

А АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ



10 1965

В С О Ю З Д О Р П Р О Е К Т Е



Государственный проектный институт Союздорпроект является головной организацией в области изысканий и проектирования автомобильных дорог. Многие тысячи километров прошагали сотрудники института по нашей стране и за рубежом, намечая все новые и новые трассы.

На вооружении изыскателей и проектировщиков различная новая техника, в числе которой не последнее место занимает аэрофотосъемка.

На снимке: в кабинете аэрометодов Союздорпроекта. На переднем плане один из лучших работников института, начальник изыскательской партии Н. А. Боровков (см. статью В. Б. Завадского на стр. 18) за трассированием по стереомодели местности дороги Тамбов — Иловинская — участка автомагистрали Москва—Волгоград.

Фото А. Ганюшина



**ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
КОМИТЕТА
ПО ТРАНСПОРТНОМУ
СТРОИТЕЛЬСТВУ СССР**
★
XXVIII ГОД ИЗДАНИЯ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. БАБКОВ, С. М. БАГДАСАРОВ, В. М. БЕЗРУК, В. Л. БАЛАШОВ, Г. Н. БОРОДИН, Н. П. ВАХРУШИН (зам. главного редактора), Л. Б. ГЕЗЕНЦЕВ, В. Б. ЗАВАДСКИЙ, Е. И. ЗАВАДСКИЙ, А. С. КУДРЯВЦЕВ, В. К. НЕКРАСОВ, А. А. НИКОЛАЕВ, Ю. А. ПЕТРОВ-СЕМИЧЕВ, М. Ф. СМЕРНОВА, П. А. ТАЛЛЕРОВ, В. Т. ФЕДОРОВ (глав. редактор), Г. С. ФИШЕР

Адрес редакции:

Москва, Ж-89, набережная Мориса Тореза, 34. Телефоны: В 1-58-53, В 1-85-40 доб. 57



Издательство «Транспорт»
Москва 1965

**№ 10 (276)
ОКТАБРЬ 1965 г.**

ПОВЫШАТЬ КАЧЕСТВО И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ПРОЕКТОВ

В связи с возросшими требованиями к автомобильным дорогам, в части их эксплуатационных качеств, соответственно возросли и требования к техническому уровню и качеству проектов. Эти требования в первую очередь определяют необходимость повысить экономическую и техническую обоснованность с учетом технического совершенствования как проектов в целом, так и отдельных проектных решений.

Наивысшая эффективность капитальных вложений в строительство автомобильных дорог может быть достигнута только в том случае, если проектирование и строительство дорог будут вестись на основе тщательных и глубоких технико-экономических обоснований, учитывающих как экономическую потребность в дороге, исходя из нужд развития народного хозяйства, так и условий осуществления ее строительства, с учетом потребности в материальных ресурсах и денежных средствах. Правильный учет обоих этих экономических факторов дает возможность оценить эффективность капитальных вложений в строительство дороги и определить технико-экономическую целесообразность ее строительства.

Между тем, весьма существенным недостатком работы по технико-экономическому обоснованию дорожного строительства является несовершенство применяемой в настоящее время методики определения экономической эффективности капитальных вложений в строительство автомобильных дорог, ориентированной лишь на учет окупаемости капитальных вложений за счет снижения стоимости автомобильных перевозок, но неспособной учитывать влияние постройки дороги на экономику района, на активизацию экономической деятельности населения, дальнейшее развитие производства в зоне обслуживания дороги и, соответственно, возникновение новых, неучтенных ранее, экономических связей.

Дальнейшая разработка и совершенствование методики технико-экономического обоснования дорожного строительства является первоочередной задачей научно-исследовательских и проектных организаций.

Современная дорожная наука на основе теоретических схем динамики автомобиля обосновала большую часть геометрических элементов автомобильных дорог. Рекомендуемые значения этих элементов, в качестве допусков, отражены в действующих нормах проектирования. Практика показала, что формальное применение норм проектирования без установления оптимальных закономерностей во взаимосвязи и сочетании дорожных элементов приводит к составлению проектов сооружений, не имеющих достаточно высоких транспортно-эксплуатационных качеств.

Пространственное проектирование является прогрессивным методом, так как

при этом неизбежно решаются вопросы сочетания отдельных геометрических элементов, превращающих ось дороги в плавную пространственную кривую, обеспечивающую максимальную безопасность движения автомобилей на всем ее протяжении и хорошо сочетающуюся с окружающей местностью. Геометрические размеры элементов дороги в то же время должны быть соизмеримы с размерами элементов окружающей местности и вписываться в местность, не нарушая ее естественного характера.

При пространственном проектировании исключаются резкие изменения условий движения, вызывающие повышенную нервную реакцию у шофера и создающие условия для аварий. Проектирование должно осуществляться таким образом, чтобы водитель автомобиля на всем протяжении дороги встречал плавную смену и чередование различных ландшафтов и не терял ориентировки в части дальнейшего направления движения даже при отсутствии прямой видимости поверхности удаленных от него участков дороги.

Совершенствование метода пространственного проектирования автомобильных дорог связано с необходимостью внедрения в практику работы проектных организаций анализа транспортно-эксплуатационных качеств сооружений, построенных по их проектам, для выявления оптимальных закономерностей в сочетании отдельных элементов, исходя из психофизических воздействий на водителей.

Для обеспечения наибольших удобств и безопасности автомобильного движения значительное внимание должно уделяться отделке поверхности покрытий, его цвету и фактуре, а также цвету и фактуре предохранительных полос. Особенное значение это имеет на дорогах высших категорий, рассчитанных на скоростное движение. Поверхность покрытий дорог должна быть достаточно шероховатой, не терять сцепления при увлажнении и обязательно по цвету отличаться от цвета предохранительных полос.

Дорожные покрытия рекомендуются устраивать с так называемой осветленной поверхностью, требующей значительно меньшей освещенности при обеспечении требуемой видимости. Осветление поверхности покрытия может быть достигнуто применением щебня (типа синопада) или его заменителей белого цвета для устройства поверхностного слоя. Особенно осветление поверхностей покрытий рекомендуется на укрепительных полосах, полосах разгона и торможения, посадочных площадках и др. В этом случае обработанные поверхности покрытий (например алюминиевым порошком) должны быть рефлекторными.

Дорожные знаки и указатели должны быть достаточно крупными, хорошо раз-

личаемыми при движении с расчетными скоростями, и делаться с применением качественных светоотражающих материалов (стеклянной фольги и хорошо люминисцирующих красителей), чтобы они были ясно различимы в ночное время. Сигнальные тумбы также должны иметь рефлектирующие полосы. В настоящее время реальным является изготовление сигнальных тумб из оргстекла.

Проектирование искусственных сооружений должно в целом подчиняться тенденции индустриализации строительства за счет широкого применения типовых сборных индустриально изготавливаемых конструкций с максимально возможной унификацией их типоразмеров в пределах всей дороги, что значительно облегчает строительство и упрощает механизацию монтажа сооружений. Однако при проектировании сложных и крупных сооружений следует практиковать также проработку вариантов индивидуальных решений, с применением металла и монолитного бетона. Рекомендованное проектное решение устанавливается в результате тщательного технико-экономического сравнения. При проектировании крупных сооружений значительное внимание должно уделяться проработке архитектурных форм сооружения, его гармонированию с окружающим ландшафтом. Особенно это важно для дорог, имеющих большое туристическое значение, проходящих в районах курортов, зон отдыха или вблизи крупных населенных пунктов.

Целесообразно поручить Союздорнии и НИИАТу разработать рекомендации по копированию на основе блокирования комплексов дорожной и автотранспортной эксплуатационных служб, а также служб линейных сооружений связи, электропередач и других, связанных с дорогами в виде единых типовых комплексов.

Одним из серьезнейших недостатков в проектировании автомобильных дорог является недостаточная, а подчас и неудовлетворительная разработка проектов организации строительства автомобильных дорог, которыми в значительной

степени определяется стоимость строительства дорог.

Причинами серьезных недостатков в проектировании организации строительства автомобильных дорог являются:

1) недостаточность изучения условий осуществления строительства и производства согласований в процессе полевых изысканий;

2) недостаточность в проектных организациях работников, имеющих достаточный практический опыт участия в дорожном строительстве и хорошо знающих современные поточные методы организации строительства, современную передовую технологию дорожно-строительных работ и современную дорожную технику;

3) наличие значительных противоречий действующей системы сметного ценообразования с рациональными тенденциями и методами современной организации дорожного строительства.

С целью повышения качества проектов организации строительства автомобильных дорог, следует:

1) резко улучшить изучение условий строительства и повысить полноту получаемых данных и согласований по вопросам организации строительства в процессе полевых изыскательских работ;

2) изучать практический опыт современного дорожного строительства и технологию дорожно-строительных работ с целью правильного применения их при проектировании организации строительства дорог и дорожных сооружений;

3) наряду с линейными календарными графиками организации строительства практиковать составление для сложных объектов сетевых графиков организации строительства, позволяющих осуществить более четкую организацию строительного процесса и более точно установить рациональные сроки его осуществления;

4) предусматривать в проектах организации строительства производство строительных работ в зимнее время, обеспечивающее нормальную загрузку строительных подразделений без снижения качества работ и сооружений;

5) применять в проектах организации строительства современную и передовую

технологию дорожно-строительных работ и современную дорожную технику, обеспечивая директивный уровень механизации работ, установленный приказами соответствующих министерств и производственных комитетов, и заданное использование техники;

6) осуществлять необходимую вариантную проработку проектных решений по организации строительства проектируемых дорог, добиваясь максимального снижения стоимости строительства, определяемой в сметной документации.

Планирование изысканий и проектирования автомобильных дорог обязательно должно осуществляться на основе перспективного плана развития сети автомобильных дорог страны, составленного на основе технико-экономических обоснований развития дорожной сети и с учетом экономически рациональной очередности строительства. Планами проектно-изыскательских работ во всех случаях должны предусматриваться сроки, достаточные для выполнения полного комплекса проектно-изыскательских работ с достаточно высоким качеством, с достаточной глубиной и полнотой вариантной проработки и технико-экономического обоснования проектных решений.

Создание таких автомобильных дорог, которые обладали бы высокими эксплуатационно-транспортными качествами и отвечали бы в равной степени высоким экономическим, техническим и эстетическим требованиям, определяет собою необходимость плодотворного объединения в проектных организациях творческой мысли инженеров-дорожников, экономистов и архитекторов. Предъявление технико-эстетических требований может быть удовлетворено только в результате всесторонней и последовательной проработки как конструкции, так и формы сооружений дороги. Работа над конструкцией (инженерное конструирование) и формой (художественное конструирование) должна составить единый творческий процесс комплексного проектирования. Разработка критериев оценки формы и цветовых характеристик должна производиться с позиций объективных возможностей человека, его физиологии и психологии.

Экономическая эффективность — решающий показатель в оценке проектного варианта дороги

ЛУЧШЕ ОЦЕНИВАТЬ ТРАНСПОРТНЫЕ КАЧЕСТВА ДОРОГ

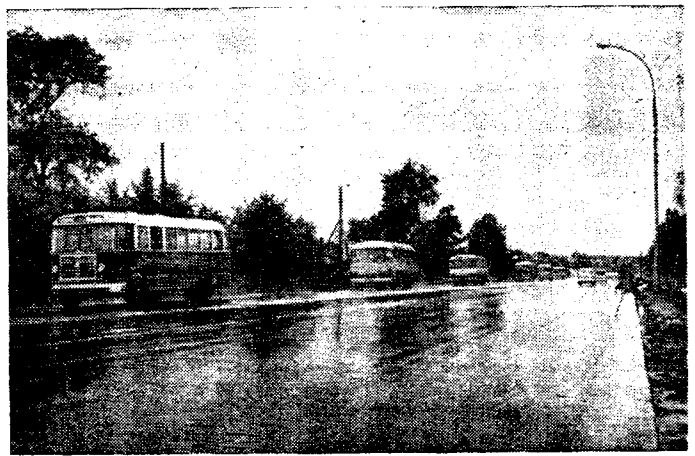
Проф. В. Ф. БАБКОВ

Проектирование автомобильной дороги, как и любого инженерного сооружения, является творческим процессом, во время которого инженер, ориентируясь на технико-экономические расчеты, а также технические условия, назначает элементы сооружения в зависимости от поставленной перед ним задачи и местных возможностей. Основным в проектировании автомобильных дорог является установление общего направления дороги, детальное горизонтальное и вертикальное проложение трассы в местных условиях рельефа и ситуации и, наконец, выбор нормальных поперечных профилей. При решении этих задач необходимо учитывать, что на проектируемой дороге следует обеспечить безопасность движения с расчетной скоростью, наименьший пробег автомобилей между пунктами назначения, а также экономичность перевозок грузов и удобство езды, обуславливающее меньшую утомляемость пассажиров и водителей.

В связи с отсутствием в настоящее время четкой взаимной функциональной зависимости для всех элементов технического проектирования и наличием известного противоречия между требованиями наименьших затрат на строительство и обеспечения безопасности движения с высокими скоростями, индивидуальность проектировщика неизбежно находит свое отражение в проектных решениях, несмотря на указания технических условий, определяющих только общую направленность проектных решений. При выполнении изысканий и проектирования одного и того же маршрута разными специалистами проектные решения неизбежно будут существенно отличаться друг от друга. Указанному обстоятельству способствует то, что при рассмотрении проектов план трассы фактически не получает количественной оценки, так как включаемые в пояснительные записки показатели типа коэффициента удлинения трассы, среднего числа поворотов на 1 км и средней величины угла поворота совершенно не отражают транспортно-эксплуатационных качеств дороги. То же можно утверждать и в отношении продольного профиля дороги, при проектировании которого не подтверждается расчетами экономическая обоснованность величин подъемов и спусков. Решения, принятые при рассмотрении проектов, считаются правильными и не подвергаются анализу и оценке, если примененные параметры отдельных элементов дороги удовлетворяют требованиям технических условий.

При приемке дорог в эксплуатацию внимание уделяется только оценке качества строительства. Не отрицая исключительной важности качества, следует отметить, что для покрытия, например, оно имеет значение только до первого капитального или среднего ремонта. В типовом акте приемки дорог в эксплуатацию предусмотрена трехбальная оценка таких элементов, как земляное полотно, покрытие, трубы, мосты и гражданские здания. Однако фактически возможные скорости и степень обеспечения безопасности движения на дороге не получают в актах никакого отражения, хотя именно эти показатели и определяют транспортные качества дороги на длительный период.

Отсутствие четких критериев контроля за качеством проектных решений и удачностью проложения дороги на местности приводит к тому, что прогрессивные методы трассирования дорог, например принципы ландшафтного проектирования, внедряются крайне медленно, главным образом, усилиями отдельных энтузиастов.



В настоящее время проектные организации почти не уделяют внимания анализу того, в какой степени построенные по их проектам дороги удовлетворяют требованиям движения. Между тем, на современном этапе развития теории проектирования дорог (когда при уточнении нормативов на элементы плана и профиля основное значение приобретают уже не теоретические схемы динамики автомобиля, а учет психофизиологических особенностей водителей и восприятия ими дорожных условий), решающее слово при разработке новых норм на проектирование должно принадлежать не научно-исследовательским, а проектным и эксплуатационным организациям.

В этом отношении поучителен опыт США, где считают, что через некоторое время после введения новой дороги в эксплуатацию, когда водители уже привыкнут к ее особенностям, проектные организации должны провести наблюдения за скоростями и траекториями движения, чтобы оценить эффективность осуществленных проектных решений.

Что должно быть принято за критерий качества проектирования трассы дороги? Учитывая назначение дороги как сооружения для автомобильных перевозок, таким показателем следует считать возможную скорость движения, ее абсолютную величину по участкам и плавность изменения. Не следует думать, что наилучшими являются участки дороги, на которых можно развивать сколь угодно большие скорости, например, длинные прямые. Практика эксплуатации автомагистралей, построенных в послевоенный период, дает много примеров повышенной аварийности на казавшихся бы безупречно запроектированных прямых участках, проходящих в открытой местности.

Скорости движения транспортных потоков снижаются с одновременным резким увеличением опасности возникновения дорожно-транспортных происшествий в местах резкого ухудшения дорожных условий и там, где создается возможность значительного возрастания скоростей, которые при определенной ровности покрытий могут превысить безопасные по условиям конструктивных особенностей автомобилей. Примером могут служить затяжные крутые спуски, допущенные на некоторых автомагистралях. На это обстоятельство до сих пор обращалось мало внимания, хотя оно является причиной аварий, которые в равной степени зависят от дорожных условий и от автомобилей.

Кроме того, скорости снижаются, а количество аварий увеличивается в местах, где происходит слияние или перекрещивание транспортных потоков (на перекрестках, примыканиях, съездах, переходно-скоростных полосах) и где на дороге неожиданно появляются пешеходы, велосипедисты, домашние и дикие животные. Исходя из дорожных условий, местных особенностей и складывающейся ситуации движения на таких участках допускается только ограниченная скорость. В то же время на предшествующих им участках скорость не ограничивается. Вследствие этого неопытный или неосмотрительный водитель, который не считается с расположенными впереди участками дороги, после въезда на опасный участок сталкивается с необходимостью резкого торможения и попадает в аварийную обстановку (рис. 1).

Таким образом, показателями обеспеченности безопасностью движения является количество коротких участков пути, на которых

происходит резкое изменение скорости и величины ее перепадов, в каждом конкретном месте. Статистика дорожных происшествий свидетельствует о хорошей корреляционной связи между опасностью дорожных происшествий и относительной величиной перепада скорости. Опытные данные показывают, что степень опасности движения по дороге определяется коэффициентом безопасности — отношением допустимой скорости к скорости, с которой автомобиль входит на аварийный участок. При коэффициенте безопасности, меньшем 0,4, участок следует считать очень опасным для движения; от 0,4 до 0,6 — опасным, от 0,6 до 0,8 — малоопасным; более 0,8 — неопасным.

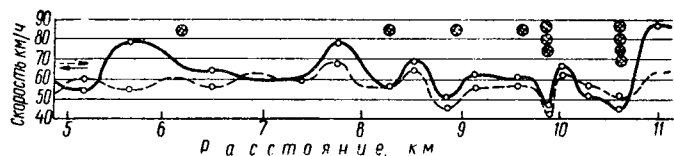


Рис. 1. Зависимость расположения мест возможных аварий (показаны кружками) от изменения скорости движения.

В технических условиях некоторых стран сделаны попытки учесть это обстоятельство при проектировании дорог. В проекте Пенсильванской платной автомагистрали (США) предусматривалось, что радиусы смежных кривых должны отличаться не более чем в 1,5 раза. Это соответствует соотношению возможных скоростей движения, равному 1,2. В технических условиях Бразилии, где на дорогах I категории при расчетной скорости 100 км/ч элементы кривых, расположенных в конце прямых, длиннее 2 км, рассчитывают на скорость движения 140 км/ч. Эти примеры доказывают, что опыт строительства и эксплуатации дорог уже выявил необходимость плавного изменения скоростей движения, обеспечиваемых дорогой.

Чтобы привлечь внимание к вопросу повышения качества проектирования, в состав акта Государственной приемочной комиссии необходимо включать график оценки качества транспортно-эксплуатационных характеристик дороги и обеспечения безопасности движения. Этот график должен характеризовать обеспечиваемые на разных участках дороги максимальные скорости, безопасность и удобство движения, а также уверенность управления автомобилем. В первое время придется давать сравнительную оценку. В дальнейшем на основе анализа транспортно-эксплуатационных характеристик достаточного количества дорог можно будет установить нормативные количественные критерии, оценки качества трассы в разных условиях рельефа.

График максимальных скоростей движения, допустимых на протяжении каждой дороги, является объективным показателем ее безопасности и транспортно-эксплуатационных характеристик. Этот график должен учитывать весь комплекс дорожных условий, в том числе ситуацию придорожной полосы, влияющую на режим движения, избираемый водителем. Поэтому при составлении графика скоростей следует отдать предпочтение их экспериментальному определению перед теоретическим расчетом по одному из существующих методов (А. Е. Бельского, К. А. Хавкина или Н. Ф. Хорошилова). Расчетные методы, с введением в них поправочных коэффициентов, учитывающих реальные режимы движения, например, неполную степень открытия дросселя, и психологические особенности восприятия водителями дорожной обстановки, могут использоваться в процессе проектирования для сравнения вариантов плана и профиля дороги.

Сбор данных для построения графика скоростей сдаваемой в эксплуатацию дороги возможен следующими способами.

1. Измерение наблюдателями скоростей движения автомобилей в характерных створах, намеченных на дороге, с обработкой результатов наблюдений методами математической статистики. Средняя скорость потока автомобилей зависит от его состава, поэтому наблюдения следует проводить выборочно, за автомобилями одного типа, свободно следующими по дороге, а не в составе колонны. Поскольку наибольшей опасности подвергаются автомобили, едущие с высокими скоростями, наблюдения следует проводить также за легковыми автомобилями массового типа.

2. Проезд испытательного автомобиля с записью скоростей приборами или просто с фиксированием их наблюдателем через 200 м по спидометру с привязкой к километровым столбам и характерным элементам трассы.

