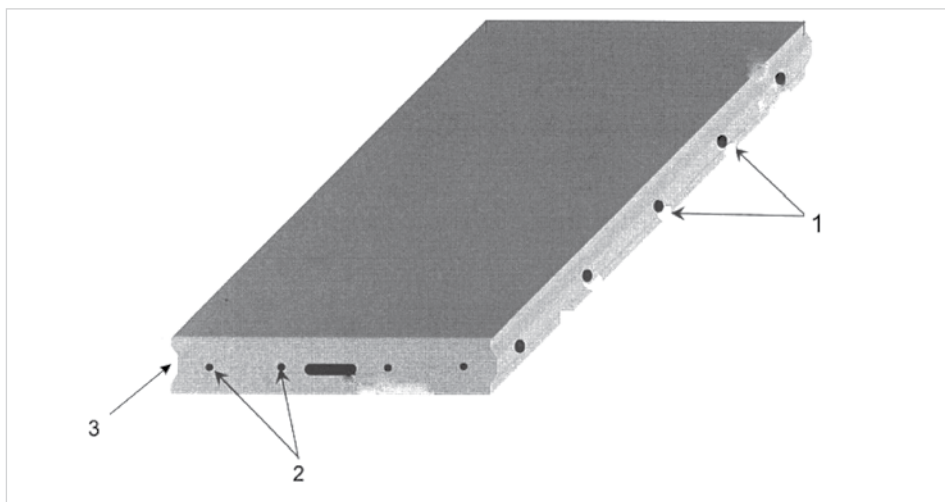


Рис. 2. Дорожная плита из преднапряженного бетона для укладки по технологии ИМЭТ-СТРОЙ: 1 – продольные сквозные каналы; 2 – поперечная преднапряженная арматура; 3 – шпунтованные боковые грани (торцы) плит

Канаде, Японии, КНР строительство цементобетонных дорожных покрытий, равно как и инженерных сооружений из сборного железобетона, становится ключевой технологией дорожников.

По предлагаемой нами технологии дорожные железобетонные преднапряженные плиты изготавливаются на заводах ЖБИ и доставляются к месту монтажа полотна дороги. В отличие от давно известных, железобетонные плиты по системе ИМЭТСТРОЙ снабжены сквозными каналами в средней части, 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.

Высокая экономическая эффективность новой технологии для строительства аэродромных покрытий и дорог заключается в упрощенных требованиях к основанию – в связи с высокой несущей способностью плит, стянутых напряженными стальными канатами в единую длинномерную конструкцию. Здесь нет необходимости выполнения трудоемких работ по созданию «корыта» в основании, по перевозке, укладке и уплотнению значительных объемов щебня и песка. Новые магистрали и покрытия позволят радикально уменьшить затраты на их содержание, вернут экономике страны сотни миллиардов рублей, ежегодно затрачиваемых на бесконечные ремонты существующих асфальтобетонных покрытий.

Наличие сквозных каналов и шпунтованных граней позволяет стягивать разработанные плиты вдоль полотна

магистрали в пакеты из 10–15 плит, стыкуемых шпунтованными гранями или с помощью амортизаторов. Последние надеваются на стальные канаты, укладываемые на слой песка толщиной 15–20 см, покрытого полиэтиленовой пленкой на упрощенном основании в виде выровненного по трассе грунта или насыпи из грунта (рис. 3).

Весьма эффективной может оказаться укладка пакетов плит на разработанные нами дренирующие бетоны. Стальные канаты, защищенные от различных климатических воздействий, напрягают с усилием от 5 т 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 плит, которые после этого омоноличиваются быстротвердеющим бетоном. О новой технологии, реализованной впервые в США при строительстве взлетных полос военных аэродромов, к сожалению, знают не многие.

Россия во времена советской власти создала колоссальное богатство: 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 регулировать допустимые нагрузки на ось транспортных средств (рис. 4).



Рис. 3. 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)

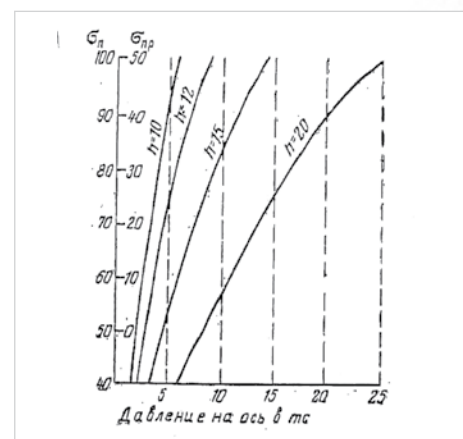


Рис. 4. График допустимых нагрузок на оси автотранспорта в зависимости от толщины (обозначены на кривых) предварительно напряженных железобетонных плит



Рис. 5. Разрез двухслойного дренажного дорожного покрытия с заданной шероховатостью для повышения безопасности движения: 1 – слой износа с перфорацией, 2 – слой дренажного бетона КАПСИМЭТ

Создание оптимальной текстуры поверхности дорожных покрытий, определяющей сцепные качества дорожных покрытий для обеспечения высокого трения в контакте автомобильной шины с поверхностью качения, является в настоящее время одним из основных направлений повышения безопасности движения автотранспорта. Во всем мире при строительстве автомобильных дорог получают распространение различные способы изготовления дорожных покрытий с шероховатой структурой.

