

## **НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МИНСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

**И. И. Леонович, С. В. Богданович**

### **1. Введение**

Республика Беларусь располагает развитой сетью автомобильных дорог общего пользования, а также дорог городов и промышленных предприятий. По состоянию на 1 января 2004 года протяженность автомобильных дорог общего пользования составляет 81 216 км, в том числе республиканских – 15 396 км и местных – 65 820 км. Дороги с твердым покрытием составляют 70 194 км или 86,4 % и грунтовые – 11 022 км или 13,6 %.

За 2003 год сеть дорог возросла на 1226 км, из них на 1201 км увеличилась сеть местных дорог за счет принятия на баланс внутрихозяйственных дорог от сельскохозяйственных предприятий.

По состоянию на 1 января 2004 года дорогами общего пользования связано 23,4 тыс. сельских населенных пунктов или 97 % их общего количества.

На автомобильных дорогах общего пользования имеется 5219 мостов и путепроводов длиной 166 861 погонных метров.

Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес республиканских автомобильных дорог в общей протяженности дорог общего пользования (19,0 %), они имеют огромное значение во всем дорожном комплексе государства. Эти дороги несут основную транспортную нагрузку, обеспечивая более 80 процентов всей работы автомобильного транспорта и обслуживая практически все международные автомобильные сообщения [1].

Среди республиканских автомобильных дорог особого внимания заслуживает дорога М-9 – Минская кольцевая автомобильная дорога (МКАД).

Реконструкция Минской кольцевой автомобильной дороги явилась наиболее значимой и масштабной дорожной стройкой последних лет в Республике Беларусь. Дорога, построенная в 60-е годы прошлого века, в начале 90-х годов уже не отвечала предъяв-

ляемым к ней требованиям. Это было вызвано значительным повышением уровня автомобилизации общества, в результате чего интенсивность движения по дороге увеличилась до 15–20 тысяч автомобилей в сутки и вплотную приблизилась к пределу пропускной способности. Непосредственная близость города с почти двухмиллионным населением привела к тому, что кольцевая дорога в значительной мере играла роль городской дороги, обеспечивая транспортную связь различных районов города. В этих условиях Правительством республики принято решение о реконструкции дороги. В процессе работ использован ряд передовых технических решений, многие из которых применены в Республике Беларусь впервые.

### **2. Общая характеристика дороги**

Общая протяженность дороги составляет 56,2 км. План трассы проектировался таким образом, чтобы обеспечить максимальное использование существующего земляного полотна и искусственных сооружений, свести к минимуму занятие новых земель. Минимальные радиусы кривых в плане – 1200 м. Максимальный продольный уклон – 4 %, радиусы выпуклых кривых – 15 000 м, вогнутых – 5000 м. Ширина земляного полотна составляет в настоящее время от 33 до 42 м. На всем протяжении дорога имеет 6 полос движения шириной 3,5–3,75 м каждая. Расчетная скорость движения на всем протяжении составляет 120 км/ч. Для разделения встречных потоков движения на всем протяжении дороги по оси установлено сплошное металлическое барьерное ограждение. В таких условиях исключаются пересечения в одном уровне, что потребовало дополнительного строительства транспортных развязок в двух уровнях. В настоящее время их имеется 25 [2]. Построены подземные пешеходные переходы и пешеходные мосты над дорогой. При реконструкции были

ликвидированы все светофорные объекты на пересечениях дороги с городскими улицами, устроено наружное освещение в границах транспортных узлов и жилой застройки. В 2004 г. планируется завершить устройство освещения всей дороги.