Второй способ может встретить возражение, что проезды одного водителя не могут объективно характеризовать условия движения и качество трассы. Это сомнение должно отпасть при проведении испытаний высококвалифицированными водителями, специализирующимися на подобных работах и умеющими избирать надлежащий режим движения. Подобное делается в других отраслях техники, например в авиации, где новые самолеты испытывают летчики-испытатели. С меньшим основанием можно оценивать удобство движения по дороге, опираясь на данные достаточного количества последовательных проездов испытательного автомобиля.

Дорожно-транспортная лаборатория МАДИ провела наблюдения за режимами движения по двум участкам дороги в горной местности на одном автомобиле-лаборатории. Для проезда пригласили 15 местных водителей, знающих дорогу. Оказалось, что для оценки было достаточно десяти последовательных проездов, средние скорости которых отличались не более чем на 1 км/ч от средней скорости движения в данном створе дороги, определенной путем наблюдений за большим количеством прошедших автомобилей. На дороге Киев—Одесса для определения скорости потока разнотипных автомобилей с отклонением не более 2 км/ч от средней вместо проведенных наблюдений за 150—200 автомобилями было достаточно зафиксировать подряд скорости 50 автомобилей.

Таким образом, время и материальные затраты, необходимые для сбора данных о скоростях движения по дороге, весьма невелики.

График транспортно-эксплуатационных характеристик должен содержать следующие данные (рис. 2):

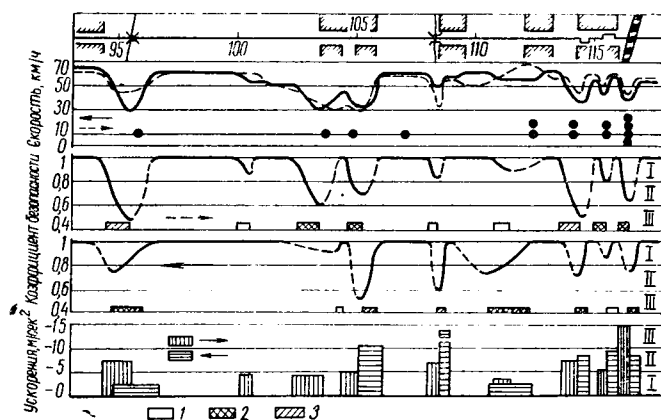


Рис. 2. График транспортно-эксплуатационных характеристик дороги (кружками показаны места возможных аварий, римскими цифрами — значения коэффициентов безопасности и ускорений, при которых участок считается безопасным — I, малоопасным — II, опасным — III): 1 — безопасные участки; 2 — малоопасные участки; 3 — опасные участки

схематизированный продольный профиль с объединением малоотличающихся продольных уклонов и округлением их до целых процентов;

спрямленный план трассы с указанием углов поворота, населенных пунктов, мостов и труб, примыканий и пересечений, т. е. всех факторов, которые влияют на условия движения автомобилей;

протяжение участков с видимостью меньшей, чем необходимо для безопасного обгона (приблизительно 750 м);

протяжение кривых в плане, характеризующихся для большей наглядности не радиусом, а кривизной — величиной, обратной радиусу;

значения скоростей в обоих направлениях с выделением участков движения на пониженных передачах;

диаграмму участков, где не обеспечивается плавное изменение скоростей движения, при построении которой для каж-

дого участка снижения скорости определяют отношение меньшей и большей скоростей с учетом направления движения.

Предлагается условно принимать, что этот показатель плавности распространяется на ту часть участка, на которой величина отношения менее 0,85. Так, например, если на графике скоростей имеется перепад от 60 до 30 км/ч, то величина отношения 0,5 принимается на участке, в пределах которого скорость изменяется от 30 до 51 км/ч.

Для каждого участка, выделенного по однородным условиям движения, вычисляют среднее значение коэффициента безопасности. Характеристикой обеспеченности безопасности движения автомобилей является протяжение участков с разными значениями перепадов скоростей, выраженной в процентах от общей длины дороги. Как уже указывалось, могут быть приняты интервалы менее 0,4; 0,4—0,6; 0,6—0,8; 0,8—1. На тех же участках вычисляют средние скорости движения. Их выражение в долях типичной скорости движения (или расчетной для данной категории дороги) может характеризовать транспортно-эксплуатационные качества дороги.

Весьма характерна также оценка участков снижения скорости по величине отрицательного ускорения при уменьшении скорости (нижняя часть рис. 2).

Составление для каждой создаваемой в эксплуатацию дороги таких графиков позволит оценивать качество ее проектирования, получать для сведения всех заинтересованных организаций объективную оценку транспортно-эксплуатационных харак-

теристик автомобильной дороги, а также данные для обоснованной, исходя из закономерностей изменения скорости, расстановки дорожных знаков. Нельзя не считаться с психологией водителей, которые, заметая два-три необоснованно выставленных знака, перестают обращать внимание на все последующие. Кроме того, это позволяет намечать места, которые в процессе последующей эксплуатации дороги требуют особого внимания органов регулирования движения и дорожно-эксплуатационной службы.

Введение графика скоростей и режимов движения как обязательного оценочного документа при сдаче дороги в эксплуатацию повысит требовательность к ее проектированию. Отсутствие такого показателя сдерживает изучение проектировщиками опыта эксплуатации дорог, построенных по их проектам.

Между тем, даже кратковременные наблюдения авторов проектов за движением автомобилей по построенным участкам дороги, а еще лучше — личный проезд по ним за рулем автомобиля в различное время суток могут послужить важным средством повышения в проектах учета требований движения. Оценка качества дороги с точки зрения водителя автомобиля неизбежно заставит проектировщиков лучше обеспечивать удобство движения по дороге для пассажиров, уверенность управления автомобилем и, как следствие, безопасность движения, не отказываясь от обязательного стремления к разумному снижению стоимости строительства.

УДК 625.75

Основные направления технического прогресса в проектировании дорожных одежд

Проф. Н. Н. ИВАНОВ

Отечественные производственные и научные достижения и учет опыта зарубежных стран позволяют наметить некоторые основные направления технического прогресса в области строительства дорожных одежд, стоимость которых составляет больше половины затрат на дорожное строительство.

В течение ближайших 10—15 лет основными задачами в области организации дорожно-строительных работ будут являться — снижение трудоемкости на 1 км или на 1 млн. руб. их стоимости, уменьшение стоимости работ и сокращение сроков строительства. При этом должны быть повышены качество проектирования и строительства, обеспечено повышение долговечности дорожных одежд и улучшены транспортно-эксплуатационные показатели — шероховатость и ровность покрытий.

Необходимо учитывать возрастающие размеры перевозок, повышение количества тяжелых грузовых автомобилей и автобусов в составе движения, рост скоростей и требования повышения безопасности движения.

Для осуществления этих целей следует предусматривать следующие меры.

1. Всемерное внедрение комплексной механизации и автоматизации и поточного строительства, насыщение строительных организаций современными стационарными и полустационарными установками для смешения, машинами для смешения на дороге как за один проход, так и за несколько, самоходными катками на пневматических шинах и виброкатками; автоматизацию производства на смесительных установках, камнедробильных, битумных и эмульсионных базах, в отдельных случаях автоматизацию управления группой машин.

2. Уменьшение транспортных расходов благодаря широкому использованию местных некондиционных материалов. Укрепление некондиционных местных материалов, в частности, мягких каменных материалов, керамзита и грунтов различными вяжущими веществами — битумами, катионными эмульсиями, известью, а в перспективе искусственными смолами и полимерами. Конструктивные слои из этих материалов не только могут заменить щебеночные, гравийные и песчаные, но в ряде случаев удобнее при строительстве, так как позволяют беспрепятственно пропускать по ним строительный транспорт.

3. Продление сезона работ и переход к круглогодичному строительству, позволяющему возможно равномернее исполь-

зовать рабочую силу, транспорт, механизмы и денежные средства. Широкое применение эмульсий, теплых и холодных битумо-минеральных смесей.

4. Улучшение качества работ благодаря применению высококачественных минеральных и вяжущих материалов с добавлением в них, в случае необходимости, поверхностноактивных веществ и каучука, тщательного подбора битумо-минеральных смесей, применения дробленых материалов, использования для поверхностной обработки однородных черновых прочных материалов крупностью 12, в крайнем случае, 15 мм.

Для асфальтобетонных покрытий установка на всемерное уменьшение излишней пластичности при высоких температурах путем уменьшения объемного содержания битума и минерального порошка, а также на снижение вредной хрупкости при низких температурах (применение теплоустойчивых вяжущих материалов, уменьшение их количества, добавление каучука и искусственных смол). Устранение или уменьшение влияния трещин в верхних слоях основания на образование трещин в покрытиях благодаря устройству битумо-минеральных слоев на основаниях или укрепленных цементом, или бетонных.

5. Усиление контроля за прочностью построенных и находящихся в эксплуатации дорожных одежд путем регулярного измерения весной в каждом дорожно-эксплуатационном районе упругих деформаций под тяжелыми автомобилями с давлением на ось 9—10 т. В дальнейшем по мере накопления данных эти испытания можно будет выполнять в любом сезоне, пересчитывая результаты на весенние деформации. Для оценки прочности можно применять также приборы динамического нагружения. Обеспечение контроля за ровностью и шероховатостью покрытия, а также надлежащим уплотнением конструктивных слоев дорожной одежды радиометрическим, ультразвуковым, вибрационными методами или на сопоставление движению катка. Обоснованное выявление участков, подлежащих усилению и закрытию весной для тяжелого движения; постепенное изживание такой необходимости.

6. Надлежащее проектирование конструкций дорожных одежд в комплексе с земляным полотном, с учетом климатических условий, интенсивности и состава движения, наличия местных материалов, особенностей работы отдельных слоев. При этом должна быть предусмотрена необходимая толщина

и тип покрытия в зависимости от назначения дороги и характера движения. Общая толщина одежды устанавливается, исходя из свойств грунта земляного полотна и его водно-теплого режима, особенностей работы конструктивных слоев, в частности, от их способности передавать изгибающие усилия, а также от потребности в дополнительном морозостойчивом слое основания, исключающем возможность недопустимого неравномерного пучения (10—20 мм) в климатических условиях района строительства.

Для дорог местного значения IV—V категорий следует предусматривать стадийное улучшение дорожной одежды за счет уширения и наращивания конструктивных слоев. Проектные решения должны быть обоснованы экономически, с учетом отдаленности капиталовложений и возможности закрытия тяжелого движения в период весенней распутицы.

Применяемый в настоящее время метод расчета нежестких дорожных одежд Союздорнии в известной степени устарел, поскольку он был разработан для конструкций с несвязанными основаниями и поэтому недостаточно учитывает способность слоев, укрепленных вяжущими материалами, к лучшему распределению вертикальных напряжений. Это дает излишние запасы при двухслойных одеждах из грунтов, укрепленных вяжущими материалами (IV—V категории дорог), и при основаниях из минеральных материалов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими.

Новый метод расчета толщины дорожных одежд, разработанный автором в МАДИ (см. журнал № 6 «Автомобильные дороги» за 1964 г.), основан на допускаемых, в зависимости от интенсивности движения, упругих деформациях от тяжелого автомобиля и устраняет указанный недостаток. Он позволяет легко проверить, насколько требуемый проектный модуль соответствует фактическому после постройки. Требуемый модуль определяется по предельному прогибу в точном соответствии с теорией упругости без введения эмпирического коэффициента $\pi/2$, как в методе Союздорнии. Распределение напряжений в несвязанных слоях (щебень, гравий, песок) принимается близким к теории Бусинеска, при условии, что соотношение E_e/E_n ограничивается величиной 3,5. Это, между прочим, должно отразиться и на конструировании дорожных одежд, так как указывает на бесполезность устройства

несвязанных верхних слоев, модуль упругости которых превышает более чем в 3,5 раза общий модуль упругости нижних слоев.

Связные слои, обладающие способностью воспринимать изгибающие усилия, должны проверяться на изгиб, с учетом усталостных явлений при повторном воздействии нагрузок.

Определение общего модуля проектируемой конструкции проще всего вести последовательно по слоям, как это делалось и в методе Союздорнии, пользуясь аналогичным, но более точным графиком Б. И. Когана. Как показывают сопоставления, разница при послойном определении и при точном решении трехслойной системы не превышает 10%. Сопоставление требуемых модулей упругости и допускаемых прогибов по методу МАДИ и по опытам AASHO показывают, что предлагаемые нами нормы достаточно подтверждаются на опыте. Это же касается и коэффициентов для перехода от одного автомобиля к другому.

Выбор типа покрытий и их толщины должен делаться исключительно исходя из интенсивности и состава движения. Толщина обязательно должна проверяться на изгибающие напряжения. Для каждого типа покрытия имеется определенная наивыгоднейшая интенсивность движения, обеспечивающая его наибольшую работоспособность. Применение его при более низкой интенсивности движения может оказаться неэкономичным по сравнению с более дешевыми покрытиями. Наоборот, применение покрытий при более высокой чем оптимальная интенсивности ведет к преждевременному разрушению из-за недостатка сцепления.

В пределах покрытия одного и того же типа величина работоспособности может быть изменена, например, за счет изменения структуры смеси, применения дробленых материалов, использования эмульсии из вязких битумов, теплых и даже горячих битумо-минеральных смесей. При асфальтобетонных смесях работоспособность можно регулировать применением повышенного содержания щебня в горячих, теплых и холодных смесях, активированного минерального порошка; при черном щебне — введением некоторого количества мелочи для повышения сцепления; для поверхностной обработки — введением в смесь минерального порошка, более вязких битумов в виде эмульсий или разжиженных и т. д.

УДК 625.75.001.12+715»

Принципы конструирования дорожных одежд

Проф. Я. А. КАЛУЖСКИЙ

Современные методы расчета и конструирования нежестких дорожных одежд основываются на принципе соответствия между уменьшением напряжений и модулей деформации конструктивных слоев с глубиной. Имеется в виду, что уменьшение напряжений с глубиной дает основание для применения материалов с убывающими (по глубине) модулями деформации.

Этот принцип особо четко представлен и обоснован в разработанном А. К. Бируля методе конструирования с использованием решения Б. И. Когана, основанного на применении принципов теории упругости к слоистой системе, у которой модули деформации плавно убывают с глубиной по экспоненциальной кривой [1]. При этом модули деформации (или модули упругости) материалов как правило относятся к штампovým испытаниям массива ($H > 2D$) или были определены по изгибу балочек, методом пересчета и т. п.

Исследованиями напряженно-деформированного состояния грунтовых слоев, проведенными автором [2], установлено, что в действительности между напряжениями и вертикальными перемещениями (осадками, прогибами) на любой глубине грунтовых слоев наблюдается нелинейная связь. Применение некоторых положений теории вероятности [2] к исследованию напряженно-деформированного состояния дали возможность определить по напряжениям и перемещениям модули деформации в глубине грунтового слоя [3].

Аналитически установлено, что закономерности изменения модуля деформации по глубине грунтового слоя зависят от интенсивности изменения напряжений и относительных деформаций. При этом может наблюдаться как уменьшение, так и увеличение модуля с глубиной.

Установлена связь между закономерностями изменения модулей деформации и плотности по глубине грунтового слоя. Эта закономерность выражается уравнением

$$E_{z+\frac{H}{2}} = \frac{H\Delta_y (1 + e^{-k_0[(z+H)^{1-n} - z^{1-n}]}) p}{2\Delta\sigma (1 - e^{-k_0[(z+H)^{1-n} - z^{1-n}]}) h},$$

где z — глубина, на которой определяется модуль деформации;

H — толщина прослойки грунта в слое конечной толщины;
 $\Delta_y \Delta\sigma$ — расстояние от максимальных деформаций (y) или напряжений (σ) до точки перегиба y или σ в функции времени загрузки;

k_0 и n — характеризуют интенсивность изменения плотности по глубине слоя;

p — давление на поверхность дороги кГ/см²;

h — осадка поверхности, см.

При этом изменение плотности грунта по глубине определяется экспериментальной зависимостью

$$\delta = a : z^n,$$

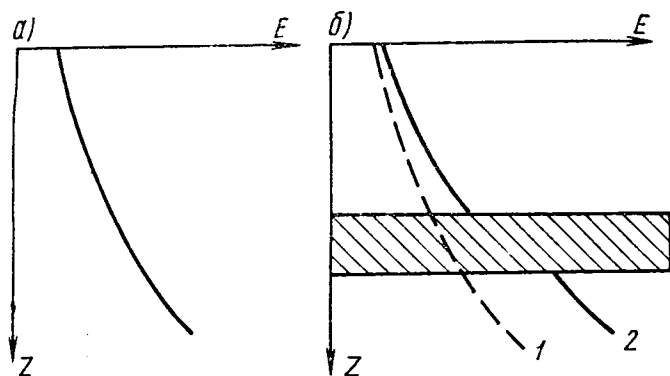
где a — плотность на глубине 1 см.

В случае, когда $\frac{dn}{dz} > 0$, $\frac{dE}{dz} < 0$, т. е. модули дефор-

мации уменьшаются с глубиной. Для случая $\frac{dn}{dz} < 0$, $\frac{dE}{dz} > 0$

модули деформации возрастают с глубиной, т. е. в том случае, когда под воздействием нагрузки происходит постепенное

(плавное) убывание плотности по глубине, модуль деформации возрастает. Это положение обусловлено малой деформируемостью слоев, приводящей к интенсивному убыванию сжатия по глубине.



Увеличение модуля деформации с глубиной:

а — для «однородного» грунтового слоя; б — для слоистой системы

1 — слоистая грунтовая система без относительно жесткой прослойки; 2 — слоистая грунтовая система с относительно жесткой промежуточной прослойкой

Исследования аспиранта О. Ф. Никитина, выполненные под руководством автора, по изучению напряженно-деформированного состояния грунтовых слоев в лабораторных условиях и на моделях при воздействии статической и подвижной нагрузки показали, что во всех случаях как в «однородном» грунтовом слое, так и в слоистых системах неизменно происходит увеличение модулей деформации с глубиной (см. рисунок). При этом указанная закономерность существует и для слоистой системы с перемежающимися по жесткости прослойками. Наличие относительно более жесткой прослойки только делает эту закономерность прерывистой.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что расчетные схемы современных теорий и методов конструирования дорожных одежд, основанные на обязательном уменьшении модулей деформации с глубиной, требуют существенных уточнений.

Основное расхождение между применяемыми методами конструирования нежестких одежд и их фактической работой состоит в несоответствии между расчетными модулями деформации (или модулями упругости), приписываемыми различным конструктивным слоям, и теми фактическими модулями, которые возникают под воздействием нагрузок (как статических, так и подвижных; как при испытании жестким штампом, так и в процессе качения колес на пневматических шинах). При этом дело не только в количественном различии, но и в качественном несоответствии закономерностей изменения модулей с глубиной.

Очевидно для усовершенствования методов расчета и конструирования нежестких дорожных одежд необходимо прежде всего проанализировать причины несоответствия расчетных и фактических модулей деформации. Как показывают теоретические исследования и испытания моделей дорожных одежд, причины такого несоответствия состоят в следующем.

1. Как правило, материалы конструктивных слоев, особенно содержащие органические вяжущие вещества, а так же состоящие из связных грунтов, относятся к нелинейно-деформируемым. Нелинейность проявляется тем большая, чем больше абсолютная величина деформации сжатия или деформации прогиба слоев. Существенное влияние оказывает фактор времени (режим приложения нагрузки).

2. Методы испытаний штампов в принципе относятся к определению модулей деформации или модулей упругости в массиве, между тем, как в конструкции слою относительно тонким и модули деформации зависят от жесткости смежных слоев. Видимо, для определения модулей упругости или деформации в большей степени подходят испытания методом прогиба балочек,

но и в этом случае имеется несоответствие между условиями испытаний и фактическим поведением слоев в конструкции.

3. Напряженно-деформированное состояние относительно тонкого слоя в конструкции может претерпевать различные изменения в зависимости от местоположения слоя в системе (Н/Д) и взаимного влияния смежных слоев, что, в свою очередь, будет изменять и величины их модулей деформации.

4. В связи с интенсивным уменьшением относительных вертикальных деформаций сжатия или прогиба слоев послойные модули деформации, как правило, выше их расчетных значений. Только для верхнего слоя они приближаются к расчетным значениям.

Совпадение величин модулей деформации слоев в конструкции и их значений при испытаниях штампом может произойти в том случае, когда у линейно-деформируемых слоев совпадут по направлению кривые «нагрузка—осадка», а у нелинейно-деформируемых материалов произойдет полное совмещение этих кривых, или когда при одинаковых нагрузках (давлениях) совпадут предельные относительные деформации. Последнее обычно невозможно для внутренних слоев дорожных одежд, так как если бы в них образовались деформации, достигающие по величине критических, то такая конструкция разрушилась бы.

Как правило, и деформации, и напряжения, возникающие во внутренних слоях дорожных одежд, существенно меньше расчетных.

Совместная работа конструктивных слоев и их распределяющие свойства приводят к резкому падению напряжений и перемещений по глубине слоистой системы и существенно повышают значения модулей деформации по глубине.