Разработан следующий способ изготовления двухслойного шероховатого дорожного покрытия из цементобетона:

■ **верхний слой покрытия** – слой износа – изготавливают из цементно-песчаного раствора толщиной от 5 мм до 20 мм с нанесением на него равномерно распределенных по поверхности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов или многоугольных пирамид из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия. Причем диаметр большего основания усеченных конусов и пирамид выбран в пределах от 5 мм до 10 мм, угол наклона боковых ребер конусов и пирамид к вертикальной оси составляет от 15° до 40°;

■ **нижний слой покрытия** изготавливают из дренажного цементобетона путем

совместной обработки в смесителе-капсуляторе раствора цементного вяжущего, плотного заполнителя в виде щебня фракции в пределах 2–10 мм и мелкого заполнителя в виде дисперсного материала, например, кварцевого песка.

На рис. 5. показано сечение нового дорожного покрытия, разработанного ОАО «Московский ИМЭТ», – поперечный разрез шероховатого дорожного покрытия из дренажного бетона КАПСИМЭТ в нижнем слое 2 и с перфорированным слоем износа 1.

Суть предлагаемого технического решения состоит в сочетании прочного верхнего слоя износа с заданной перфорацией с нижним слоем покрытия в виде крупнопористого дренажного цементобетона, отличающегося высокими шероховатостью и водопроницаемостью (рис. 1, поверхность нижнего слоя покрытия).

Верхний слой покрытия – слой износа – изготавливают обычным смешиванием в смесителях из мелкозернистого бетона, которым покрывают нижний слой покрытия из дренажного бетона известными способами. Например, методом «свежий на свежий», толщиной от 5 до 20 мм с нанесением на него после начала схватывания равномерно распределенных по поверх-

ности и на всю толщину перфораций в виде перевернутых усеченных конусов или усеченных многоугольных пирамид из расчета суммарной площади перфорации от 5 до 20% площади покрытия.

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

Запредельной стоимостью дорог и аэродромов в России удивляют попутные инженерные сооружения – мосты, эстакады, тоннели. На погонный метр таких сооружений расходуется в несколько раз больше металла и бетона при строительстве из этих материалов монолитных конструкций.

США, Япония, Германия и другие передовые страны давно освоили производство крупногабаритных сборных пустотелых железобетонных элементов. Такие крупногабаритные пустотелые длинномерные элементы (рис. 6, 7) делаются в заводских условиях или в кас-



Рис. 6. Крупногабаритная железобетонная конструкция для автомобильной скоростной трассы «Банг На» в Таиланде. Видны отверстия для ввода стягивающих стальных канатов

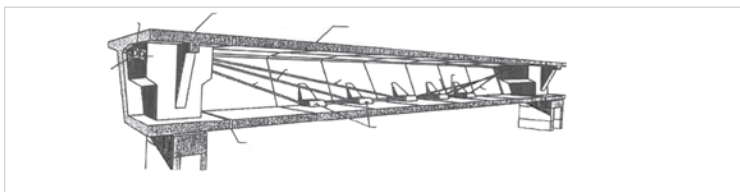


Рис. 7. Разрез по длине эстакады из сборных крупногабаритных железобетонных конструкций, опирающихся на колонны-быки со стальными напряженными стягивающими канатами, закрепленными в анкерах и промежуточных опорах

сетях на полигонах, размещаемых по строящейся магистрали.

На рис. 6 показан перевозимый транспортом крупногабаритный пустотелый железобетонный элемент скоростной трассы для восьмизрядного движения автомобилей. Длина элемента, устанавливаемого поперек трассы, составляет 27,2 м.

Непосредственно на месте строительства такие длинномерные железобетонные элементы располагают поперек полотна, опирают на несущие колонны и стягивают в единую конструкцию напряженными стальными канатами (рис. 7).

Такие эстакады могут соответствовать двум, трем или четырем полосам скоростного движения транспорта в одну сторону, учитывая, что, по современным требованиям, ширина каждой полосы должна соответствовать 3,5 м – ширина эстакад с учетом бортов и тротуара безопасности должна быть около 8 м для двухрядного движения, около 11,5 м – для трехрядного и 15 м – для четырехрядного движения. Эстакады, скоростные автомобильные и железнодорожные магистрали, а также развязки целесообразно строить в России, с ее климатом, на базе крупногабаритных элементов в виде преднапряженных пустотелых длинномерных конструкций, изготовленных на заводах ЖБИ и ЖБК, стянутых на местах строительства напрягаемыми стальными канатами или их пучками в длинномерные конструкции по завоевавшей мир технологии post-tension и с типовыми опорами в виде трубобетона. В этом году впервые в России НИИ «Строительство» с нашим участием выпущен стандарт организации 36554501-025-2011 «Трубобетонные колонны».