### 3. Возведение земляного полотна

При возведении земляного полотна определенную проблему представляли участки глубоких выемок, сложенных пылевато-глинистыми грунтами с высокой влажностью. Положение осложнялось тем, что основной объем земляных работ выполнялся в зимних условиях. Значительную сложность представляли участки на слабом основании – погребенных сапропелях, расположенные по ходу трассы, в пойме р. Цна. Глубина распространения слабых грунтов в отдельных местах достигала здесь 21 м. С учетом большой глубины залегания слабых грунтов в целях использования существующей насыпи и ограниченного срока строительства было принято решение отказаться от выторфовывания. Рассматривалось несколько вариантов прохождения этого участка: устройство насыпи с использованием «свайного поля», строительство эстакады, отсыпка насыпи непосредственно на слабое основание, так называемая «плавающая насыпь». Окончательно как наиболее экономичный был принят третий вариант, при этом тело насыпи было армировано геотекстильным материалом, устроены временные пригрузочные грунтовые призмы высотой 1,5–2 м [2]. Наблюдения за процессом осадки устроенной насыпи в процессе строительства и по его завершению показали правильность принятого технического решения.

### 4. Устройство дорожной одежды

Минская кольцевая автомобильная дорога является составной частью Трансевропейского транспортного коридора IXB, проходящего от границы с Украиной через Гомель и Минск до границы с Литовской Республикой. Кроме того, г. Минск является крупнейшим в Республике Беларусь грузообразующим и грузопоглощающим центром. В таких условиях к несущей способности и работоспособности кольцевой дороги предъявлялись самые высокие требования. Дорожная одежда проектировалась в расчете на пропуск осевых нагрузок в 11,5 т.

На отдельных участках дороги глубина колеи существующего ранее покрытия достигала 3 см, в основании существующей дорожной одежды в отдельных местах имелись слои дегтебетона, не

обеспечивающие необходимую сдвигустойчивость.

В процессе реконструкции дороги для повышения продольной устойчивости конструкции выполнялось фрезерование колеи. В местах образования температурных трещин в старом покрытии выполнялись поперечные прорезы шириной 50 см на глубину 6–8 см для снижения растягивающих напряжений при низких отрицательных температурах в слоях усиления [3].

На стыке существующего асфальтобетонного покрытия и уширяемой проезжей части для предупреждения образования продольной трещины на новом покрытии выполнена армирующая и трещино-прерывающая прослойка из ролонных материалов. Основным назначением подобной прослойки являлась передача усилия от транспортной нагрузки со старой конструкции на новую в районе стыка.

При устройстве дополнительных и нижних слоев дорожной одежды для повышения прочности щебеночного основания была осуществлена его заклинка асфальтогранулятом, полученным при фрезеровании старого асфальтобетонного покрытия. Для заделки щебеночного основания использовался также шлаковый материал Белорусского металлургического завода.

В качестве материала для верхнего слоя покрытия по предложению института «БелдорНИИ» использовался щебеночно-мастичный асфальтобетон дисперсно-армированный целлюлозным волокном. Повышенное, до 70 %, содержание щебня обеспечивает жесткость каркаса, придавая материалу повышенную сдвигустойчивость. Целлюлозное волокно увеличивает толщину битумной пленки на поверхности минерального материала, что придает асфальтобетону повышенную коррозионную устойчивость.

### 5. Искусственные сооружения на дороге

При разработке проектов мостовых сооружений были использованы современные эффективные конструкции и материалы, передовые технологии и методы производства работ. Предусмотрен дренаж мостового полотна. Деформационные швы в зависимости от величины продольных перемещений запроектированы и выполнены щебеночно-мастичного и резиново-металлического типов, обеспечивающие надежность и долговечность в работе. Для повышения безопасности и комфортности движения на большинстве мостов и путепроводов деформационные швы устроены только по концам сооружений. Мостовое полотно предусмотрено с монолитными конструкциями тротуаров и разделительной полосы,

приподнятыми над уровнем проезжей части с поперечным уклоном в сторону проезжей части. Конуса искусственных сооружений укреплялись монолитным бетоном по обратному фильтру из щебня. На сооружении с большой крутизной откоса было использовано укрепление с применением ребристых вибропрессованных плит, разработанных в институте «БелдорНИИ». Применено архитектурное и цветовое оформление фасадов мостовых сооружений, геральдические знаки на основных мостовых объектах [2].

## 6. Обустройство дороги

Ряд новшеств был использован при обустройстве дороги. На участках горизонтальных кривых использованы противоослепляющие конструкции, смонтированные на барьерном ограждении. Кроме осуществления своей непосредственной задачи, они также препятствуют проходу пешеходов через магистраль с интенсивным движением.