Зависимость модуля деформации конструктивного слоя от его толщины и местоположения в многослойной системе позволяет поставить вопрос о конструировании дорожных одежд принципиально по-новому. В связи с указанным особую актуальность приобретают конструкции с перемежающимися относительно жесткими прослойками.

Введение таких прослоек приводит к концентрации напряжений в вышележащих слоях, уменьшает их деформируемость и тем самым повышает жесткость. В нижележащих слоях повышение жесткости происходит также, главным образом, за счет резкого уменьшения деформаций (осадок, прогибов) в связи с распределяющей способностью относительно жестких прослоек. Такими прослойками могут быть слои цементогрунта, жесткость которых можно регулировать, изменяя содержание цемента.

При устройстве 10-сантиметровой прослойки цементогрунта между двумя слоями грунта, укрепленного 8% битума, эквивалентный модуль деформации системы больше в 1,4—1,7 раза, чем в случае укладки тех же слоев в обычном порядке.

При использовании в конструкциях малосвязных материалов, плохо работающих на изгиб, они могут быть заключены между прослойками материалов, достаточно хорошо сопротивляющихся изгибу, чем будут улучшены свойства всей дорожной одежды.

Вопрос о толщине слоев, их местоположении в конструкции может быть установлен на основе технико-экономического анализа. Главной же задачей дальнейших исследований является разработка теоретических основ эквивалентного слоя, в отличие от решения Г. И. Покровского, представляющего двухслойную систему, у которой верхний слой имеет меньший модуль деформации (или модуль упругости).

Решение этой задачи открывает пути усовершенствования и использования существующих методов расчета с введением ряда коррективов и создания новых методов расчета и конструирования дорожных одежд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бируля А. К. Конструирование и расчет нежестких одежд автомобильных дорог. Изд-во «Транспорт», М., 1964.
2. Калужский Я. А. Напряженно-деформированное состояние грунтового уплотненного слоя. Сб. трудов совещания по уплотнению и закреплению грунтов АСИА УССР, 1962.
3. Калужский Я. А. О расчетных схемах конструирования нежестких дорожных одежд. Журнал «Автотрошник Украины», 1963.

О ТРАССИРОВАНИИ ДОРОГ В КРАЮ БОЛЬШОЙ ТЮМЕНСКОЙ НЕФТИ

Инж. А. А. КОСТИН

Тюменская область составляет часть знаменитой Западно-Сибирской низменности, простирающейся от Урала до Енисея. Строительство дорог в этом крае усложняется наличием больших заболоченных пространств с грунтами, не пригодными для насыпи. Местные дорожно-строительные материалы: камень и гравий — отсутствуют. Мелкий илестый песок, речной и боровой, для оснований дорожных одежд мало пригоден, а при использовании в асфальтобетоне и цементобетоне вызывает весьма повышенный расход вяжущего материала.

Все автомобильные дороги Западной Сибири идут, прижимаясь к берегам рек или ручьев, которые несколько возвышаются над окружающей местностью. Самое небольшое удаление дороги от этих естественных дренажных каналов заводит в болота, которые на водоразделах реки, в междуречьях становятся сплошными, непроходимыми, без видимого стока.

Можно привести несколько примеров из опыта строительства в бассейне р. Иртыш. В течение 70 лет неоднократно намечалось и отменялось из-за непроходимых болот в междуречьях Тавды и Иртыша строительство железной дороги Тавда—Тобольск. На автомобильной дороге Тюмень—Тавда на участке Тарманских болот десятки лет пользовались временным деревянным колеиным покрытием, которое ежегодно тонет и наращивается новыми бревнами. Впоследствии грунт для насыпи возили на расстояние до 15 км.

Тюмень—Тобольский тракт служил исправно сотню лет, пока его трасса «прижималась» к рекам Тура и Тобол. После того как в 30-х годах было построено спрямление Иевлево-Байкалово, через Нердынские болота (с удалением от р. Тобола) ежегодно происходили просадки насыпи. Восстанавливать насыпь не хватало сил, и в 1958 г. Тюменский облдоротдел решил восстановить старый Тобольский тракт через Бачелино, хотя дорога удлинялась при этом на 10 км. Дороги из глубинных районов к пристаням на р. Иртыш обязательно идут вдоль ее притоков — Вагая, Ишима, Оши, Тары и др.

Обходом болот в Западно-Сибирской низменности нельзя пренебрегать даже теперь, при наличии мощных землеройных машин и транспорта.

К тому же выводу приходят сейчас и проектировщики железных дорог из Сибгипротранса. Варианты трассы новой железной дороги в будущую столицу нефтяного края, г. Сургут, проходят вдоль рек Конды и Тобола.

Первоочередным объектом автодорожного строительства в Тюменской области будет маршрут Тобольск—Демьянское—Правдинск—Сургут, являющийся продолжением Тюмень—Тобольского тракта.

Дорога должна быть протрассирована по правому берегу р. Иртыш по нагорной стороне, прижимаясь возможно ближе к берегу реки, а далее, пересекая по оптимально-кратчайшему направлению таежные болота в междуречья Иртыша и Оби ниже Демьянского.

На участке Тобольск—Уват—Демьянское грунтовая автомобильная дорога имеется с 30-х годов. Однако от с. Бронниково она идет по левосторонней луговой стороне Иртыша, и в ряде мест ежегодно затопливается и размывается. Такое ее положение объясняется тем, что в период строительства нагорное правобережье было менее обжито. При строительстве новой дороги по правобережью пересекается не большее количество водотоков, чем на левобережьи и, самое главное, не требуется устройства переправы через Иртыш. Обжитость правобережья должна значительно возрасти, поскольку здесь пройдет нефтепровод Усть-Балык—Омск.

Второе направление к нефтяным и газовым богатствам Тюменского края — Шаимское. Здесь вскоре будет закончено строительство нефтепровода Шаим—Тюмень. Автомобильную дорогу Тюмень—Тавда—Сотник—Шаим надо проложить в основном по трассе нефтепровода. Придется преодолеть междуречья Туры, Тавды и Конды и только от станции Сотник трассу следует вести вдоль реки вверх по Конде.

Освоение Тюменской нефтяной целины немыслимо без строительства автомобильных дорог, которые призваны служить безотказно в течение круглого года для всестороннего обживания нефтяного и лесного края.

Если бездорожье в Целинном крае Казахской ССР лишь затрудняло наступление на целинные земли, то бездорожье Тобольского Севера закрывает доступы к нефтяным богатствам Тюменской области и новым поселениям. Не зря времянкузник Тобольск—Сургут—Мегион в 1965 г. в народе прозвали «Дорогой жизни».

На участке Тобольск—Демьянское—Сургут мы имеем редкое сочетание трех транспортных сооружений — железной дороги, автомобильной дороги и нефтепровода, которые пойдут рядом, дополняя друг друга. Наиболее рационально проектировать и строить их согласованно, совместно и одновременно, одному генеральному подрядчику. Это неизмеримо ускорит, облегчит, удешевит проектно-изыскательские и строительные работы и упростит последующую эксплуатацию транспортных сооружений.

Особенно непростительным расточительством было бы строительство отдельных мостовых переходов через крупные реки Тобол, Иртыш, Демьянск и др. Лишь один железнодорожный мостовой переход через р. Иртыш оценивается по смете «Сибгипротранса» в 60 млн. руб. Это равноценно стоимости строительства 100—150 км новой автомобильной дороги.

Крупные мосты следует запроектировать обязательно совмещенными для всех трех видов транспорта: железнодорожного, автодорожного и трубопроводного.



На тюменских дорогах

Все строители транспортных сооружений в Тюменской области заинтересованы в организации баз строительной индустрии и, прежде всего, карьерного хозяйства.

Начальник Управления капитального строительства при Совнархозе РСФСР тов. Вовченко в статье, помещенной в № 5 журнала «Экономика строительства» за 1965 г., определяет головную потребность в нерудных материалах на 1970 г. в 1—1,2 млн. м³, не указывая, где можно будет взять этот миллион кубометров камня, щебня и гравия.

Говоря о необходимости строительства 12 крупных, 18 средних и множества мелких мостов на первоочередном объекте железнодорожного строительства дороге Тюмень—Тобольск—Сургут, главный инженер проекта тов. Джорбенадзе в статье, опубликованной в № 4 журнала «Транспортное строительство» за 1965 г., ни слова не пишет о строительных материалах для железнодорожных сооружений.

Дорожники Тюменской области изучали эти вопросы несколько десятков лет и, вернувшись к этому вновь в 1961—1965 гг., предложили создать карьерное хозяйство на р. Тура, у станций Восточной или Карпукино железной дороги Сосьва—Алапаевск, на расстоянии около 500 км от города Тюмени, в знаменитых меркушинских гранитных карьерах. Здесь как будто все создано для постройки камне-щебеночных заводов. Вверх по Туре, от железнодорожной линии вплоть до селений Меркушино—Черемново, на участке 20 км в длину и 5 км в ширину (до Сорочьей горы), имеются колоссальные запасы гранита и известняка (в том числе битуминозного), речного гравия и песка.

Один лишь Черемновский карьер, наиболее обогащенный, имеет видимые запасы сплошного гранита более 8 млн. м³, залегающего массивом высотой 20—25 м и длиной 1 км.

Лабораторные анализы показали высокое качество гранитного и известнякового камня. Количество их может обеспечить добычу на сотни лет. Подъездные дороги к этим карьерам можно построить за одно лето.

Вблизи карьеров, по Туринскому тракту, проходит высоковольтная линия от Уральского энергетического кольца. Усто населенный район, с большими селениями, предоставит необходимую рабочую силу. Все это позволит создать при карьерах завод ЖБК мощностью около 400 тыс. м³ и расширить имеющийся домостроительный комбинат.

Известно, что в строительном камне, щебне, гравии и песке, железобетонных конструкциях, известняке и бетоне нуждаются

и ближайшие к указанному карьере города Свердловской области, в частности Ирбит, Тавда, Туринск. Большими автопоездами с полуприцепами и прицепами можно доставлять щебень и готовые железобетонные конструкции по Туринскому тракту до г. Тюмени. По вновь построенным железным дорогам Ивдель—Обь и Тавда—Сотник обеспечивается доставка карьерной продукции в низовья Оби и Сосьвы, а также на р. Конду: в Сотник, Кондинское и Шаним. Расчистка фарватера р. Тура позволит доставлять продукцию карьера в Тобольск, Демьянск, Правдинск, Сургут и Нижне-Вартовское водным транспортом — самоходными баржами без перевалов и перегрузок в пути.

В настоящее время р. Тура судоходна в течение лета только до Тюмени, т. е. всего 180 км от устья. Необходимо сделать судоходным 700 км из 1100 км общей длины реки, до старинной пристани Меркушино. Стоимость полной расчистки фарватера от затонувших бревен (топляков) и песчаных перекатов определяется в 2 млн. руб., что окупится экономией на транспортных расходах за одно лето.

Строительные работы в Тюменской области можно обеспечить материалами навечно, лишь поставив на службу строительства уникальные карьеры у пристани Меркушино. Разрабатываемый ныне единственный в Зауралье Курманский карьер у ст. Баженово, зажатый кругом новыми заводами Свердловской области, удовлетворить предстоящее гигантское строительство в Западной Сибири не сможет.

УДК 625.725

Учитывать особенности движения автомобилей по дополнительным полосам на подъемах

Канд. техн. наук А. П. ВАСИЛЬЕВ

Вопрос о строительстве дополнительных полос на подъемах привлекает к себе в последнее время все большее внимание. Несомненно, что такие полосы в первую очередь необходимы на горных дорогах, на которых наиболее часто встречаются крутые подъемы большого протяжения. В течение трех лет кафедра «Проектирования дорог» МАДИ проводила изучение режима движения на одной из горных дорог. Особое внимание обращалось на использование третьей (дополнительной) полосы при самых различных сочетаниях элементов плана и профиля дороги и на организацию движения в этих условиях.

Непосредственные измерения показали, что разница в средних скоростях автомобилей разных типов на подъемах при уклонах 40, 50, 60 и 80‰ следующая:

Разница в скоростях, км/ч, между:	40%	50%	60%	80%
легковыми и грузовыми автомобилями	29	28	27	16
легковыми автомобилями и автобусами	32	33	34	29
грузовыми автомобилями и автобусами	4	6	8	11
грузовыми автомобилями и автопоездами	6	7	8	12

В этих результатах не отражены колебания скоростей из-за различной загрузки автомобилей, но простая разница в средних скоростях доказывает, насколько необходимо разделение транспортного потока на подъемах. На всем протяжении дороги, где проводились исследования, устроено покрытие с тремя полосами движения, что позволяет выделить одну из них для отвода медленно движущихся автомобилей, мешающих движению на подъеме.

Наблюдения показали, что по крайней (дополнительной) полосе на подъем движутся все грузовые автомобили, автобусы, автопоезда и часть легковых автомобилей (рис. 1). Средняя полоса в этом случае используется в основном легковыми автомобилями. Однако ее роль только этим не ограничивается. На горных дорогах, где протяжение участков с большими уклонами велико, происходит много обгонов как на подъемах, так и на спусках. При уклонах от 40 до 70‰ и интенсивности движения от 3 до 5 тыс. автомобилей в сутки на каждом километре подъема обгон производят от 12 до 20% грузовых и от 30 до 46% легковых автомобилей. Число обгонов на подъемах с увеличением продольного уклона несколько возрастает. На спуске число обгонов значительно меньше: на каждом

километре спуска (при отсутствии разметки, запрещающей обгон) обгон совершали от 5 до 8% грузовых и от 25 до 31% легковых автомобилей. Такое количество обгонов вполне объяснимо, если принять во внимание, что скорости отдельных грузовых автомобилей на одном и том же подъеме в зависимости от загрузки, технического состояния и других факторов колеблются в пределах 0,7—1,5 от средней. Поэтому на дополнительной полосе, выделенной для тихоходных автомобилей, движение происходит тоже с разными скоростями, следствием чего является большой процент обгонов грузовыми автомобилями. На спусках разница в скоростях сглаживается и число обгонов сокращается.

Таким образом, на горных дорогах средняя полоса служит не только для движения быстроходных автомобилей,

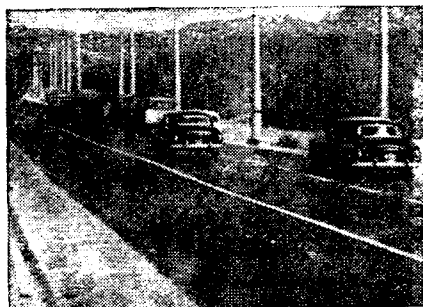


Рис. 1. Движение автомобилей по участку с дополнительной полосой на подъеме



Рис. 2. На участке смежных кривых радиусом до 200 м автомобили движутся в один ряд, несмотря на дополнительную полосу

как в пересеченной местности, но и для обгонов.

Скорость движения легковых автомобилей на подъеме колеблется в широких пределах. Поэтому наблюдается большое число случаев, когда легковые автомобили обгоняют друг друга. Такие обгоны составляют около 25% всех обгонов, осуществляемых легковыми автомобилями.

Во всех этих случаях обгоняемый легковой автомобиль уступает полосу обгоняющему и занимает дополнительную полосу, предназначенную для движения тихоходных автомобилей.

Таким образом, в горных условиях на подъемах с дополнительной полосой происходит непрерывное перемещение автомобилей из одного потока в другой и обратно. Такое положение неизбежно до тех пор, пока интенсивность движения не приблизится к пропускной способности этих полос. В последнем случае обгоны невозможны, и тогда на каждой полосе будет двигаться поток автомобилей с какой-то одной средней скоростью.

Устройство дополнительных полос на горных дорогах может оказаться совершенно бесполезным, если при этом не учитывать плана дороги. На горных дорогах число кривых в плане может достигать 6—8 на 1 км, а их длина составляет 60% и более от всего протяжения дороги. Наибольшее число кривых встречается обычно на трудных участках дороги, где продольные уклоны достигают максимальных величин, т. е. как раз там, где казалось бы необходимы дополнительные полосы на подъемах.

На кривых малого радиуса видимость, как правило, ограничена и обгоны запрещаются правилами движения, а трехрядное движение чрезвычайно затруднено.

Тихоходные автомобили, находясь на внутренней крайней полосе, при проложении дороги по кривой, ограничивают видимость дороги водителям быстроходных автомобилей, движущихся по средней полосе. Двухрядное движение в одном направлении на кривых малого радиуса возможно только при полном отделении встречных потоков друг от друга, т. е. при устройстве разделительных островков или раздельном трассиро-

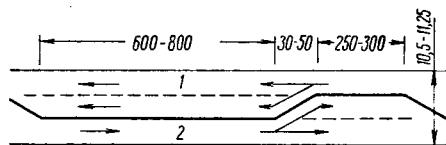


Рис. 3. Регулирование движения на затяжном подъеме с учетом обгонов на спуске:
1 — подъем; 2 — спуск

вании полос для движения во встречных направлениях. Такие мероприятия значительно повышают строительные и эксплуатационные затраты. Практически они мало эффективны, поскольку на кривых малого радиуса скорость движения все равно не может быть высокой по условиям устойчивости автомобиля.

Если число кривых в плане превышает 5—6 на 1 км, они переходят из одной в другую почти без прямых вставок на большом протяжении. На таких участках движение автомобилей происходило во всех случаях только по двум полосам. При этом на подъемах все автомобили перемещаются по дополнительной крайней полосе со скоростью впереди идущего тихоходного автомобиля. Обгоны

наблюдались чрезвычайно редко, а движение в два ряда в одном направлении вообще не было отмечено (рис. 2). На всем таком участке средняя полоса не использовалась и, следовательно, была бы бесполезна. Для повышения пропускной способности дороги в этих случаях целесообразнее увеличить радиусы кривых в плане, оставив две полосы.

Таким образом, дополнительную полосу на подъемах целесообразно устраивать только на прямых участках дороги и на кривых радиусом более 200 м, а также на прямых вставках между кривыми малого радиуса, если длина вставки превышает 200—300 м.

При устройстве дополнительных полос на затяжных подъемах необходимо учитывать и особенности движения автомобилей, едущих в обратном направлении. Несмотря на то, что разница в скоростях движения различных автомобилей на спусках меньше, чем на подъемах, при большой длине спуска и высокой интенсивности движения за тихоходным автомобилем также собирается колонна, вынужденная двигаться с его скоростью. При интенсивности движения 5—6 тыс. автомобилей в сутки образование таких колонн на спуске отмечалось при его длине 700—800 м, а при интенсивности 7—8 тыс. автомобилей в сутки — при длине около 500—600 м. При большей длине спусков появляется необходимость обеспечивать на них возможность обгона. В этом случае может быть использована предлагаемая схема разметки трехполосной проезжей части (рис. 3).

При более высокой интенсивности движения на затяжных спусках так же, как и на подъемах целесообразно устраивать дополнительные полосы.

УДК 625.725

Проектирование затяжных подъемов и спусков

Инженеры Ю. А. КРЕМЕНЕЦ, В. В. СИЛЬЯНОВ

В связи с интенсивным развитием автотранспортных перевозок и увеличением количества большегрузных автомобилей и автопоездов правильное проектирование затяжных подъемов и спусков приобретает особое значение.

Очень часто, даже при сравнительно низкой интенсивности на подъемах, можно наблюдать скопление автомобилей из-за движения некоторых из них в транспортном потоке с небольшими скоростями. С другой стороны затяжные спуски весьма опасны: статистика показывает, что на них наблюдается вдвое больше аварий, чем на подъемах.

В литературе уже обсуждались некоторые мероприятия по улучшению условий движения на подъемах и спусках, связанные с ограничением длин подъемов, устройством дополнительных полос, уширением покрытия в нижней части вогнутых кривых и т. д. В действовавших ранее НитУ 128—55 имелись указания о проектировании на затяжных уклонах через каждый километр прямых вставок, протяжением не более 50 м с величиной уклона 20%. Новые нормы (СНиП II—Д.5—62) рекомендуют такие вставки лишь для горных дорог через каждые 2—3 км. Причиной тому послужило некоторое увеличение объема земляных работ (7—15%) и длины подъема, а также мнение об ухудшении условий работы водителя из-за частого переключения передач¹.

Между тем, изучение режима движения автомобилей, проведенное кафедрой «Проектирования дорог» МАДИ на затяж-

ных подъемах и спусках, запроектированных в соответствии с рекомендациями ранее действовавших норм, указывает на необходимость вставок. Наличие вставок приводит к искусствен-

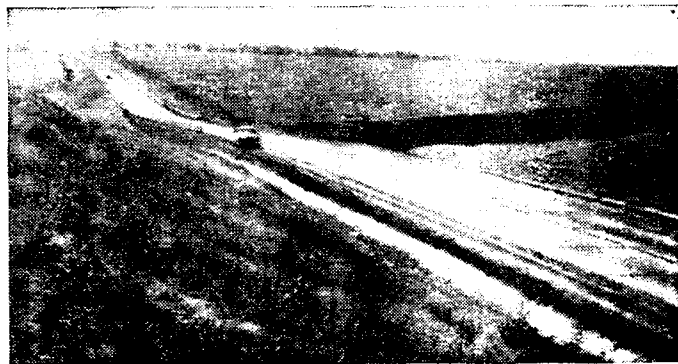


Рис. 1. Участок на затяжном подъеме со вставкой

ному ограничению длины затяжного уклона и, таким образом, улучшает скоростной режим на подъемах и безопасность движения на спусках. Этому способствуют следующие обстоятельства.