Эстакады могут быть закрыты сверху от снега и дождя легкими арками из поликарбонатных панелей. Это сделает их всепогодными и безопасными. В пустотах соединенных конструкций могут размещаться инженерные сети – кабели энергоснабжения, связи и т. п.

Затраты сборного железобетона предлагаемых крупногабаритных пустотелых элементов на 1 погонный метр эстакадных магистралей составят:

- для двухрядной эстакады – 8 куб. м;
- для трехрядной эстакады – 10 куб. м;
- для четырехрядной эстакады – 12 куб. м;

Часть недавно введенной в эксплуатацию дороги, построенной между аэропортом Владивостока и островом Русский к саммиту АТЭС, не выдержала испытания дождем! Дорожное полотно треснуло, а укрепленная габионами отсыпка – обрушилась. В трассу вложено 29 млрд рублей, и ущерб оказался значительным. Обвал части полотна вследствие осыпи произошел из-за ошибок проектировщиков и строителей. Подобного разрушения можно было избежать, если бы вдоль трассы, в ее основании (со стороны моря) были забиты трубобетонные сваи, связанные в верхней части стеной в грунте из дренирующего бетона. Жаль, что о достижениях российских ученых не знают ни проектировщики, ни строители. Это достаточно недорогое мероприятие сэкономило бы те 30 млн народных рублей, которые теперь придется потратить для восстановления трассы. Однако, делаем выводы!

Себестоимость одного кубометра длинномерных пустотелых изделий из железобетона составит около 15 тыс. рублей. Стоимость транспортировки и монтажа – около 8 тыс. рублей на куб. м. Таким образом, себестоимость строительства одного километра такой эстакады, с учетом непредвиденных расходов в размере 1 тыс. рублей на куб. м изделий, составит:

■ для двухрядной магистрали: $24000 \times 8 \times 1000 = 192$ млн рублей;

■ для трехрядной магистрали: $24000 \times 10 \times 1000 = 240$ млн рублей;

■ для четырехрядной магистрали: $24000 \times 12 \times 1000 = 288$ млн рублей.

Соответственно, расход бетона на 1 км магистралей составит:

■ для двухрядной магистрали: $8 \times 1000 = 8000$ куб. м;

■ для трехрядной магистрали: $10 \times 1000 = 10000$ куб. м;

■ для четырехрядной магистрали: $12 \times 1000 = 12000$ куб. м.

Преднапряженные дорожные плиты и крупногабаритные длинномерные пустотелые конструкции для строительства всех видов магистралей и инженерных сооружений по новой технологии необходимо изготавливать из высокопрочных бетонов на наноцементных с водопоглощением не более 3%, водонепроницаемостью не ниже W14, с маркой по морозостойкости не менее 400 циклов, а по прочности – не ниже B40 (2,17). Такие бетоны обеспечат долговечность магистралей и инженерных сооружений не меньше, чем на 100 лет.

Для решения проблемы дорог и аэродромов в России есть все:

- материально-техническая и производственная база, прежде всего, в виде сотен мощных заводов сборного железобетона по всей стране, рабо-

тающих сегодня не более чем на 40% своей мощности, способных в короткое время освоить новую продукцию для аэродромного и дорожного строительства и выпускать ее в необходимых объемах;

■ высококвалифицированные инженеры и рабочие;

■ научная база и т. д.

Перевод заводов сборного железобетона России на производство бетонов на основе малоклинкерных наноцементов, новые конструкции широкой номенклатуры высокопрочных и долговечных дорожных плит и крупногабаритных железобетонных изделий для сборного круглогодичного строительства дорог, эстакад, мостов, тоннелей, подземных и надземных переходов, автостоянок и гаражей, зданий и сооружений – все это должно быть учтено в планах развития аэродромного и дорожного строительства нашей страны.

Новая технология строительства магистралей с применением сборного железобетона рассмотрена и одобрена на заседании Комитета по транспорту Государственной Думы РФ 16 сентября 2008 года, а также на ряде совещаний – в Министерстве транспорта, Росавтодоре и ОАО «РЖД», дорожных конгрессах. К сожалению, в принятой Правительством РФ Стратегии-2020 в части, посвященной строительству аэродромных покрытий и дорожных магистралей, ничего передового, инновационного нет...

М.Я. Бикбау,

д-р хим. наук,

генеральный директор

ОАО «Московский ИМЭТ»,

акад. РАЕН, Нью-Йоркской академии