Минская кольцевая автомобильная дорога на ряде участков вплотную приблизилась к участкам жилой застройки. В этих местах возникла серьезная проблема защиты от транспортного шума, поскольку его эквивалентные уровни в этих местах превышали предельно допустимый уровень в 55 дБА, достигая 75–80 дБА. Здесь впервые в республике использованы противошумовые экраны. Ранее в Беларуси не было традиции и опыта использования подобных сооружений. Применены экраны двух основных типов. Первый, наиболее простой, представляет собой бесфундаментную сборную конструкцию из бетонных панелей высотой 2,2 м и длиной 4 м, которые установлены в заглубленные в грунт на уровне его поверхности бетонные стаканы. Второй тип экрана включает металлические стойки, между которыми на высоту до 4 м закладывают деревянные шпунтованные доски толщиной 38 мм, а с высоты от 4 до 6 м – листы оргстекла. Учитывая недолговечность древесины, ее способность изменять свой объем при увлажнении и высыхании, второй вариант экрана применен как временный. Впоследствии деревянные доски будут заменены более технологичными элементами заводского изготовления [4].

Особенностью организации строительства явились сроки строительства – дорога строилась в рекордно короткие сроки – 2 года. Это потребовало специальных организационных решений. Работы были организованы вахтовым методом, в отдельные периоды в две и три смены. Осуществлялся полный сброс движения с реконструируемых участков. Сокращение сроков строительства привело к тому, что

значительно возросла эффективность использования инвестиций в этот объект.

## 7. Организация работ по содержанию

В настоящее время интенсивность движения на построенной дороге на отдельных участках приближается к 50 тыс. автомобилей в сутки. Такая интенсивность, а также параметры построенной дороги делают ее особенно ответственным объектом, требующим особых подходов к содержанию и организации движения. В этих целях используется система на основе дорожных измерительных станций [5]. Дорожные измерительные станции включают в свой состав процессорный блок, осуществляющий прогноз образования гололеда, датчики направления и скорости ветра, температуры и влажности воздуха, наличия, вида и интенсивности атмосферных осадков, состояния дорожного покрытия. В состав станции входит также автоматический счетчик интенсивности и состава движения, система видеонаблюдения за условиями движения и состоянием транспортного потока, средства передачи информации. Информирование водителей о безопасных условиях движения осуществляется при помощи знаков переменной информации, на которых отображается информация о температуре воздуха и покрытия, выводится предупреждающий знак в случае неблагоприятных условий движения, скорость, рекомендуемая на участке. Управление знаками переменной информации осуществляется автоматически процессорным блоком, входящим в состав станции. Информация с дорожных измерительных станций поступает в центральную диспетчерскую департамента «Белавтодор» и в диспетчерскую службу организации, обслуживающей дорогу.

## 8. Заключение

В настоящее время МКАД является наиболее современным и уникальным дорожным объектом в Республике Беларусь. Наряду с пропуском транзитного транспорта, все более возрастает ее роль как городской дороги: ее высокие технические характеристики и уровень содержания позволяют в 1,5–2 раза сократить время поездки из одного конца города в другой.

В реконструкции Минской кольцевой автомобильной дороги участвовало около 100 организаций. Особая роль принадлежит департаменту «Белавтодор», который держал весь ход работ под постоянным контролем. Большой вклад в процесс реконструк-

ции внесли такие предприятия, как «Белгипродор» (генеральный проектировщик), «Магистральавтодор» (генеральный заказчик), все дорожно-строительные тресты республики, трест «Мостострой», институт «БелдорНИИ», «Белдорцентр» и многие другие. Значительный вклад в обоснование организационных и технических решений внесли ученые-дорожники Беларуси.