¹ А. Е. Бельский. Оценка вариантов продольного профиля горных дорог на участках с затяжными подъемами. Труды КАДИ, вып. 9, 1962.

Появляется возможность чаще пользоваться на спуске накатом и отказаться от длительного притормаживания, которое ведет к перегреву трущихся элементов тормозов и тем самым увеличивает вероятность дорожно-транспортных происшествий. На подъеме это позволяет двигаться на высшей передаче, используя кинетическую энергию, накопленную ранее. Кроме того, уменьшается утомляемость водителя. На спуске без вставки он испытывает длительное напряжение, вызванное восприятием искаженной конечной ситуации в сочетании с его измененной позой¹, на подъеме — с необходимостью перехода на низшие передачи. В результате, при наличии вставки, как на спуске, так и на подъеме повышается скорость движения.

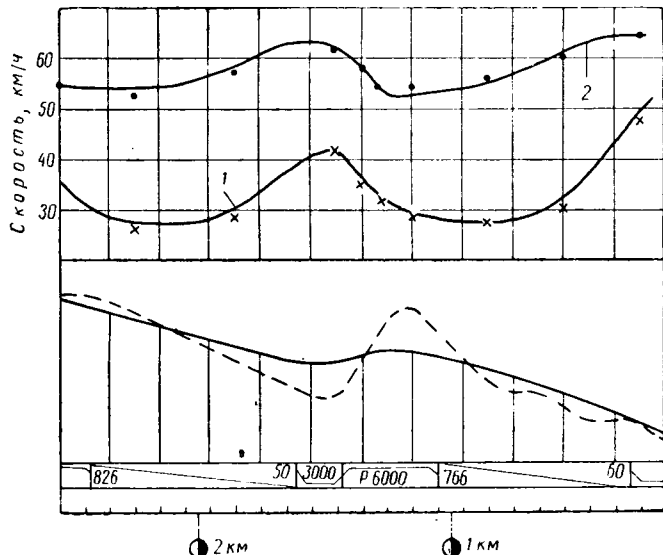


Рис. 2. Линейный график скорости движения на затяжном подъеме со вставкой:
1 — подъем; 2 — спуск

На рис. 1 показан спуск со вставкой, образованной двумя обратными вертикальными кривыми, а на рис. 2 — линейный график средних скоростей грузовых автомобилей для этого участка. На спуске скорость сначала возрастает до 63 км/ч,

¹ В. Т. Лебедева и Ю. А. Кременец. Дорожная ситуация спуска как естественная модель психической напряженности. «Вопросы психологии», 1965, № 4.

далее благодаря вставке уменьшается почти до начальной, а затем опять начинается процесс нарастания скоростей. Таким образом, вставка принимает на себя роль гасителя скорости и тем самым облегчает работу колесных тормозов. На подъемах вставка служит «разгрузочной площадкой», где автомобиль имеет возможность набрать новый запас кинетической энергии для преодоления последующего подъема.

Сравнение скоростей движения на рассматриваемом участке со скоростями на затяжных уклонах соответствующей длины без вставок показывает, что скорость в первом случае возрастает в среднем на 7—8%.

Подбором длины спуска (или подъема) и вставки можно добиться того, чтобы основная часть автомобилей на спуске двигалась накатом, а на подъеме — только на высшей передаче. Авторами уже приводились рекомендации по выбору предельных длин подъёмов, исходя из условий их динамического преодоления¹. Что касается вставки, то длину ее можно выбрать в пределах заштрихованной части графика, представленного на рис. 3. Для выполнения поставленной задачи вставка должна иметь обратный уклон, т. е. спуск заканчиваться коротким подъемом, за которым опять следует спуск (по типу трамплина).

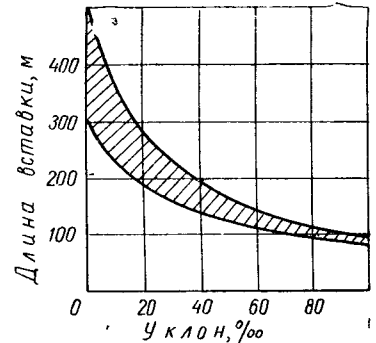


Рис. 3. Зависимость длины вставки от ее уклона (верхний предел для вставок с прямым уклоном, нижний — с обратным)

Подобный метод нельзя рассматривать как универсальный.

Однако целесообразно во всех случаях, где это возможно (особенно в условиях резко пересеченной местности), применять его в комплексе с другими мероприятиями, улучшающими режим движения автомобилей. При этом следует придерживаться следующих предельных размеров элементов подъема: минимальная длина вставки с обратным уклоном 40‰ должна быть не менее 50 м, с прямым уклоном 20‰ — не менее 100 м, предельное расстояние между вставками — не более 400 м при уклонах 50—70‰.

¹ Ю. А. Кременец, В. Сильянов. Ограничить длину подъёмов при проектировании продольного профиля дорог. «Автомобильные дороги», 1964, № 10.

УДК 625.72:55.625.711.83

Совершенствовать изыскания в заболоченной местности

Канд. техн. наук И. Е. ЕВГЕНЬЕВ

Методы и технические средства, применяемые при линейных инженерно-геологических обследованиях в обычных условиях, мало пригодны в сильнозаболоченных таежных районах. Методика обследования болот, положенная в основу ныне действующих инструкций и указаний, по существу была разработана еще в довоенный период. В то время для дорог высокой категории повсеместно рекомендовалось полное выторфовывание, а физико-механические свойства болотной залежи определяли ориентировочно, по визуальным признакам с использованием простейших систем классификации.

Применяемые в наше время конструкции и технологические приемы позволяют во многих случаях обеспечить достаточную прочность и устойчивость земляного полотна дороги на слабом основании без выторфовывания, что снижает ее строительную стоимость в несколько раз. Поскольку новые конструкции требуют точных инженерных расчетов, возникла необходимость получения комплекса расчетных показателей физико-механических свойств слабых грунтов основания. Такие показатели стали требоваться и для объективного обоснования целесообразности замены грунта.

Составители последних пособий по обследованию болот, не изменяя основ методики и используя технику линейных изысканий, рекомендуют отбирать и испытывать в лаборатории монолиты ненарушенной структуры из выработок, сделанных при обследовании трассы: буровых скважин, шурфов. При этом характерно, что повышение точности расчетов непременно влечет за собой увеличение числа монолитов и объема их лабораторных исследований. Например, согласно ныне действующим Указаниям по инженерно-геологическому обследованию болот при изысканиях автомобильных дорог (Союздорпроект, 1959) на каждый километр перехода через болото должно быть выполнено от 10 до 20 буровых и не менее 40 зондировочных скважин. Число монолитов, подлежащих лабораторным испытаниям, превышает 100 шт. на 1 км протяженности перехода. Однако и этот объем работ в ряде случаев не обеспечивает достаточного числа данных для статистического вывода расчетных показателей с гаран ированной точностью.

Ясно, что при сложившейся методике трудоемкость и стоимость обследований болот по трассе во много раз превышает средние нормативы, установленные для линейных инженерно-

геологических изысканий в обычных условиях. Высокая трудоемкость определяется в первую очередь несовершенством применяемых технических средств. На труднопроходимых болотах практически исключается использование передвижных буровых станков, широко применяемых при линейных обследованиях, и изыскателям приходится прибегать к ручному бурению. Следует также учесть, что до настоящего времени не имеется грунтоносов, приспособленных для отбора ненарушенных монолитов слабых водонасыщенных грунтов. Применяемые для этой цели грунтоносы с разъемными стаканами (Иванова, Копачева) или со вставными кольцами (Раша и др.) либо вообще не удерживают слабый грунт, либо уплотняют образец в процессе отбора, что служит причиной ошибок в определении расчетных показателей. Значительные трудности возникают при упаковке и перевозке монолитов к месту испытаний, в стационарную лабораторию. Нельзя признать, например, удовлетворительным распространенный способ парафинирования образцов торфа, поскольку он не гарантирует герметичности и сохранности формы. Геотехнические приборы, которыми располагают лаборатории проектных организаций, непригодны для определения свойств сильносжимаемых слабых грунтов. Например, определить сопротивление сдвигу торфа при фиксированной влажности на приборах серийного выпуска (системы Маслова, Гидропроекта и др.) очень сложно. Затруднительно и определение компрессионных характеристик, при котором тратится по несколько недель на каждый образец. Весьма сложны фильтрационные испытания.

Даже в тех случаях, когда технические трудности каким-либо способом преодолеваются, полный анализ физико-механических свойств торфа требует столько времени, что провести его для нескольких сот или даже десятков образцов в сроки, установленные для проектирования, бывает практически невозможно. Учитывая это, проектировщики, нарушая рекомендации Указаний, вынуждены произвольно сокращать число выработок и объем лабораторных испытаний, что либо снижает надежность проекта, либо требует введения чрезмерного запаса прочности. В ряде случаев по той же причине приходится вообще отказываться от исследований и расчетов и предлагать в качестве «универсальной конструкции» удаление и замену слабого грунта в основании насыпи, в результате чего возможность снижения стоимости строительства дороги упускается.

На наш взгляд, настало время пересмотреть методику инженерно-геологических изысканий переходов через болота и решительнее внедрять новые прогрессивные способы определения основных расчетных показателей слабых грунтов на месте без отбора образцов. Такие способы в последние годы получают все более широкое развитие в мировой практике инженерно-геологических обследований. Их преимущества неоспоримы.

В нашей стране предложены различные конструкции приборов для определения физико-механических свойств грунтов без отбора образцов, пригодные для массового использования. В частности, широкой известностью пользуется крыльчатка ЦНИИСа, пенетрационные зонды Гидропроекта и др. Но эти приборы предназначены для испытания грунтов в широком диапазоне прочности при изысканиях под строительство сооружений с большими нагрузками на основание и для линейных дорожных изысканий неудобны. Для определения механических характеристик слабых грунтов с целью расчета оснований дорожных насыпей необходимы легкие ручные приборы, простые и надежные в обращении, которые могли бы обеспечить массовые испытания на трассе.

В Белорусском дорожном научно-исследовательском институте разработаны и используются на практике несколько типов подобных приборов. Для определения сопротивления сдвигу слабых грунтов предложено простейшее дополнительное оборудование к ручному буровому комплекту, состоящее из лопа-

ной крыльчатки, навинчиваемой вместо рабочего наконечника, и рычага, который закрепляется на штанге с помощью подвижного разъемного шарнира и соединяется с рукояткой жимков пружинным динамометром. Показатель сопротивления сдвигу определяется по усилению, необходимому для поворота крыльчатки за подвижной рычаг.

Плотность торфяных и других слабых грунтов рекомендуется определять с помощью специально приспособленного ручного зонда Инсторфа, который широко используется для отбора проб и определения мощности торфяной залежи. Приспособление состоит из конического наконечника к пробоотборнику и пружинного динамометра, посредством которого можно замерить усилие, прилагаемое к рукоятке для вдавливания зонда. Найдена корреляционная зависимость между усилием, потребным для вдавливания зонда, и абсолютным значением плотности грунтов различного типа. Определение плотности во многих случаях может заменить трудоемкие компрессионные испытания, поскольку известны достаточно достоверные методы прогнозирования осадки торфа под насыпью по величине его начальной плотности. Применение описанных простейших приборов позволит повысить качество инженерно-геологических изысканий переходов через болота.

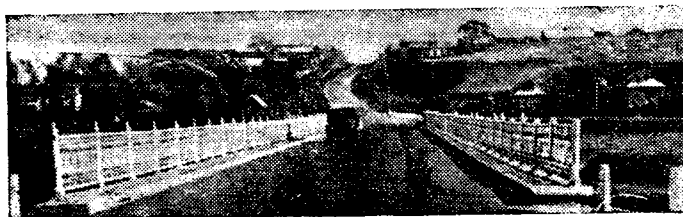
В дальнейшем более широко должны использоваться усовершенствованные методы определения физических показателей состояния слабых грунтов (влажности, удельного и объемного весов и пр.) с помощью радиометрических приборов, прессования образцов под штампами и т. п. Нет сомнения, что затраты, связанные с разработкой и освоением новых методов, быстро окупятся в любой проектной организации.

Говоря о путях прогресса инженерно-геологических изысканий в труднодоступной местности, нельзя не упомянуть о методах использования аэрофотосъемки и аэровизуальных наблюдений. Без применения этих методов практически невозможно решить задачу оптимального трассирования дороги в районах с большими труднопроходимыми или залесенными болотами, но область использования аэрометодов не следует ограничивать только трассированием. Фотоматериалы могут дать ценную информацию о микроландшафте и режиме водного питания болота, по которым можно судить о глубине, геоботаническом и влажностном типе залежи и приближенно представить ее физико-механические свойства.

В настоящее время многие транспортные проектные организации используют аэрометоды для целей инженерно-геологических изысканий в заболоченной местности, хотя эта работа затруднена отсутствием специальных пособий. Полнота и достоверность комплексного дешифрирования болот зависит от качества используемых эталонов. Как показывает практика, в малоизученных районах для получения эталонов приходится проводить детальное наземное обследование в объеме 20—40% от общей протяженности болот по трассе. Кроме того, требуется контрольное бурение на стадии рабочего проектирования.

При использовании аэрофотометодов далеко не всегда исчерпываются их технические возможности, позволяющие достичь более точных и надежных результатов. Для дешифрирования растительных индикаторов большие преимущества дает цветная и спектральная съемка. В качестве эталонов для аэровизуальных наблюдений должны использоваться перспективные фотосхемы, выполненные в масштабе 1:500—1:2000. Весьма актуальными следует считать поиски аэрогеофизических методов зондирования болот.

Широкое использование современных методов инженерно-геологических обследований позволит не только снизить трудоемкость и сократить сроки проектирования, но будет способствовать и снижению стоимости строительства дорог в заболоченной местности благодаря переходу к подлинно расчетному проектированию и применению экономичных конструкций земляного полотна.



Выбор ширины земляного полотна дороги в подвижных песках

Инж. П. СОБОЛЕВ

К важнейшим вопросам строительства дорог в подвижных песках следует отнести выбор рациональной ширины земляного полотна. Действующие нормы на проектирование автомобильных дорог устанавливают ее в зависимости от принятой технической категории без учета природных условий.

Несмотря на то, что для дорог IV технической категории установлена ширина полотна 10 м, в практике строительства в песках она принимается от 7,5 до 10 м. На чем же основано отклонение от требований НИТУ?

Многие специалисты склонны считать, что меньшая ширина земляного полотна создает лучшие условия для переноса песка, и, следовательно, дорога менее подвержена заносам. Например, С. А. Трескинский¹ рекомендует принимать ширину земляного полотна в песках не более 6 м, в связи с чем предлагает устраивать самостоятельное полотно для каждой полосы движения.

Неприемлемость этого предложения очевидна, так как оно почти вдвое увеличивает протяжение заносимых участков и затраты на содержание автомобильной дороги. Из опыта же эксплуатации дорог в Туркменской ССР известно немало случаев, когда песком заносилась дорога с шириной полотна 8 м и не заносилась дорога шириной 10 м. Аналогичные факты наблюдаются и в других районах. Так, Л. Д. Шумилов², описывая опыт строительства автомобильной дороги в Кызыл-Кумах, не отмечает случаев заноса насыпей шириной 10 м.

Обеспечение безопасности автомобильных дорог от песчаных заносов зависит от многих факторов, главным из которых при прочих равных условиях является положение трассы относительно песчаного рельефа.

По данным А. Т. Левадиюка³, на одной из дорог в Западной Туркмении правильный выбор положения трассы сократил протяжение участков с неизбежными песчаными заносами с 12 до 3 км. При этом на выбранной трассе отмечается только возможность таких заносов.

Следует подчеркнуть, что при обследовании не обнаружено ни одного случая заноса, вызванного размером ширины земляного полотна. Вывод об отсутствии зависимости между его шириной и образованием песчаных заносов подтверждается исследованиями А. И. Знаменского⁴.

¹ С. А. Трескинский. Автомобильная дорога в песках. Авторизованный текст, 1957.

² Л. Д. Шумилов. Строительство дорог в барханных песках. «Автомобильные дороги», 1961, № 1.

³ А. Т. Левадиюк. Песчаные массивы северной части Западно-Туркменской низменности. АН ТССР. Ашхабад, 1963.

⁴ А. И. Знаменский. Об особенностях проектирования и мерах защиты автомобильных дорог от песчаных заносов в условиях подвижных песков. «Строительство дорог на засоренных грунтах и подвижных песках», М., Авторизованный текст, 1953.

Безаккумуляционный перенос ветропесчаного потока через любую поверхность, в том числе и полотно автомобильной дороги, обеспечивается, главным образом, уменьшением шероховатости поверхности и предотвращением образования вихрей. В результате наблюдений ветропесчаного потока в аэродинамической трубе и полевых условиях А. И. Знаменский установил, что наибольшее количество песка ветропесчаный поток приносит по гладкой поверхности. Транзитные возможности у поверхности подвижного песка меньше в 37 раз, чем у гладкой поверхности, и в 17 раз, чем на такырах.

Это обстоятельство дает исчерпывающее объяснение незаносимости окруженных подвижными песками такыров, размеры которых в большинстве случаев в десятки, сотни и даже тысячи раз превышают ширину полотна автомобильной дороги.

Следовательно, для свободного переноса песка через полотно дороги шероховатость ее поверхности должна быть меньше или по крайней мере равна шероховатости окружающей местности. Конструкция автомобильных дорог в песчаных районах удовлетворяет этому условию: поверхность проезжей части из черного гравия или щебня практически гладкая, а откосы песчаных насыпей отделяются слоем связного грунта¹ и планируются.

Второе важное условие безаккумуляционного переноса — недопустимость образования вихрей, так как при возникновении разреженных зон воздуха из ветропесчаного потока может выпадать песок. Это условие достигается приданием земляному полотну определенного поперечного профиля².

Можно сделать вывод, что отсутствует какая-либо связь между шириной земляного полотна и песчаными заносами на дорогах, так как эта связь не подтверждается ни экспериментальными исследованиями, ни практикой строительства и эксплуатации автомобильных дорог с различной шириной полотна.

Необходимость строительства автомобильных дорог в песках с меньшей, чем по нормам, шириной полотна иногда пытаются обосновать снижением стоимости строительства. Однако анализ показывает, что никакой экономии при этом не получается.

Без учета стоимости укрепления песков, планировочных работ, водоотводных устройств на такырах и т. д., непосредственно не относящихся к сооружению самого земляного полотна, стоимость земляных работ в пустынных районах, по данным проектных материалов, со-

ставляет 5—8% от стоимости строительства всей дороги. Поэтому благодаря уменьшению ширины земляного полотна можно снизить стоимость строительства всего на 0,5—1,5%. Наносимый же этим ущерб значительно больше.

Практика строительства и эксплуатации дорог в пустынных районах показывает, что суммарное протяжение участков, непосредственно подверженных песчаным заносам, составляет незначительную часть от всей длины автомобильных дорог.

Известен, например, даже такой факт, когда протяжение заносимых мест на автомобильной дороге длиной 42 км составляет всего 0,3—0,5 км, остальная ее часть проходит по такырам, солончакам и закрепленным пескам, тем не менее вся дорога построена с меньшей, чем было установлено НИТУ, шириной полотна. Рост интенсивности движения и ухудшение в связи с этим эксплуатационных показателей привели, в конце концов, к необходимости уширения земляного полотна этой дороги до нормальных размеров. Работы по реконструкции ведутся, как правило, местными маломощными строительными организациями или силами ДЭУ, не располагающими необходимым комплексом строительных машин и механизмов. Поэтому уширение земляного полотна производится крайне медленными темпами и с затратами средств, в несколько раз превышающими полученную прежде экономию на земляных работах.

Строительство земляного полотна с меньшей по сравнению с нормами шириной резко ухудшает эксплуатационные качества автомобильных дорог, увеличивает стоимость перевозки грузов. В прошедшей в 1960—1961 гг. дискуссии инженеры А. Ф. Краюхин и Д. Я. Родов¹, Л. Д. Шумилов и В. А. Лебедихин² на многих примерах показали неприемлемость снижения расчетных параметров для местных автомобильных дорог. Это тем более недопустимо для дорог общего пользования, имеющих перспективу роста интенсивности движения.

Таким образом, размеры ширины земляного полотна не оказывают влияния на степень заносимости автомобильной дороги песком, а повышенные затраты на эксплуатацию дороги и последующую ее реконструкцию значительно больше первоначальной экономии. В этой связи строительство автомобильных дорог в пустынных районах с меньшей, чем по нормам, шириной земляного полотна представляется необоснованным и нецелесообразным.

¹ А. Ф. Краюхин и Д. Я. Родов. Еще о технической классификации для местных дорог. «Автомобильные дороги», 1961, № 1.

² Л. Д. Шумилов и В. А. Лебедихин. Нужны ли особые ТУ для местных дорог? «Автомобильные дороги» 1961, № 6.

Метод определения деформируемого слоя дорожных оснований и земляного полотна

И. А. МЕДНИКОВ

Проектирование оснований и земляного полотна под покрытиями, в частности — под цементобетонными дорожными плитами, применительно к которым относится данное исследование, требует знания глубины распространения деформаций под воздействием транспортной нагрузки, движущейся или неподвижной, но при включенном двигателе. Зону в пределах этой глубины будем называть динамически активным слоем, так как под влиянием указанной нагрузки этот слой участвует в вынужденных колебаниях покрытия и претерпевает в результате переменные деформации. Толщина динамически активного слоя может быть найдена на основании опытных данных, полученных при колебаниях жесткого штампа, если общая масса штампа, вибраторов и других приспособлений, находящихся на штампе, имеет приблизительно такую же удельную величину, какую имеет масса или одной дорожной плиты, или плиты и транспортных средств, — в зависимости от поставленной задачи. Таким образом, здесь принимается допущение, что форма плит, их размеры в плане и краевые условия не существенны в данном вопросе, а имеет значение только основание, грунт земляного полотна и удельная величина массы, находящейся на поверхности основания.

Заметим, что сделанное здесь допущение в известной степени аналогично тому, какое принимается при определении упругих характеристик грунта, исследуемых с помощью жестких штампов, например, при определении коэффициента постели по Фуссу-Винклеру. Поэтому следует пользоваться штампами с возможно большей опорной площадью. В этом смысле результаты расчета будут тем точнее, чем ближе эта площадь к опорной площади реальных плит, по крайней мере, относительно небольших размеров в плане, например, для дорожных покрытий сборного типа. Во всяком случае следует пользоваться штампами с опорной площадью не меньше той, которая оправдала себя в современной технике экспериментальных исследований упругих характеристик грунта.

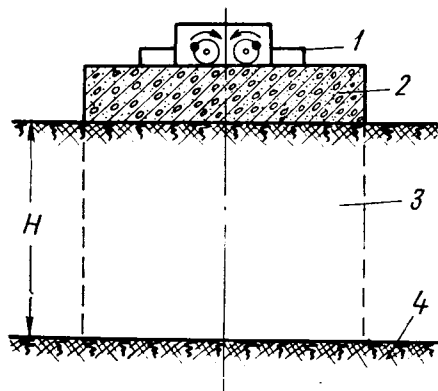


Схема определения динамически активного слоя:

1 — вибратор, другие приборы и приспособления, пригнанные к штампу; 2 — штамп; 3 — призма грунта в динамически активном слое; 4 — грунт, не претерпевающий переменных деформаций

Итак, рассмотрим колебания штампа под действием вертикальной периодической силы, которая развивается вибратором, расположенным в центре штампа (см. рисунок). Постепенно изменяя частоту возмущения, получим состояние первого резонанса вертикальных колебаний и измерим частоту при этом состоянии, например, с помощью вибрографа. Обозначим эту частоту через θ .

Располагая величиной θ , можно определить искомую глубину динамически активного слоя по следующей формуле автора [2]:

$$H = \frac{a}{\sqrt{\theta^2 + 2r^2}} \arctg \frac{\gamma_0 a}{q \sqrt{\theta^2 + 2r^2}}, \quad (1)$$

где γ_0 — среднее значение объемного веса материалов в слоях основания и верхней зоны земляного полотна;

a — скорость распространения звуковых волн в указанных слоях вдоль рассматриваемой упругой призмы;

$$a = \sqrt{\frac{Eg}{\gamma_0}}, \quad (2)$$

g — ускорение силы тяжести;

E — приведенный эквивалентный модуль упругости материалов упомянутых слоев;

$$E = E_0 \frac{1 - \mu}{(1 + \mu)(1 - 2\mu)}, \quad (3)$$

где E_0 — эквивалентный модуль упругости материалов тех же слоев;

μ — среднее значение коэффициента Пуассона этих материалов.

Приведенный модуль упругости здесь введен по той причине, что благодаря наличию окружающей призмы среды боковые перемещения ее почти отсутствуют;

r — коэффициент демпфирования колебаний. При учете этого коэффициента предполагается, что штамп изготовлен из того же материала, что и плита;

q — интенсивность веса на поверхности дорожного основания по опорной площади штампа;

P — вес штампа;

$$q = \frac{P + P_0}{F}, \quad (4)$$

P_0 — вес вибратора, других приборов и приспособлений, установленных в центре штампа или симметрично относительно его вертикальной оси. Сюда же относятся и вес пригрузки, если она потребуется для получения необходимого значения q ;

F — опорная площадь штампа.

Формула (1) будет тем точнее, чем больше размеры площади плиты в плане по сравнению с H и чем в менее связном состоянии находится основание и грунт по условиям водно-теплого режима.

С уменьшением удельной массы q/g , находящейся на поверхности основания, глубина H в формуле (1) стремится к предельному значению:

$$H_0 = \frac{\pi a}{2 \sqrt{\theta^2 + 2r^2}}. \quad (5)$$

К предельной величине H_0 могут приблизиться значения H при динамических расчетах дорожных плит небольшой толщины (например, напряженно армированных) в тех случаях, когда учитывается удельная масса плиты $(\gamma h):g$, а транспортные средства принимаются безынерционными (γ — объемный вес материала плиты, h — ее толщина). Это объясняется тем, что величина удельной массы дорожной плиты часто невелика по сравнению с величиной $(\gamma_0 H):g$. При очень больших значениях q формула (1) с учетом выражения (2) получит следующий вид:

$$H_1 = \frac{Eg}{q(\theta^2 + 2r^2)}. \quad (6)$$

К предельной глубине H_1 значения H будут приближаться при динамических расчетах дорожных или аэродромных плит

большой толщины с учетом масс весьма тяжелых транспортных машин.

Если величина r неизвестна, то, полагая в формулах (1)–(6) значение $r=0$, получим глубину активного слоя без учета затухания колебаний. В этом случае глубина будет найдена с некоторым избытком.

Для подбора $P+P_0$ по формуле (4), при известной величине F , необходимо располагать значением q . С этой целью полагаем, что расчетное колесо (спаренное заднее колесо автомобиля) находится в центре плиты. Часть массы автомобиля, приходящейся на это колесо, принимаем равномерно распределенной по поверхности круглого следа с радиусом R_0 . Удельную величину этой массы заменяем эквивалентной удельной массой p_a/g , равномерно распределенной по плите в пределах круга радиусом R_0+nL , где L — характеристика жесткости плиты, вычисляемая при том же значении E , что и в формуле (2). При этом с достаточной точностью можно принять $n=3$. В другой динамической задаче проф. В. Ф. Бабков [1, стр. 189] принимает радиус чаши прогибов $R=4L$, но независимо от радиуса отпечатка R_0 . Это приемлемо для небольших отношений R_0/R .

Величина p_a определяется следующей формулой, полученной автором по методу приведения масс на основе сравнения кинетических энергий двух систем: с заданной и с эквивалентной массой [3, стр. 132];

$$p_a = \frac{2\pi}{\pi^2 - 4} - \frac{P_a}{(R_0 + nL)^2} \left[1 - \frac{\pi^2}{6} \left(\frac{R_0}{R_0 + nL} \right)^2 \right], \quad (7)$$

$$L = h \sqrt[3]{\frac{E_1(1-\mu_1^2)}{6E(1-\mu_1^2)}} \quad (8)$$

где $E_1\mu_1$ — модуль упругости и коэффициент Пуассона материала плиты;

P_a — часть веса автомобиля, приходящаяся на расчетное колесо. Остальные обозначения — прежние.

При этом

$$q = \gamma h + p_a \quad (9)$$

Пример. Определить глубину динамически активного слоя под цементобетонным покрытием при следующих данных: $P_a=9$ т; $R_0=20$ см; $h=24$ см; $\gamma=2,4$ т/м³; $E_1=240\,000$ кГ/см²; $\mu_1=0,17$; $E_0=900$ кГ/см²; $\mu=0,35$; $\gamma_0=1,9$ т/м³. Испытания проводятся с бетонным штампом толщиной 30 см, диаметром 80 см при $\gamma=2,4$ т/м³. Решение: по формуле (3)

$$E = 900 \frac{1-0,35}{(1+0,35)(1-2 \times 0,35)} = 900 \times 1,605 = 1444,5 \text{ кГ/см}^2.$$

По формуле (2):

$$a = \sqrt{\frac{1444,5 \times 981}{19 \times 10^{-4}}} = 100 \times \sqrt{74\,582} = 27\,310 \text{ см/сек};$$

По формуле (8):

$$L = 24 \sqrt[3]{\frac{240\,000 \times [1 - (0,35)^2]}{6 \times 1444,5 \times [1 - (0,17)^2]}} = 24 \times \frac{6,214 \times 4,448}{2,054 \times 4,595} = 24 \times 2,93 = 70,32 \text{ см}.$$

По формуле (7) при $n=3$ имеем:

$$p_a = 1,07 \frac{900}{(20 + 3 \times 70,32)^2} \left[1 - 1,64 \times \left(\frac{20}{20 + 3 \times 70,32} \right)^2 \right] = 0,18 (1 - 0,123) = 0,158 \text{ кГ/см}^2.$$

По формуле (9): $q = 24 \cdot 10^{-4} \cdot 24 + 0,158 = 0,0576 + 0,158 = 0,216$ кГ/см².

Вес штампа: $P = 3,14 \cdot (40)^2 \cdot 30 \cdot 24 \cdot 10^{-4} = 361,73$ кГ.

По формуле (4): $P_0 = qF - P = 0,216 \cdot 3,14 \cdot (40)^2 - 361,73 = 1085,18 - 361,73 = 723,45$ кГ.

Измеренная при испытаниях частота колебаний штампа в состоянии первого резонанса равнялась 28 гц. Круговая частота колебаний при резонансе: $\theta = 2\pi \cdot 28 = 6,28 \cdot 28 = 175,84$ ($\frac{1}{\text{сек}}$)

Коэффициентом демпфирования колебаний пренебрегаем. Искомая глубина по формуле (1) при $r=0$ будет:

$$H = \frac{27\,310}{175,84} \arctg \frac{19 \times 10^{-4} \times 27\,310}{0,216 \times 175,84} = 155,31 \arctg \frac{19 \times 155,31}{10^4 \times 0,216} = 155,31 \times \arctg 1,36.$$

С помощью таблиц тангенсов находим

$$\arctg 1,36 = \frac{53^\circ 40'}{180^\circ} \pi = \left(53 + \frac{40}{60} \right) \times \frac{3,14}{180} = \frac{53,67 \times 3,14}{180} = 0,94.$$

При этом $H = 155,31 \cdot 0,94 = 145,99$ см = 1,46 м.

Как известно, в настоящее время глубина слоя, приходящего в колебательное состояние и деформирующегося в процессе движения нагрузки, принимается без точных расчетных обоснований. Изложенный метод позволяет определять эту глубину путем несложных формул (1)–(9) более достоверно и способствует, таким образом, обоснованному конструированию дорожных оснований и верхней зоны земляного полотна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков В. Ф. Некоторые вопросы расчета толщины бетонных покрытий и оснований. Сб. «Цементный бетон в дорожном строительстве». Дориздат, М., 1950.
2. Медников И. А. Исследования глубины динамически активной зоны грунта и некоторых его характеристик. Журнал «Основания, фундаменты и механика грунтов», 1965, № 6.
3. Снитко Н. К. Динамика сооружений, Госстройиздат, М., 1960.

УДК 624.131.8:625.72

УСТРАНИТЬ НЕДОСТАТКИ В ПОДСЧЕТЕ ОБЪЕМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Как известно, приводимые в рабочих чертежах объемы земляных работ могут быть использованы на строительстве только в том случае, если эти объемы соответствуют действительным. Несоответствие объемов выявляется как при уточнении их в процессе составления проектов производства работ, так и при замерах на месте. Особенно большие расхождения наблюдаются на участках дорог с вертикальными кривыми, с поперечными уклонами местности, при большой разнице соседних рабочих отметок продольного профиля, на виражах и т. д.

Рассмотрим для примера результаты подсчетов объемов земляных работ, выполненных в Гипроавтотрансе для участка одной из дорог Ростовской области.

На этом участке подсчет объемов земляных работ произведен по таблицам, исходя из упрощенной формулы $V = F_{cp} l$, где V — объем трапецеоздра, м³; F_{cp} — площадь среднего сечения, определяемая по формуле

$$F_{cp} = b \frac{H_1 + H_2}{2} + m \left(\frac{H_1 + H_2}{2} \right)^2;$$

где H_1 и H_2 — рабочие отметки крайних сечений, м;
 b — ширина земляного полотна, м.

Несмотря на наличие большого количества участков с разницей соседних рабочих отметок от 1 до 6 м и более, для подсчетов нигде не применена формула с учетом призматической поправки

$$V = \left[F_{cp} + \frac{m(H_1 + H_2)^2}{12} \right] l.$$

Сравнение действительных объемов земляных работ с объемами, установленными Гипроавтотрансом без учета поправок, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Километр	Пикет плюс	Рабочие отметки, м		Разница отметок, м	Расстояние, м	Объем земляного полотна, м³				Ошибка в подсчете, м³
		насыпь	выемка			по проек- ту		должно быть		
						насыпь	выемка	насыпь	выемка	
364	223	—	1,32	3,43	100	—	7793	—	7940	147
367	224	—	4,75							
	249	—	4,53	4,31	100	—	6095	—	6327	232
	250	—	0,22							
407	219	9,15	—	8,89	100	8788	—	9778	—	990
	218	0,26	—							

Вторым недостатком в подсчетах следует считать то, что профильные объемы земляного полотна определяют без учета поправок на поперечный уклон местности при крутизне склона меньше 0,20 (1:5). В настоящее время очень часто возводят насыпи с откосами 1:3. По нашему мнению, поправку на косогорность при таких откосах следует вводить уже с уклона 0,05 (1:20), так как при ширине земляного полотна 12 м, она будет равна 130 м³, а для склонов с уклоном 0,10 (1:10) — 470 и 0,125 (1:8) — 780 м³ на один пикет для насыпи высотой 2 м.

Для полукруглых откосов поправку на косогорность следовало бы вводить в подсчет также с более пологого поперечного уклона местности — 0,10. При таком уклоне поправка на пикет для насыпи высотой 2 м будет равна 124; 3 м — 170, 5 м — 280 м³, а при уклоне 1:6 для насыпей такой же высоты поправки соответственно будут равны 360, 492 и 808 м³.

Поправки, учитывающие такие большие объемы, конечно, следует вводить в расчет или производить последний по вычерченному поперечным профилям. Всего этого в рассматриваемом подсчете Гипроавтотранса не делалось.

Большие отклонения от действительных объемов земляного полотна наблюдались на участках продольного профиля с вертикальными кривыми. Произошло это потому, что при подсчете объемов круговые кривые между плюсами и пикетами во всех местах приняты за ломаную линию и не даны поправки на кривизну. О величине ошибок можно судить по табл. 2.

Таблица 2

Радиус вертикальной кривой, м	Километр	Пикет плюс	Рабочие отметки насыпи, м	Расстояние, м	Объем земляного полотна, м³		Ошибки	
					по проекту	должно быть	м³	%
3 000	369	277	3,38	100	3 638	4 303	665	18,3
		278	1,62	100	1 527	1 967	410	26,9
		279	0,72	—	—	—	—	—
5 000	408	208	1,19	100	2 251	2 518	267	11,9
		207	1,93	—	—	—	—	—
12 000	438	132	11,03	100	34 084	34 400	316	9,5
		133	11,54	—	—	—	—	—

Из таблицы видно, что для получения правильных объемов земляного полотна поправку на кривизну, особенно при малых радиусах кривых, необходимо учитывать обязательно. Вводить ее лучше всего в сумму рабочих отметок, исходя из формулы

$$h = \pm \frac{l^3}{6R},$$

где h — поправка, м; l — длина участка, м; R — радиус кривой, м.

Следует иметь в виду еще одну, четвертую по счету, поправку на объем насыпей и выемок в местах виражей. Эта поправка, как и предыдущие, в рассматриваемом проекте, также не учтена, несмотря на наличие виражей.

Очень важно правильно подсчитать объемы выемок при небольших рабочих отметках насыпи, когда верхняя часть земляного полотна возводится из привозного песчаного грунта

В этих случаях, в зависимости от толщины песчаного слоя и поперечных уклонов, нужно для каждого типа поперечного профиля составить таблицы и по ним производить подсчет. К сожалению, при проектировании названного объекта и здесь допущены ошибки (табл. 3).

Таблица 3

Километр	Пикет плюс	Рабочая отметка насыпи, м	Расстояние, м	Объем выемки, м³		Ошибка	
				по проекту	должно быть	м³	%
294	485	0,26	100	263	467	204	78
	484	0,35	—	—	—	—	—
328	134	0,58	100	164	374	210	128
	133	0,14	—	—	—	—	—
358	169	0,43	100	104	227	123	118
	168	0,47	—	—	—	—	—
445	53	0,32	100	104	276	172	165
	54	0,52	—	—	—	—	—

Следует обратить внимание и на другие причины существенных неточностей в определении объемов оплачиваемых земляных работ. Так, не всеми проектировщиками учитываются поправки на осадку от уплотнения оснований насыпей. Кроме того, объемы работ по съему дерна под низкими насыпями, на косогорах и с резервов, а также компенсация от замены снятых растительных грунтов под насыпями вводятся в объемные ведомости, как правило, по приближенным подсчетам без составления попикетных ведомостей, в которых были бы данные о толщине снимаемого слоя, его площади, объеме и дальности перемещения. Не подсчитываются и объемы работ по перемещению растительного грунта обратно в резерв при окончательной планировке.

Как известно, земли, временно отводимые под притрассовые и сосредоточенные резервы, землевозные дороги и другие сооружения, с окончанием строительства должны быть возвращены землепользователям в состоянии, пригодном для сельского или лесного хозяйства. Требования, предъявляемые к качеству планировки таких земель, в настоящее время очень строги. Все ранее использованные площади должны быть спланированы, обеспечены водоотводом и покрыты растительным грунтом. При этом объемы работ бывают значительными. Кроме того, для правильного их выполнения и подсчета необходимо составлять планировочные чертежи, особенно при сосредоточенных резервах. К сожалению, в большинстве случаев на работы по приведению земель в пригодное состояние никаких чертежей, объемных ведомостей и смет не составляют.

Так, в рассматриваемом нами проекте указанные работы вообще не предусмотрены, несмотря на наличие сосредоточенных резервов и больших площадей земель временного отвода. Не предусмотрены в этом проекте такие необходимые при возведении земляного полотна работы, как добор выемок после разработки их экскаваторами, «чистая» планировка обочин и откосов, выполняемая после устройства дорожной одежды, планировка нижней части земляного полотна на всю ширину, требуемая перед отсыпкой песчаного слоя, планировка кавальеров. К недостаткам в подсчете объемов работ следует отнести и то, что распределение земляных масс производится без учета переуплотнения грунтов.

Для правильного определения объемов перемещаемых земляных масс коэффициенты на переуплотнение грунтов нужно вводить сразу в попикетные ведомости и попикетные графики распределения земляных масс, а не учитывать их за итогом ведомости, составляемой для всей дороги или участка.

В графиках распределения земляных масс следовало бы также показывать, кроме профильных, все оплачиваемые объемы земляных работ на каждом пикете. Особенно важно указывать попикетные объемы грунта, разрабатываемого в притрассовых резервах как с левой, так и с правой стороны.

Б. И. Майлов

О т р е д а к ц и и:

Недостатки подсчета объемов земляных работ одного объекта, запроектированного в Гипроавтотрансе, встречаются при выполнении этих подсчетов и в других проектных организациях (Союздорпроект и др.). Этим организациям необходимо улучшить качество определения оплачиваемых объемов грунта, следуя установленным правилам производства работ и принятым технологическим картам

Закругления в плане из сплошных переходных кривых

Инж. М. Б. АФАНАСЬЕВ, канд. техн. наук В. Н. ИВАНОВ

Известно, что на кривых малых радиусов траектории движения автомобилей в значительной степени отклоняются от геометрической конфигурации закруглений, разбитых по круговым кривым. Сдвигка траекторий направлена внутрь кривой и вызывается желанием водителей обеспечить себе при данной скорости наилучшие условия движения.

Нами с помощью киносъемки проводились наблюдения за движением автомобилей на кривых с радиусами от 50 до 800 м. Анализ полученных результатов позволил установить, что средние траектории автомобилей на кривых с радиусами 50—150 м близки по форме к двум переходным кривым без круговой вставки. На кривых с радиусами 150—400 м траектории состоят из круговой кривой и двух переходных кривых. Причем с увеличением скорости движения круговая вставка сокращается за счет увеличения длины переходных участков траекторий.