## Литература

1. Автомобильные дороги Беларуси: Энциклопедия/ Коллектив авторов. Под общ. ред. А.В. Минина. Минск: БелЭн, 2002.
2. Минская кольцевая автомобильная дорога. 2001–2002. Минск: Арт Дизайн, 2003.
3. Леонович, И. И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. В 2-х частях. Ч. 2. Минск: БНТУ, 2003. 470 с.
4. Штабинский, В. В. Применение шумозащитных экранов на автомобильных дорогах. В кн.: Труды БГТУ. Серия II. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Вып. XI. Минск, 2003, с. 135–139.
5. Чернюк, Н. И.; Нестерович, И. В.; Богданович, С. В. Автоматизированная система зимнего содержания автомобильных дорог. В кн.: Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог. Материалы междунар. научн.-техн. конф. Могилев: МГТУ, 2003, с. 14–16.

## NAUJI TECHNINIAI SPRENDIMAI TIESIANT MINSKO ŽIEDINĮ KELIĄ

**I. I. Leonovičius, S. B. Bogdanovičius**

### S a n t r a u k a

Baltarusijos Respublikoje intensyviai plėtojamas autotransporto kelių tinklas. Jų tiesybai ir rekonstrukcijai naudojamos šiuolaikinės technologijos. Vienas iš naujų techninių sprendimų įgyvendinimo pavyzdžių – Minsko žiedinio kelio tiesyba. Čia buvo sėkmingai išspręstos kelio sankasos įrengimo pelkėse problemos. Tiesiant naudotos geosintetinės medžiagos, specialūs asfaltbetoniniai su celiuliozės audiniu, taip pat triukšmą slopinantys barjerai iš profiliuoto metalo. Tiltai ir viadukai buvo statomi naudojant surenkamąsias įtemptojo gelžbetonio konstrukcijas. Važiuojamoji tiltų dalis ir šaligatviai įrengti iš monolitinio betono. Kelių šlaitams sutvirtinti naudotos briaunosios, vibracinio štampavimo būdu pagamintos plokštės. Visi darbai buvo atliekami naudojant našią kelių tiesimo techniką. Autotransporto srautams valdyti įrengtos trys kontrolės stotys. Jos įvertina transporto srauto intensyvumą ir klimato sąlygų įtaką važiavimo magistrale sąlygoms.

## NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR CONSTRUCTION OF THE MINSK RING HIGHWAY

**I. I. Leonovich, S. B. Bogdanovich**

### S u m m a r y

In Byelorussia the network of highways intensively develops. For their construction and reconstruction modern technologies are used. The sample of new technical decisions in road construction can be counted the Minsk ring highway. Questions of erection of an earthen cloth on bogs have been here successfully solved. Geosynthetic materials, blacktop with cellulose fibres, noise protection screens from profile metal are used. Construction of bridges and overpasses was carried out with wide application of preliminary intense bearing designs. The bridge cloth and sidewalks are executed from monolithic concrete. For strengthening slopes, ridge vibropressing plates are applied. All works were carried out by wide front with maximal use of high-efficiency road technics. With the purpose of management of a condition roadway parts on the Minsk belt line three road measuring stations are constructed. They allow to carry out works under the account of transport streams and influences of meteorological-climatic factors on the traffic-operational condition of a highway.

**Ivan Iosifovich LEONOVICH** – Dr Sc, Prof, Managing Faculty of Construction and Operation of Roads of Belarus National Technical University. Honourable Doctor of Vilnius Gediminas Technical University.

Dr Sc (1962), Dr Habil (1972), Prof (1970), Honourable Professor of Moscow Automobile-Road Institute (State Technical University) (2000), Honored Worker of Science of Belarus (1981), Academician of Russian Academy of Natural Sciences and International Academy of Organizational and Administrative Sciences.

Research interests: problems of pedagogics of the maximum engineering school, the organization of higher education and science, technics and technology of a road and transport complex. Publications: author of more than 750 scientific works, including clauses, monographies, textbooks, patents, methodical grants.

**Sergey Valerevich BOGDANOVICH** – the head of Department of Diagnostics of Highways of Republican Unitary enterprise “Beldorcentr”. Dr Sc (2002), Honourable “Roadman” of Byelorussia. E-mail: bsw@gtp.by

Research interests: estimation and forecasting of transport-operational parameters of highways, reliability of road coverings. Publications: author of more than 50 scientific works.