С учетом результатов этих наблюдений авторами сделана попытка качественно оценить условия движения по сплошным переходным кривым. Для этого был поставлен следующий эксперимент. На горизонтальной площадке при угле поворота $\varphi = 60^\circ$ было разбито три осевые траектории (рис. 1):

Рис. 1. Схема взаимного расположения траекторий:

Т — тангенс; Б — биссектриса;
— — — — — переходная кривая по клотоиде;
- - - - - круговая кривая

1 — круговая кривая радиуса 100 м без переходных кривых, длина траектории 104,7 м, биссектриса 15,5 м;

2 — круговая кривая радиуса 100 м с переходными кривыми по СНиП, длина траектории 154,6 м, биссектриса 16,5 м;

3 — сплошные переходные кривые без круговой вставки с радиусом в точке смыкания 100 м, длина траектории 209 м, биссектриса 20 м.

По оси каждой из траекторий на различных скоростях проводились заезды испытательного автомобиля М-21 «Волга». Установленные в автомобиле приборы позволяли фиксировать на ленту осциллографа путь, время, линейную и угловую скорости. По каждой из траекторий было сделано 15—20 заездов. Отклонения от разбитых на площадке траекторий во всех заездах не превышали 15 см.

Комфортность движения по кривой оценивают коэффициентом поперечной силы μ и скоростью нарастания центростремительного ускорения I . Чем меньше коэффициент поперечной силы и чем плавнее нарастает сама поперечная сила, т. е. чем меньше I , тем удобнее кривая для движения. Коэффициент поперечной силы может быть выражен через угловую скорость следующим образом

$$\mu = \frac{v^2}{gR} = \frac{\omega v}{g},$$

где v — скорость, м/сек;

ω — угловая скорость, 1/сек;

g — ускорение силы тяжести, м/сек²;

R — радиус траектории движения, м.

Поэтому полученные осциллограммы с записью угловой скорости по длине траектории могут быть использованы в определенном масштабе как графики коэффициента поперечной силы. На рис. 2 приведены характерные графики, показывающие изменение μ при движении автомобиля по каждой из трех траекторий. Отдельные пики на графиках являются результатом неровностей на площадке, где проводился эксперимент. Из рис. 2 следует, что наиболее плавное изменение коэффициента поперечной силы характерно для закругления из сплошных переходных кривых. Результаты обработки этих трех заездов приведены в таблице.

Параметры	Величина параметров по траекториям		
	1	2	3
Скорость, м/сек . . .	15,00	15,35	15,80
Нарастание центростремительного ускорения, м/сек ² :			
входная траектория	1,58	0,90	0,14
выходная траектория	4,05	1,08	0,15
Максимальный коэффициент поперечной силы	0,273	0,279	0,280

Итоговый график (рис. 3) показывает зависимость величины нарастания центростремительного ускорения от скорости для каждой из траекторий. Поскольку все три траектории разбиты при одном и том же радиусе, равном 100 м, то при

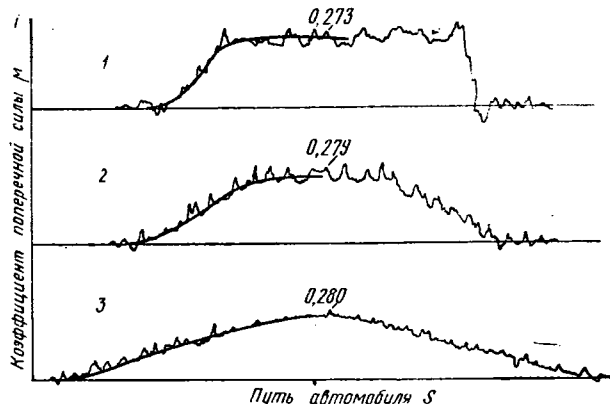
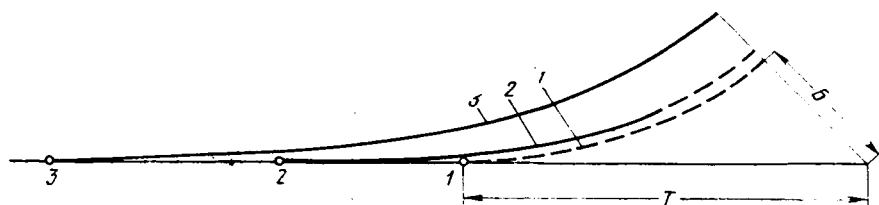


Рис. 2. Изменение коэффициента поперечной силы при движении автомобиля на экспериментальных траекториях:

1 — круговая кривая; 2 — круговая кривая с переходными кривыми; 3 — сплошная переходная кривая

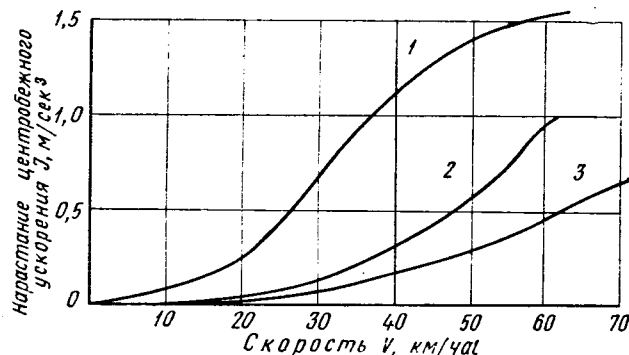


Рис. 3. Зависимость нарастания центростремительного ускорения от скорости на экспериментальных траекториях:

1 — круговая кривая; 2 — круговая кривая с переходными кривыми; 3 — сплошная переходная кривая

одинаковой скорости движения максимальное значение коэффициента поперечной силы для этих траекторий одинаково. Быстрое нарастание поперечной силы на круговой кривой без переходных кривых (траектория 1) воспринимается как толчок. При расчетной для данного радиуса скорости 50 км/ч величина нарастания центростремительного ускорения слишком высока и составляет 4 м/сек² (кривая 1). Введение переходных кривых существенно улучшает условия движения. При этой же скорости нарастание центростремительного ускорения меньше и составляет уже 0,57 м/сек² (кривая 2). Наименьшее значение $J=0,3$ м/сек² при той же скорости будет для траектории из сплошных переходных кривых (кривая 3). Анализ графиков изменения коэффициента поперечной силы и графиков зависимости нарастания центростремительного ускорения от скорости показывает, что закругления из сплошных переход-

ных кривых обеспечивают при одинаковой скорости наиболее комфортабельные условия движения.

Основываясь на результатах наблюдений за траекториями движения автомобилей, проведенных на кривых с помощью киносъемки, и на данных настоящего эксперимента, можно рекомендовать закругления малых радиусов проектировать из сплошных переходных кривых. Это будет способствовать также и более правильному использованию автомобилями проезжей части, что приведет к снижению дорожно-транспортных происшествий на этих участках.

Следует отметить, что закругления из сплошных переходных кривых могут с успехом заменить круговые кривые средних и больших радиусов. При этом существенно улучшится плавность трассы и сократится ее общая длина, что приведет к снижению строительных и транспортно-эксплуатационных расходов.

УДК 627.514:625.7

Основные положения проектирования регуляционных сооружений

В настоящее время регуляционные сооружения на мостовых переходах через водотоки проектируются в соответствии с Наставлениями¹, которые не свободны от ряда недостатков.

В них при изложении условий, в которых возможно устройство регуляционных сооружений, нет разделения рек на несудоходные и судоходные.

В последнем случае значительные расходы воды, проходящие в пределах пойм, вызывают необходимость устройства регуляционных сооружений у мостов не столько для ограждения опор и конусов, сколько для обеспечения судоходства.

Для несудоходных рек при проходе в пределах поймы свыше 15% всего расхода должны быть приняты меры против размыва фундаментов опор и конусов насыпи. Однако в этом случае устройство струенаправляющих дамб не обязательно. Оно будет оправдано, если предохранит мост от повреждений лучше и дешевле, чем другие мероприятия. Когда фундаменты опор основаны на скале и их подошвы надежно защищены от подмыва конусом насыпи, на таких реках можно вообще не предпринимать никаких защитных мер и не предусматривать регуляционные сооружения независимо от того, какая часть общего расхода реки проходит в пределах пойм. Однако если принято решение о строительстве струенаправляющих дамб на несудоходной реке, они должны иметь надлежащую форму и необходимые размеры, определяемые по тем же правилам, что и для дамб на судоходных реках.

Следует отметить, что в защите подходных насыпей большое значение приобретают абсолютные величины скоростей водного потока вдоль насыпи при расчетном расходе.

Размеры струенаправляющих дамб по Наставлениям определяются пропорцио-

нально ширине главного русла реки между бровками по формуле $B=b_p A$, где B — ширина разворота (проекция верховой струенаправляющей дамбы на ось дороги; b_p — ширина русла между бровками; A — табличный коэффициент, зависящий от процентного соотношения расходов, проходящих по руслу и поймам. Эта формула дает неправильные результаты для рек с незначительными руслами и большими поймами, т. е. для рек, где струенаправляющие дамбы наиболее необходимы. В ней следует вместо ширины русла b_p вводить фактическое или минимально необходимое отверстие моста, произведя, если это окажется нужным, соответствующую корректировку коэффициентов A .

Указание наставлений (в соответствии с СН 200-62) о необходимости возвышения бровок струенаправляющих дамб у железнодорожных мостов во всех случаях над наивысшим уровнем воды не кажется оправданным. Действительно, когда регуляционные сооружения назначаются только для обеспечения судоходных условий и не нужно защищать опоры от размыва, высоту дамб у железнодорожных мостов правильнее вычислять так же, как и у автодорожных: от расчетного уровня воды. При этом следует иметь в виду, что расчетный судоходный уровень всегда ниже не только наивысшего, но и расчетного уровня. Кроме того, если при подсчете глубины заложения опор моста определяющим является расчетный, а не наибольший расход, то возвышение верха струенаправляющих дамб также можно назначать исходя из отметки расчетного уровня воды.

Для равнинных рек с невысокими значениями коэффициентов вариации и асимметрии паводочных расходов удовлетворение требованиям к заложению опор при расчетном расходе с избытком удовлетворяют и требованиям к их заложению при наибольшем.

Современная автомобильная дорога — сложное инженерное сооружение, для проектирования которой требуются глубокие знания и большой опыт. Над разработкой проектов дорог и мостов трудится многочисленная армия проектировщиков. О некоторых из них мы и хотим рассказать в этой короткой статье.

Много сил и все свои знания отдает любимому делу Николай Михайлович Антонов, автор проектов ряда крупных автомагистралей и нового метода проектирования продольного профиля. Под его руководством запроектированы автомобильные дороги Ростов — Минеральные Воды, Беслан — Грозный, Москва — Тамбов, Москва — Рига и др. Он одним из первых начал применять в своих проектах цементобетонные покрытия.

Если в процессе осуществления проекта у строителей возникают какие-либо вопросы, Николай Михайлович всегда умеет найти правильный ответ, который не только помогает строителям в их работе, но и улучшает качество дороги при ее эксплуатации.

Немало проектов автомобильных дорог разработано в Киевском филиале Союздорпроекта под руководством Игоря Николаевича Гукова. Он автор проектов таких автомагистралей, как Киев — Одесса, Ленинград — Мурманск и еще ряда других. За свою долгую жизнь изыскателя Игорь Николаевич работал в Заполярье и на Памире, в Прибалтике и на Дальнем Востоке. Гуков автор ряда рационализаторских предложений, существенно облегчающих работу проектировщиков и повышающих производительность труда.

Значительный стаж и большой опыт работ по изысканиям и проектированию дорог в горных районах и в пустынях имеет Н. В. Нагаевский.

Отлично работает начальник изыскательской партии Юрий Григорьевич Атаскин. Он принимает непосредственное участие в проектировании реконструкции Ленинградского шоссе и подъезда к аэропорту Шереметьево, внедряя в проекты много интересных технических решений.

Более 30 лет работает на изыскании и проектировании автомобильных дорог уважаемый всеми сотрудниками начальник изыскательской партии Николай Алексеевич Боровков, который является одним из активнейших рационализаторов института. Кроме того, Николай Алексеевич один из авторов нового метода проектирования продольного профиля — ветвями вертикальных кривых большого радиуса.

Много сил и энергии отдают своей работе старейшие изыскатели-дорожники: А. И. Воронин, Н. И. Спиридонов, Х. Ф. Бушинская, неутомимые геологи: Е. И. Сомов, В. С. Смирнов, И. Н. Горбунов.

Следует также отметить наших лучших инженеров-проектировщиков искусствен-

¹ Наставление по изысканию и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки. Главтранспроект, М., 1961.

О безопасности движения, эстетике дорожных сооружений и нормах проектирования

Безопасность движения не может быть обеспечена без соблюдения определенных требований при проектировании автомобильных дорог и обоснованного назначения их основных параметров.

В настоящее время основным нормативным документом для проектирования автомобильных дорог является глава II-Д.5 Строительных норм и правил 1962 г. Эти нормы будут действовать в продолжении ряда лет, а дороги, построенные с соблюдением их требований, должны работать без коренной реконструкции в течение 20—25 лет и более.

К сожалению, указанные нормы далеко не в полной степени удовлетворяют современным требованиям с точки зрения обеспечения удобства и безопасности движения, а также увязки автомобильных дорог с окружающим ландшафтом.

Большое значение в этом вопросе имеет интенсивность движения и связанная с ней возможность выполнения необходимого количества обгонов. В соответствии с перспективной интенсивностью движения устанавливается категория дороги, причем по СНиПу интенсивность принимается в физических единицах без учета состава парка. В результате дорога с интенсивностью движения, например, 2000 грузовых автомобилей проектируется с теми же параметрами, что и дорога, где из 2000 автомобилей большинство составляют легковые, что затрудняет обгон на таких дорогах. Этого несоответствия можно избежать при расчете интенсивности движения в условных автомобилях, т. е. при приведении физических автомобилей с помощью коэффициентов к условным единицам (легковым автомобилям) — по аналогии с нормами проектирования городских дорог и нормами многих зарубежных стран. При этом границы категорий дорог по интенсивности, скорее всего, необходимо оставить старые или лишь немного сдвинуть в сторону увеличения.

Этим может быть исключено и еще одно противоречие, с которым сталкиваются проектировщики-дорожники. При проектировании новых автомобильных дорог им приходится зачастую самим задаваться составом парка, исходя из определенной грузонапряженности дороги. Вот здесь возникает некоторое противоречие: чтобы правильно назначить категорию дороги, нужно принимать более легкие автомобили, чтобы не занижать прочность дорожной одежды — более тяжелые.

Мало акцентировано в упомянутой главе СНиП и требование проектирования трассы как плавной пространственной линии. К настоящему времени во всех странах с развитым автомобильным движением проектировщики пришли к выводу о необходимости избегать прямых в качестве трассировочных элементов. Суммируя советский и иностранный опыт,

можно сказать, что прямые участки дорог, особенно длинные, обладают следующими недостатками:

прямые, в отличие от кривых больших радиусов (более 2000 м), не дают возможности водителю правильно оценить обстановку на дороге во время подготовки к обгону. На кривой водитель видит идущий впереди автомобиль сбоку и может более правильно определить его скорость; кроме того, водитель может при известных условиях видеть несколько движущихся впереди автомобилей, что невозможно на прямых участках;

при обгоне на прямой автомобиль должен переехать через гребень покрытия и совершать сам обгон на обратном поперечном уклоне. При больших скоростях в этом случае возможна потеря управления;

неравномерная нагрузка рессор и колес автомобиля, вызванная двускатным поперечным профилем на прямой, способствует их преждевременному износу;

в природном ландшафте, при слабо пересеченном рельефе, прямая в большинстве случаев является чуждым элементом и затрудняет вписывание дороги в рельеф;

движение на прямых участках без возможности обозрения ландшафта сбоку притупляет внимание водителя; ощущение скорости движения теряется, что приводит к превышению скорости и авариям;

на прямой водителя ослепляет свет фар движущихся навстречу автомобилей.

Все сказанное заставляет отказаться от применения прямых при трассировании автомобильных дорог, рекомендации же такой в СНиПе нет. Более того, даже для кривых при известных радиусах СНиП рекомендует применять двускатный поперечный профиль, что, кроме как небольшой экономией земляных работ, ничем не может быть объяснено.

Нормы проектирования многих стран

предписывают устраивать виражи и на кривых очень больших радиусов (например, по нормам Чехословакии при расчетной скорости до 100 км/ч двускатный профиль допускается только на кривых с радиусом более 6000 м).

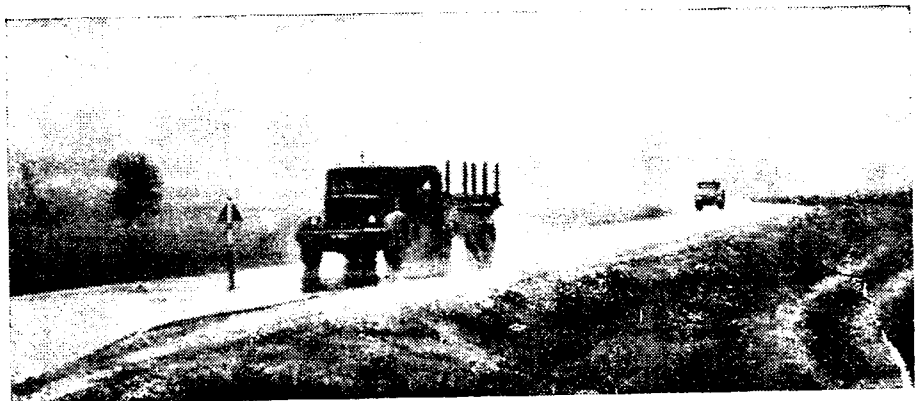
В настоящее время основным требованием к проектированию дорог является соблюдение плавности трассы как пространственной линии. Наилучшие результаты в этом смысле дает проектирование дорог по способу непрерывных кривых в плане и профиле с соблюдением правила совмещения их начала и концов. При этом трасса получается равномасштабной в плане и продольном профиле. До сих пор у некоторых проектировщиков бытует мнение, что плавная трасса — это трасса с большими радиусами кривых в плане, и при этом забывается, что увеличение радиусов кривых больше предела, допускаемого масштабом рельефа, приводит к увеличению пилообразности профиля и уменьшению плавности трассы в целом.

Конструкция поперечного профиля автомобильных дорог должна обеспечивать возможность безопасного съезда автомобилей с невысоких насыпей или гарантировать невозможность этого по состоянию надежных ограждающих сооружений. К настоящему времени данная проблема решается следующим образом: насыпи небольшой (до 2—2,5 м) высоты проектируют с пологими откосами (1:3—1:4) и неглубокими боковыми канавами обтекаемого поперечного профиля; при большей же высоте насыпи устраивают надежные ограждающие устройства, откосы назначают более крутыми по соображениям устойчивости земляного полотна.

СНиП предписывает устройство откосов крутизной 1:3 и 1:4 для насыпей, возводимых из боковых резервов. При этом, однако, создается впечатление, что откосы такой крутизны должны проектироваться по условиям производства работ бульдозером или автогрейдером. При проектировании насыпи с односторонним резервом некоторые проектировщики становятся перед вопросом: каким должен быть откос, не обращенный в сторону резерва?

Нормы в отношении проектирования дорожных ограждающих устройств мало обеспечивают безопасность движения.

На дороге Москва — Кашира



Для лучшей ориентации водителей, особенно в ночное время, необходимо предусматривать различного рода направляющие устройства: краевые полосы, разметку оси и тумбы. В условиях большинства районов СССР, где снежный покров держится долго, устройства описанного рода малоэффективны, и огромное значение приобретает постановка сигнальных тумб, которые служат направляющими устройствами и дают водителю возможность судить о направлении и ширине дороги на большом расстоянии, особенно при пониженной видимости. Поэтому необходимость их постановки не может диктоваться высотами насыпей. Они должны выставляться на всем протяжении дороги, в том числе и в выемках. Эффективность сигнальных столбов повышается при размещении на них различного рода светоотражателей, причем на каждом столбе должны быть два светоотражателя различного цвета (обычно на стороне движения — оранжевого или желтого, на противоположной — белого). Максимальное

расстояние между сигнальными столбами в северных районах, где продолжительность светлого времени суток в осенне-зимний период мала, целесообразно сократить до 20—25 м, тем более что в этих районах столбы могут быть деревянными.

Ограждения по СНиПу принимаются только одного вида: криволинейный брус (не считая парапетов, применение которых ограничивается горными районами). Но такие ограждения затрудняют очистку дорог от снега с применением автогрейдеров или снегоочистителей плужного типа. При скоплении снега на обочине подобные ограждения ввиду их малой высоты становятся легко переезжаемыми и теряют свой смысл. Поэтому в некоторых районах можно было бы рекомендовать постановку трассовых ограждений, тем более что для них может быть использован старый трос от шахтных подъемников. Для дорог IV—V категорий ограждения описанных типов дороги, поэтому на них могут устраиваться ограждения в виде дере-

вянного бруса на железобетонных или деревянных столбах. Иначе такие дороги окажутся вовсе без ограждений.

Огромное значение для безопасности движения имеет состояние покрытия, особенно его пыльность. Следовало бы более решительно предписывать устройства непылящих покрытий.

В связи с тем, что СНиП недостаточно полно отражает опыт проектирования автомобильных дорог с точки зрения обеспечения безопасности движения, а также учитывая положение, когда различного рода мероприятия, направленные на повышение безопасности движения, часто относят к излишествах и исключают из проекта при его утверждении из-за отсутствия соответствующих нормативных указаний, необходимо разработать и выпустить инструкции по проектированию автомобильных дорог с учетом обеспечения безопасности движения и увязки с ландшафтом.

Ф. Ф. Леженков



В первичной организации НТО «Каздорпроекта»

Первичная организация НТО при Казанском государственном институте «Каздорпроект» провела большую работу в области внедрения новой техники и технологии, повышения технического уровня специалистов своей организации, способствовала развитию рационализаторских предложений по сокращению сроков изысканий и проектирования строительства автомобильных дорог и улучшению качества проектов. Члены НТО активно участвовали в работе университета технического прогресса.

НТО были показаны 9 научно-технических фильмов и по институтскому радио передано 15 технических лекций, организованы фотовыставки.

Для пропаганды передовых достижений науки в области строительства автомобильных дорог передовой технологии новейшей техники НТО организовало техническую информацию путем выпуска технических бюллетеней, информационных листов, аннотаций, докладов, организаций выставок и т. д.

В 1964 г. выпущено 20 бюллетеней

по новой технике, 9 информационных листов, 2 сборника переводов иностранной литературы и аннотаций по рационализаторским предложениям.

Совместно с техническим руководством и БРИЗом института НТО организовало в 1964 г. два конкурса на лучшее рационализаторское предложение. Всего поступило 47 предложений, в составлении которых приняли участие 44 инженерно-технических работника. Почти все предложения нашли применение в работе института, а многие авторы этих предложений были премированы и получили денежное вознаграждение за экономию.

Работа первичной организации НТО оказала положительное влияние на работу института и способствовала значительному повышению качества изысканий и проектирования автомобильных дорог.

П. Котельников

ЛУЧШИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ СОЮЗДОРПРОЕКТА (Окончание. Начало см. на стр. 18).

ных сооружений на автомобильных дорогах.

Много проектов больших мостов через реки Москву, Оку, Десну, Пахру и др. создано под руководством главного инженера проекта Р. М. Гальперина; также под его руководством разработаны недавно введенные в действие типовые проекты унифицированных пролетных строений автодорожных и городских мостов. Он является не только техническим руководителем, но и прекрасным воспитателем молодых специалистов. С 1962 г. коллектив, руководимый Р. М. Гальпериным, носит высокое звание коллектива коммунистического труда.

Неистощим на разработку новых прогрессивных сборных предварительно напряженных конструкций один из наших крупнейших специалистов-мостовиков лауреат Государственной премии А. Я. Журавлев. За последнее время

достигли больших успехов в работе способные молодые специалисты-мостовики В. И. Кузнецов, Ю. В. Постовой, Е. Б. Мухина, молодые геологи А. С. Осев, Г. С. Гусаров, Т. Н. Глазунова, буровой мастер А. А. Цаплин и др.

В Киевском филиале успешно совмещает работу с учебой на заочном отделении Киевского автомобильно-дорожного института старший техник дорожного отдела Елена Михайловна Француз. За успехи в работе ей присвоено высокое звание ударника коммунистического труда. Там же разрабатывает проектную документацию отличного качества старший техник Николай Григорьевич Бессмертный. Он также совмещает работу с учебой на II курсе вечернего отделения КАДИ и является ударником коммунистического труда.

Много специалистов-проектировщиков высокой квалификации работает и в сте-

зах Тбилисского филиала Союздорпроекта. Здесь в последнее время разработано на высоком техническом уровне проектно-техническое задание на реконструкцию отдельных участков автомобильной дороги Сочи—Сухуми. Главный инженер проекта реконструкции этой дороги П. А. Меликян является высококвалифицированным инженером-дорожником.

Новые конструктивные решения внесли в проекты искусственных сооружений на реконструируемой автомобильной дороге Ольга Рахимовна Ахундова и Шемшер Михайлович Кокая.

Много замечательных, преданных любимому делу инженеров и техников плодотворно работают в интересной и важной отрасли — проектировании автомобильных дорог.

Главный инженер Союздорпроекта
В. Б. Завадский

Перекрытие деформационных швов в мостах больших пролетов

Инженеры А. И. ЛИКВЕРМАН, Г. Б. ГОЛЬДИН

На строительстве моста рамно-подвесной системы через р. Иртыш в г. Семипалатинске для перекрытия деформационных швов использовали железобетонные плиты (рис. 1).

Конструкция перекрытия шва плитами разработана Гипротрансостом с участием мостопоезда № 453 и лаборатории мостовых конструкций кафедры «Мосты и тоннели» НИИЖТа.

Подвесные балки пролетом 43,2 м опираются на консоли при помощи опорных частей, выполненных в виде шарнирного механизма¹, и поэтому железобетонные плиты одновременно закрепляют пролетное строение, предохраняя его от продольных и поперечных перемещений, которые вызываются временной и ветровой нагрузками.

В шарнирно-подвижном шве железобетонная плита, окантованная металлическими уголками, прикрепляется к уголкам с одной стороны болтами, заделан-

ными в специально устраиваемый бетонный упор проезжей части подвесного пролетного строения (см. рис. 1). Для более плотного прилегания уголков и для предупреждения возникновения деформаций от прогиба консоли ригеля и подвесного пролетного строения между уголками и в местах опирания плит на пролетные строения укладывают резиновые или пластмассовые прокладки, а головки и гайки болтов опирают на цилиндрические шайбы.

Поперечные усилия воспринимаются тремя специально устроенными металлическими упорами, которые приварены к окантовочному уголку и фасонке. Под щелью, получающейся между плитами в местах упоров, к одному из боковых окантовочных уголков приваривают полосу, а щель заполняют битумной мастикой. Если в плитах заранее предусмотреть устройство соответствующего паза для расположения упоров, то отпадает необходимость в устройстве продольной полосы.

Шарнирно-неподвижный шов отличается от шарнирно-подвижного отсутствием упоров и закреплением плит с двух сторон болтами, которые в этом случае воспринимают продольные и поперечные усилия.

В каждом деформационном шве проезжей части шириной 12 м уложено по шесть плит с закреплением каждой тремя болтами с одной или двух сторон в зависимости от типа шва. После установки плит и натяжения болтов зазор в подвижном шве, а также ниши в местах установки болтов заливают битумной мастикой.

Проникающая в неплотности швов вода улавливается и отводится установленными для этой цели желобами из оцинкованного железа, концы которых заводятся между уголками.

В первоначально запроектированной конструкции деформационного шва с металлическими листами требовалось на один шов 2,5 т металла, в предложенной в процессе строительства — 1,5 т. Всего на мосту было сэкономлено около 8 т металла благодаря новой конструкции деформационного шва и около 10 т на элементах опорных частей, которые должны были по первоначальному проекту воспринимать поперечные усилия.

Шов, не покрытый железобетонными плитами, предварительно испытывали на мостоиспытательной станции НИИЖТа (с участием инж. В. В. Москалева) на статическую и динамическую нагрузки.

Цель статических испытаний состояла в определении горизонтальной продольной силы, способной вызвать соответствующее перемещение подвесного пролета, чтобы выяснить необходимость установки элементов продольной неподвижности.

Испытательная нагрузка создавалась 200-тонным гидравлическим домкратом, установленным между торцами подвесного пролета и ригеля (рис. 2). Усилия в домкрате определяли с помощью манометра первого класса, перемещения пролета — прогибомерами. Испытания проводили для двух пролетов. Перед измерениями в каждом пролете были произведены пробные нагружения для приработки шарнирных сопряжений в опорных частях. Усилие в домкрате при этом составляло около 50 т, а перемещение конца пролетного строения —

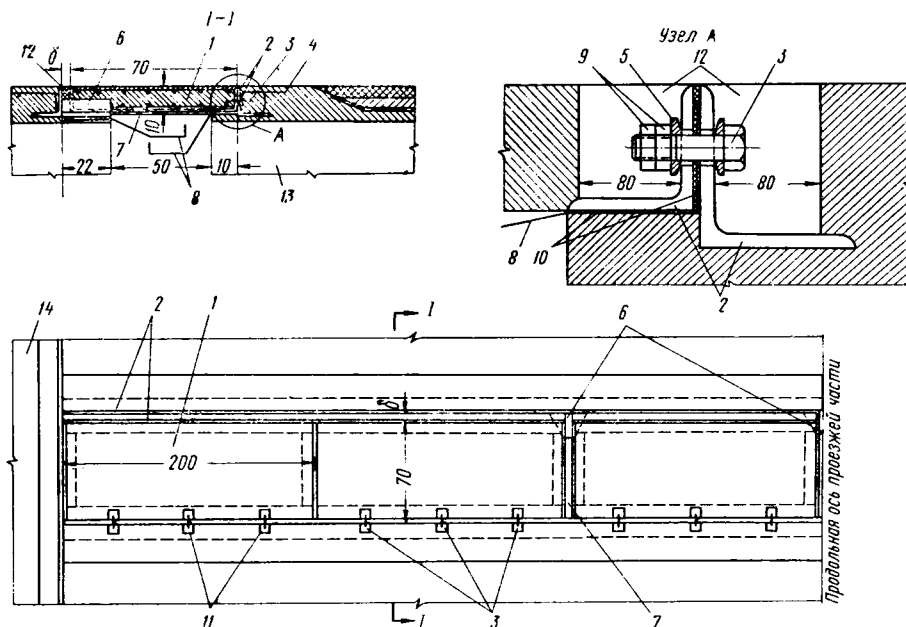


Рис. 1. Схема перекрытия деформационного шва железобетонными плитами:

1 — железобетонная плита; 2 — окантовочные уголки 100 × 100 × 10 и 120 × 100 × 10; 3 — болт диаметром 20 мм; 4 — анкерная арматура; 5 — цилиндрические шайбы; 6 — упор; 7 — полоса под щелью; 8 — желоба из оцинкованного железа; 9 — гайка с контргайкой; 10 — прокладка из резины или мягких пластиков; 11 — гнезда для болтов; 12 — битумная мастика; 13 — пролетное строение; 14 — тротуар

20—25 мм. Вес подвесного пролетного строения — около 1100 т.

В результате испытания была определена средняя продольная горизонтальная сила, выводящая подвесное пролетное строение из равновесия, которая составила около 11,7 т, т. е. оказалась значительно меньше расчетной горизонтальной силы от торможения, равной 50,4 т, на которую и были рассчитаны болты плит в шарнирно-неподвижных швах.

Динамические испытания проводили грузовыми автомобилями Шкода с полным весом каждого из них 16 т. Многократное нагружение одного из пролетов автомобильной нагрузкой по различным схемам от одного до четырех автомобилей, движущихся с различными скоростями и последующим торможением, позволило установить, что новое перекрытие деформационных швов, являясь для данной схемы моста одновременно элементом неподвижности опорных частей, обеспечивает нормальную работу шва, в результате чего создается устойчивость подвесного пролетного строения как в продольном, так и в поперечном направлениях. Элементы неподвижности

работают упруго, не накапливая остаточных деформаций. Результаты динамических испытаний показали, что конструкция опорных частей и плит перекрытия с элементами неподвижности обеспечивает быстрое затухание вынужденных поперечных и продольных горизонтальных колебаний подвесного пролетного строения.

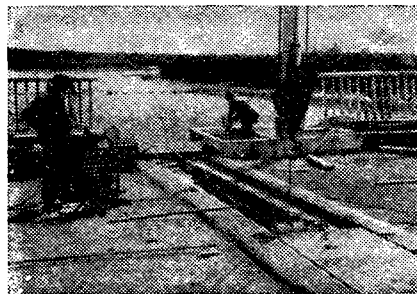


Рис. 2. Испытание деформационных швов на статическую нагрузку

Выводы

1. Испытание перекрытия деформационных швов железобетонными плитами и первый опыт эксплуатации показали, что примененная конструкция полностью отвечает своему назначению.

2. Конструкция деформационного шва менее трудоемка и уменьшает затраты металла на 40% по сравнению с обычно применяемой. В мостах с обычными опорными частями, где не требуется постановка упоров и болтового закрепления плит с двух сторон, экономия трудовых затрат и металла будет еще большей.

3. Разборность конструкций обеспечивает свободный доступ к опорным частям и водоотводным желобам и замену плит в случае их повреждения без перерыва движения.

4. Дальнейший опыт эксплуатации указанной конструкции позволит выявить ее недостатки и наметить пути усовершенствования, после чего она может быть рекомендована для массового применения в мостах больших пролетов.

УДК 624.21.012.4:625.7

ЗАМЕНА МОСТОВ ТРУБАМИ

Оренбургское управление строительства и ремонта автомобильных дорог ежегодно строит большое количество железобетонных и сталебетонных мостов и труб. За шесть лет семилетки силами Оренбургского и Бузулукского ДСУ сооружено 49 мостов общим протяжением 2635 пог. м и 438 труб длиной 7507 пог. м. Особенно много искусственных сооружений было построено за последние годы. Все конструктивные элементы мостов, кроме металлических пролетных строений трех из них, изготовляли собственными силами и средствами на полигонах полевого типа.

Известно, что для строительства железобетонных мостов с каркасной арматурой расходуется значительное количество арматурной стали, фонды на которую крайне ограничены. Чтобы преодолеть это затруднение, был произведен анализ затрат труда и материалов на возведение различных типов искусственных сооружений, в результате которого выяснилось, что во многих случаях целесообразно мосты заменять прямоугольными трубами, особенно на водотоках, не имеющих ледохода и даже со слабым ледоходом.

Простой расчет замены запроектированных на одной из дорог области четырех мостов на свайных опорах габаритом Г-8

четырьмя прямоугольными трубами показывает экономическую целесообразность такого мероприятия (см. таблицу).

Технико-экономические показатели	Мосты	Трубы	Экономия	Перерасход
Общая длина, м	102	109 (78)	—	—
Затраты, чел/дни	3329	2557	772	—
Расход бетона и железобетона, м³	476	712	—	236
Расход металла, т	116	48	68	—

Примечание. В скобках приведена общая длина труб без оголовков.

Возведение прямоугольных труб значительно проще: сборность их полная, в большинстве случаев для их строительства требуется только автокран грузоподъемностью 5 т, сроки возведения сокращаются. В то же время при строительстве мостов приходится производить такие трудоемкие работы, как бойка свай. Для монтажа блоков пролетных строений требуется кран грузоподъемностью 10 т и более, необходим большой расход рабочей силы и времени на устройство проезжей части. Кроме того, мосты требуют больших затрат на эксплуатацию.

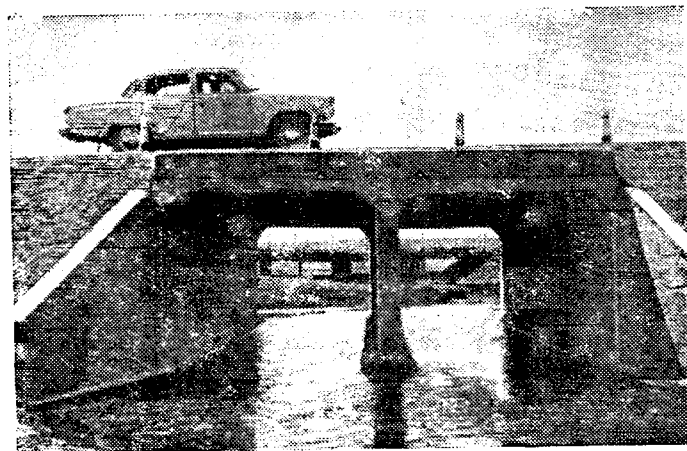
В 1964 г. в Оренбургском управлении строительства и ремонта автомобильных дорог освоено изготовление блоков прямоугольных труб на полигоне полевого типа. Производительность его в смену в зимних условиях — три блока по 8,5 м³ при работе бригады из 14 человек, в летних условиях производительность может быть увеличена в 2 раза (благодаря двухсменной работе) с сокращением затрат рабочей силы.

В ДЭУ-1 по предложению начальника участка В. И. Бородин сконструировали и изготовили простую металлическую опалубку, позволяющую бетонировать блоки труб с различной толщиной стенок под разную высоту насыпи, что значительно сокращает затраты труда.

В 1964 г. оренбургскими дорожниками построено шесть прямоугольных труб вместо мостов (см. рисунок), а в 1965 г. намечено соорудить 18 таких труб.

Опыт строительства подтвердил целесообразность замены мостов прямоугольными трубами на водотоках, не имеющих ледохода, и даже со слабым ледоходом.

М. Аксенов, М. Чирцов



Прямоугольная труба на дороге Оренбургской области

УДК 624.21.093/096

Пролетные строения мостов на дорогах Саратовской обл. и Казахстана

В. А. КОЖЕВНИКОВ

В настоящее время особенно на местных дорогах строится много мостов с пролетами длиной до 15 м. Большинство из них железобетонные. Эти мосты обычно сооружаются слабооснащенными неспециализированными организациями с весьма ограниченными техническими и технологическими возможностями без достаточного опыта ведения таких работ. Фонды на металл этих организаций весьма лимитированы. Сборные блоки мостов часто изготовляют в построечных и полигонных условиях. Поэтому для местных и сельских дорог конструкции сборных железобетонных мостов должны обладать рядом особенностей, и не случайно, что их разработке уделяется серьезное внимание со стороны Минавтошосдора РСФСР.

Конструкции пролетных строений длиной 7,5; 10; 12,5 и 15 м для местных дорог из блоков простой формы и малого веса с учетом вышеотмеченных особенностей были разработаны на кафедре мостов и тоннелей Саратовского политехнического института автором настоящей статьи с участием других работников кафедры. В настоящее время конструкции пролетных строений перепроектируются в соответствии с СН 200-62 для полных длин балок 6, 9, 12, 15 и 18 м.

Начиная с 1957 г. на местных дорогах Саратовской области и Казахской ССР в опытных целях было построено свыше 30 пролетных строений новой конструкции из блоков простой формы и малого веса с длиной балок от 8,66 до 16,76 м. Во время строительства конструкция пролетных строений несколько менялась и совершенствовалась: было увеличено расстояние между арматурными каркасами главных балок, уменьшено число диафрагм и т. д. В настоящее время конструкции пролетных строений разработаны в двух вариантах: сборно-моноклитном и сборном.

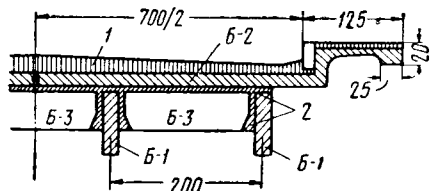


Рис. 1. Поперечный разрез сборного пролетного строения:
1 — покрытие; 2 — цементный раствор

Сборные пролетные строения (рис. 1) состоят из трех типов блоков: главных балок (Б-1) длиной на целый пролет, диафрагм (Б-3) и плит (Б-2). Для всех пролетов блоки диафрагм и плиты совершенно одинаковые, а у блоков главных балок одинаковая ширина, равная 20 см. При габарите Г-7 каждое пролетное строение состоит из четырех одинаковых главных балок простейшего прямоугольного сечения и трех диафрагм, располагающихся по концам и в середине пролетного строения. Блоки диафрагм также имеют простую форму.

Плита проезжей части вместе с тротуарными консолями собирается из плитных блоков одного типа. В тротуарных консолях имеются щели, в которые заделываются выпуски арматуры стоек перил.

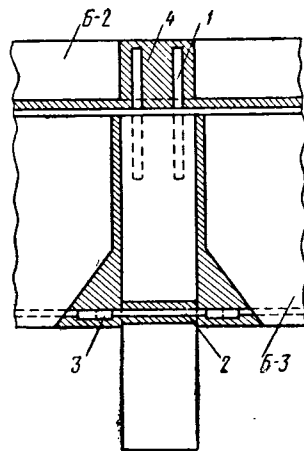


Рис. 2. Соединение блоков плиты и диафрагм с главными балками:

1 — гибкий анкер; 2 — короткий стержень, соединяющий концы нижних стержней арматуры блоков диафрагм; 3 — сварка ванным способом; 4 — цементный раствор

Блоки плиты, укладываемые на главные балки и диафрагмы по слою цементного раствора, объединяют между собой в сплошную плиту с помощью простого шпоночного стыка (рис. 2), также заполняемого цементным раствором (заштриховано на рис. 2). Раствор в швах, а также гибкие анкеры из коротких арматурных стержней обеспечивают совместную работу плиты и главных балок, вследствие чего плита включается в состав сечения главных балок. Блоки диафрагм соединяются между собой и с главными балками с помощью сварки. Объем сварочных работ при монтаже пролетных строений очень невелик — в несколько раз меньше, чем у типового пролетного

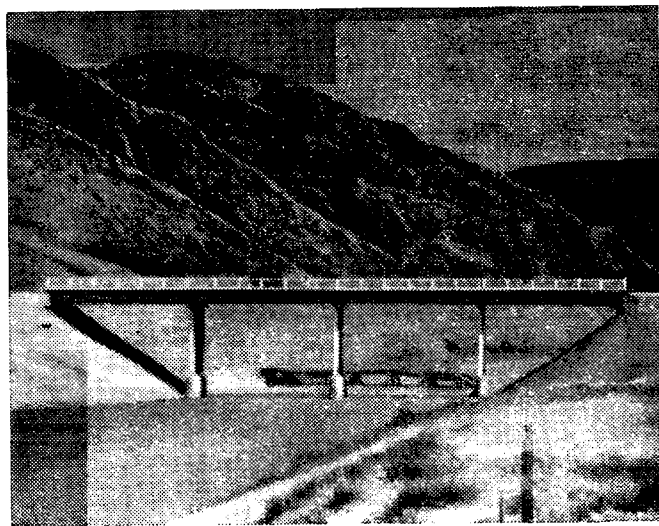


Рис. 3. Мост со сборно-моноклитными пролетными строениями длиной по 16,8 м в Казахстане

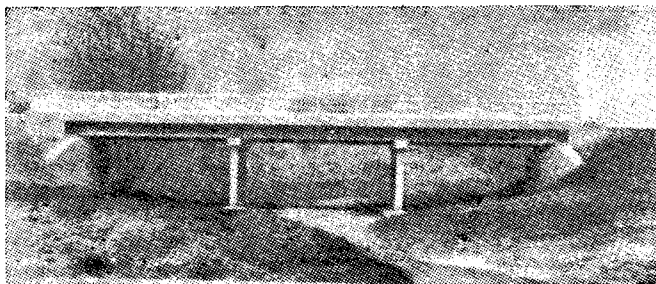


Рис. 4. Мост со сборными пролетными строениями в Саратовской области

строения (вып. 56 Союздорпроекта). Швы между блоками диафрагм и главными балками заполняют цементным раствором.

Арматура главной балки состоит из двух сварных арматурных каркасов, хомутов, противоусадочной арматуры и гибких анкеров, выступающих из верхней плоскости балки. Каждый блок диафрагм как опорных, так и пролетной, армирован четырьмя продольными стержнями (по два сверху и снизу), хомутами и противоусадочной арматурой. Бетон пролетных строений принят марки 200, что упрощает технологию бетонных работ и позволяет шире использовать местные материалы. Получение бетона такой марки можно гарантировать без перерасхода цемента и при низкой квалификации строительной организации. Применение высоких марок бетона при малых пролетах конечно возможно, но существенного облегчения конструкции пролетных строений не дает. Конструкции можно облегчить применением керамзитобетона для всех элементов пролетных строений или только для плит проезжей части. При невысокой марке бетона применение керамзита особенно эффективно: вес блоков снижается на 30—40%, а расход арматуры на главные балки — на 10—15%.

В сборно-монолитном варианте главные балки применяют такие же, как и в сборном, а диафрагмы и плиту омоноличивают на месте. Штыри опалубки этих элементов крепят болтами к главным балкам. Для этой цели в балках предусмотрены круглые отверстия. Поскольку расстояние между главными балками, их ширина, а также длина и высота блоков диафрагм при всех пролетах от 8,66 до 16,76 м одинаковые, опалубка плиты и диафрагм может быть инвентарной.

Сборно-монолитный вариант предназначен на период освоения для строительных организаций, не имеющих опыта изготовления и монтажа сборных пролетных строений, с тем, чтобы после овладения им перейти к основному, сборному, варианту. Кроме того, сборно-монолитный вариант удобен для косых пролетных строений, а также для пролетных строений неразрезной системы. Общий вид мостов со сборно-монолитными и сборными пролетными строениями показан на рисунках 3 и 4.

Одной из особенностей пролетных строений из блоков малого веса и простой формы для местных дорог является легкое армирование плиты проезжей части. Конечно, армирование плиты может быть и обычным, но в предлагаемой конструкции монолитная плита армируется только противоусадочной арматурой в виде одной сетки с ячейками 20—25 см из проволоки диаметром 5—6 мм, а сборная — двумя подобными легкими сетками из условия ее работы на транспортные и монтажные нагрузки. Плиты проезжей части, как и плиты с опорами, несмещающимися в горизонтальном направлении, без армирования обладают достаточной грузоподъемностью. Расчет их с учетом несмещаемости опор изложен в статье¹. Возможность применения слабоармированных плит проезжей части доказана опытом их эксплуатации и испытаний².

При строительстве сборно-монолитных пролетных строений одну и ту же опалубку плиты и диафрагм использовали во всех пролетах, а иногда и на нескольких мостах, как это было например, в г. Талды-Кургана. Денежные и трудовые затраты на опалубку, бетонирование и монтаж пролетных строений из блоков малого веса и простой формы получались значительно меньше соответствующих расходов по указанной типовой конструкции Союздорпроекта.

Два из построенных мостов и одно сборное пролетное строение на полигоне были подвергнуты подробным испытаниям. На мосту через р. Карабулак в Саратовской области испытывали до разрушения монолитные слабоармированные плиты проезжей части с различными очертанием нижней поверхности и толщиной. Эти испытания показали, что слабоармированные плиты имеют вполне достаточную грузоподъемность. При испытаниях другого моста через р. Каратал у г. Талды-Кургана под нагрузкой, близкой к расчетной, было обнаружено, что главные балки имеют грузоподъемность и жесткость значительно больше расчетных. Диафрагмы, несмотря на их малое число, небольшое сечение и легкое армирование, имеют значительные запасы грузоподъемности. На мосту через р. Каратал была испытана и слабоармированная плита проезжей части. Нагрузка в 13,8 и 18 т передавалась на плиту по площадке размерами в плане 60×20 см, равной следу заднего колеса ав-

томобиля. Никаких признаков разрушения в плите не было отмечено, хотя испытательная нагрузка превышала расчетную в 2 и 3 раза. При испытании пролетного строения со сборными слабоармированными плитами было установлено, что грузоподъемность таких плит со шпоночными стыками без сварки арматуры в стыках вполне достаточна.

Опыт сооружения мостов со сборными и сборно-монолитными пролетными строениями из блоков малого веса и простой формы показал, что эти конструкции весьма целесообразны и обладают целым рядом достоинств, особенно важных для мостов на местных дорогах. Основные из них следующие:

1. Малый вес блоков, который в 1,5—2 раза меньше, чем у типовых пролетных строений по вып. 56 Союздорпроекта, имеющих, в свою очередь, наименьшие веса блоков из применяемых в настоящее время сборных пролетных строений.

Длина пролетов, м	8,66	11,36	14,06	16,76
Союздорпроект, вып. 56, т	5,7	8,1	10,3	13,6
Союздорпроект, вып. 56 Д, т	7,4	10,3	13,0	16,7
Саратовский политехнический институт, т	3,2	4,6	6,0	8,9

2. Простота формы блоков, что значительно упрощает их изготовление в полигонных условиях. При простой компактной форме блоков съем продукции с квадратного метра территории полигона и камер пропаривания резко возрастает. Компактная форма главных балок позволяет высокоэффективно применять электропрогрев. Кроме того, эти блоки можно изготавливать и монтировать силами слабооснащенных строительных организаций, имеющих малый опыт строительства сборных железобетонных мостов. Предлагаемая конструкция с малым количеством типоразмеров соответствует требованиям массового заводского изготовления блоков.

3. Возможность стадийного освоения технологии строительства с постепенным накоплением технических навыков и повышением культуры производства работ. Строительные организации, имеющие недостаточный опыт в изготовлении и сооружении сборных мостов, могут начинать с освоения более простого сборно-монолитного варианта, а затем перейти к основному, полностью сборному.

4. Малое число типоразмеров блоков: так, при габарите Г-7 требуется один тип главных балок для каждого пролета и по одному типу блоков диафрагм и плит для всех пролетов.

5. Малое число диафрагм резко снижает объем работ по омоноличиванию блоков пролетных строений. Объем сварочных работ в несколько раз меньше, чем у типового пролетного строения по вып. 56 Союздорпроекта.

6. Более широкие балки, чем в указанной типовой конструкции, что делает более надежной работу на перерезывающие силы и значительно облегчает укладку бетона, а также обеспечивает лучшие условия уплотнения бетона и более высокое качество этих работ.

7. Экономичность конструкции: затраты материалов меньше, чем на другие сборные пролетные строения (см. таблицу).

Наименование конструкции пролетного строения	Марка бетона	Количество бетона, т	Количество арматуры, т
Союздорпроект, вып. 56	250	30,21	7,91
Союздорпроект, вып. 56Д	250	34,57	9,98
Гипрокоммундортранс Т-8176 (длина пролетного строения 14,88 м)	300	33,40	9,69
Саратовский политехнический институт	200	29,76	4,85

П р и м е ч а н и е. Приведены затраты материалов на сборные пролетные строения длиной 14,06 м габаритом 7 м с тротуарами по 0,75 м под нагрузку Н-13 и НГ-60.

8. Значительное снижение стоимости пролетных строений, разработанных кафедрой мостов и тоннелей Саратовского политехнического института. Эти пролетные строения в сравнении с пролетными строениями по вып. 56 Союздорпроекта при почти одинаковом расходе бетона дают экономии цемента до 30%, арматуры на 30—45%, трудовых затрат в 2,5—3 раза (по опыту ДМСУ-23 Казахстана) и по стоимости ориентировочно в 1,5—2 раза. По данным испытаний и обследований, проведенных Фрунзенским политехническим институтом, качество их получается значительно выше.

Результаты опытного строительства на местных дорогах мостов с пролетными строениями из блоков малого веса и простой формы позволяют сделать вывод о том, что целесообразно начать широкое применение этих пролетных строений.

¹ В. А. Кожевников. Расчет плит проезжей части мостов по стадии разрушения. Сборник Главстройпроекта 4 (7) 1961 г. «Проектирование промышленного транспорта».

² В. А. Кожевников. Плиты проезжей части мостов без арматуры. «Автомобильные дороги». 1962. № 10

ТЕПЛЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ

Канд. техн. наук И. В. КОРОЛЕВ

Таблица 1

Тип асфальтового бетона	Марка битума	Температура конца укатки покрытия, °С, при коэффициенте сбега		
		0,7	0,8	0,9
Горячий	ВН-III	120—95	75—90	60—70
	ВН-II	100—80	65—75	50—55
Теплый, тип А . . .	БН-1	90—80	50—65	40—45
	БН-0	80—70	35—50	30—40
Теплый, тип Б . . .	А-6, Б-6	—	35—25	—
	А-5, Б-5	—	30—20	—

Примечание. Снижение минимальной температуры укатки смесей, подобранных по коэффициенту сбега 0,9, связано с уменьшением величины внутреннего трения смеси.

Асфальтобетонные смеси горячего типа хорошо уплотняются и обеспечивают необходимые эксплуатационные качества покрытий при укатке в условиях относительно высоких температур воздуха. При температуре воздуха ниже +10°С горячие смеси вследствие быстрого охлаждения за короткий промежуток времени теряют подвижность, укладка и уплотнение их затрудняются, что приводит к понижению качества покрытия.

С целью создания плотной, прочной структуры асфальтового бетона при работе в условиях пониженных температур воздуха необходимо переходить на асфальтобетонные смеси теплого типа, для приготовления которых применяют битум марок ЕН-1, БН-0, А-6 и Б-6. При этом учитывают, что с момента укладки и уплотнения таких смесей в дорожном покрытии продолжительное время сохраняются невысокие температуры, при которых и происходит постепенное формирование стабильной структуры в асфальтовом бетоне, а следовательно, значительно снижается возможность образования сдвигов, наплывов и других деформаций, возникающих в асфальтобетонном покрытии в условиях эксплуатации при повышенной температуре воздуха.

Проведенные нами в лабораторных и производственных условиях исследования уплотняемости асфальтобетонных смесей различного состава в широком диапазоне температур показали, что уплотняемость смесей в значительной степени зависит от вязкости применяемого битума и гранулометрического состава минеральной смеси. В результате исследований установлены критические (минимальные) температуры эффективного уплотнения асфальтобетонных смесей при устройстве покрытий в зависимости от марки применяемого битума и гранулометрического состава минеральной смеси (табл. 1).

Руководствуясь данными табл. 1, в период пониженных температур необходимо переходить на приготовление асфальтобетонных смесей теплого типа. Однако снижение вязкости битума может привести к снижению прочности и устойчивости асфальтобетонного покрытия (см. рисунок). Вследствие отно-

сительно малой вязкости применяемых битумов, в теплом асфальтобетоне резко проявляются свойства минеральных составляющих. Поэтому при переходе осенью от горячего типа к тепловому в каждом отдельном случае снижать вязкость битума можно лишь до определенного предела (в зависимости от свойств минеральных материалов.) Необходимо, чтобы свойства асфальтобетона удовлетворяли следующим требованиям:

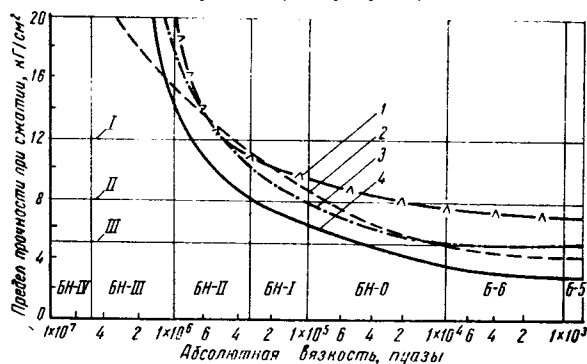
	Тип А	Тип Б
R_{50} , кг/см ² , при использовании цилиндрических образцов диаметром и высотой:		
50,5 мм	8	6
71,4 мм	7	5
R_{20} , кг/см ² для образцов с $d = h$:		
50,5 мм	18	14
71,4 мм	16	12
Коэффициент теплоустойчивости, не более	3,5	—
Коэффициент волоустойчивости, не менее	0,8	0,65
Остаточная пористость, % от объема	4—6	4—8
Водонасыщение, % от объема	2—5	2—6
Набухание, % от объема, не более	1,0	1,5

При этом к типу А относятся смеси, приготовленные на битумах БН-1 и БН-0. Они могут быть рекомендованы для устройства покрытий на дорогах с интенсивным автомобильным движением в осенний и весенний периоды. Смесей типа Б представляют на жидких битумах марок А-6, Б-6 и могут быть рекомендованы для устройства покрытий с обычным автомобильным движением в осенне-зимний период.

На опытных участках дорог, где устраивали покрытия из теплых асфальтобетонных смесей, наряду со смесями, приготовленными на битуме БН-0, были уложены смеси горячего типа на битуме БН-III. Уплотнение производили виброкатком Д-317Б. Результаты наблюдений за уплотняемостью смесей при температуре воздуха +2°С и скорости ветра 2,5 м/сек приведены в табл. 2.

Из сопоставления значения объемного веса образцов видно, что теплые асфальтобетонные смеси уже после 16 проходов катка достигли достаточной плотности, в то время как горячий асфальтобетон даже после 20 проходов катка остался заметно недоуплотненным.

Обследование участков, построенных в 1961 г., показало, что покрытия из теплого асфальтобетона находятся в хорошем состоянии. Покрытия же из горячего асфальтобетона из-за недоуплотнения в период строительства ко времени обследования имели местами выбоины и выкрашивание.



Зависимость прочности при сжатии асфальтобетонных образцов (при 50°С) от вязкости применяемого битума:

1 — граница предела прочности при сжатии для горячего асфальтобетона; II — то же, для теплого асфальтобетона типа А; III — то же, типа Б;
1 — образцы, приготовленные на пористом шлаке; 2 — то же, на гранитном щебне; 3 — то же на песчанике; 4 — то же, на плотном шлаке

Битум (глубина проникания, град.)	Количе- ство битума в смеси, %	Количе- ство проходов катка	Время от начала укатки, мин.	Темпера- тура смеси, °С	Объем- ный вес вырубки, г/см ³
БН-III (55)	9,7	1	8	126	2,02
		4	12	124	2,06
		8	20	90	2,12
		12	27	65	2,13
		16	36	60	2,14
БН-0 (203)	9,6	20	42	45	2,14
		1	3	110	1,56
		2	10	76	1,92
		4	13	62	2,02
		6	18	55	2,18
		8	23	50	2,20
		16	30	42	2,22
		22	42	41	2,23
		25	47	41	2,23

Примечание. Температура смеси при укладке была в первом случае 130, во втором — 115 °С.

Минимальная температура начала укатки теплой асфальто-бетонной смеси в зависимости от марки битума, температуры воздуха и скорости ветра по нашим исследованиям может быть определена по данным, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Темпера- тура воздуха, °C	Минимальная температура начала укатки смеси, °C, при битуме марок								
	БН-1			БН-0			А-6 и Б-6		
	и скорости ветра, м/сек								
	0	3	5	0	3	5	0	3	5
+10	60	65	80	45	50	65	30	35	47
+ 5	65	70	85	50	55	70	32	37	50
0	70	75	90	55	60	75	35	40	55
— 5	75	80	95	60	65	80	40	45	60
—10	80	85	Н*	65	70	85	45	50	65
—15	85	90	Н*	75	80	Н*	50	55	70

* Приготовление смесей и устройство покрытий не рекомендуется.

Температура смеси к моменту доставки ее на место должна быть на 20—30 °С выше показателей, приведенных в табл. 3.

Наиболее ответственным технологическим процессом устройства покрытия из асфальтобетона теплового типа является уплотнение, которое должно быть закончено до критических температур (см. табл. 1). Уплотнение проводят как обычно, в начале легкими, а затем тяжелыми катками, при этом катки должны двигаться непрерывно, чтобы смесь не прилипала к валам.

В настоящее время на основании работ кафедры дорожно-строительных материалов Харьковского автомобильно-дорожного института асфальтовые бетоны теплового типа с успехом применяются в Харьковской, Белгородской, Луганской, Донецкой и других областях.



ВАЖНЕЙШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Г. Н. ФАБРИКАНТОВ, И. А. ПЛОТНИКОВА

В соответствующих технических указаниях¹ предусматривается определение вязкости эмульсий с помощью стандартного вискозиметра для битумов (ГОСТ 1988—13). Этот прибор даже при использовании его со сточным отверстием 3 мм не обеспечивает достаточной точности измерений. Считается, что стандартный вискозиметр обеспечивает удовлетворительную точность измерения при времени истечения жидкости не менее 20 сек. Время истечения небольшого количества (50 см³) эмульсии 50-процентной концентрации составляет всего 8—15 сек, поэтому неточность измерения времени в одну секунду дает ошибку в определении вязкости 10—12%.

Для определения условной вязкости эмульсии целесообразно использовать вискозиметр ВУ (Энглера), как это принято во многих странах, что поможет повысить точность измерений в 4—5 раз благодаря увеличению измеряемого объема жидкости с 50 до 200 см³ и облегчит сравнение результатов отечественных и зарубежных исследований. Вискозиметр Энглера стандартизирован у нас ГОСТ 1532—54.

Особое значение приобретает вопрос вязкости битумных эмульсий с появлением специальных машин для их распределения и наметившейся к настоящему времени тенденцией применения для некоторых технологических процессов эмульсий, содержащих 60—70% битума.

В настоящее время в СССР и за рубежом применяют битумные эмульсии вязкости от 2 до 30° ВУ. Стандарт ФРГ DIN №-1995 предусматривает значения наименьшей вязкости 2,5° ВУ для эмульсий с содержанием 55% битума. Для эмульсий, содержащих 60% битума, установлены как минимальные (3,5° ВУ), так и максимальные (12° ВУ) пределы вязкости. Стандарт ASTM Д-977-57 (США) предусматривает возможность применения битумных эмульсий вязкостью от 2 до 28° ВУ. Стандарты Англии BS 434/1960 «Дорожные битумные (анионные) эмульсии» и BS 2542/1954 «Рекомендации по применению дорожных битумных эмульсий» дают достаточно дифференцированные и сравнительно узкие нормы вязкости эмульсий в зависимости от их назначения и метода распределения. Общий интервал колебания вязкости дорожных битумных эмульсий в соответствии с этими стандартами установлен от 3,5 до 20° ВУ. Для механизированного распыления рекомендуют эмульсии вязкостью от 6 до 12° ВУ. Во Франции различают текучие (2—6° ВУ), полутекучие (6—15° ВУ) и вязкотекучие (15—30° ВУ) эмульсии при содержании битума 50—60% по весу. Кроме общих границ, предусматривается возможность увеличения или уменьшения вязкости на 30%, если температура окружающего воздуха понижается с 20 до 10°С или повышается с 20 до 40°С. В советских технических указаниях ВСН 25-63 допускается вязкость эмульсий от 7 до 60 сек по стандартному вискозиметру с диаметром сточного отверстия 3 мм (соответственно 1—30° ВУ).

Используя современные взгляды на процесс образования и структуру эмульсий, можно объяснить изменения в их вязкости. В свете современных представлений прямую водобитумную эмульсию рассматривают как двухфазную систему, состоящую из непрерывной фазы (воды) и дисперсной фазы (капелек битума). С целью облегчения процесса эмульгирования и для придания образовавшейся системе устойчивости в нее вводят поверхностноактивное вещество — эмульгатор. Последний, адсорбируясь на поверхности битумных частиц, образует защитный слой. Защитное действие эмульгатора усиливается из-за связывания им молекул воды. Связанная вода образует вокруг битумных частиц (капелек) второй, наружный, защитный слой. Таким образом, воду, имеющуюся в битумной эмульсии, можно разделить на свободную и связанную.

Свойства свободной воды достаточно изучены. Хорошо известно, что при колебании положительной температуры в пределах от +1 до +60° вязкость свободной воды практически не

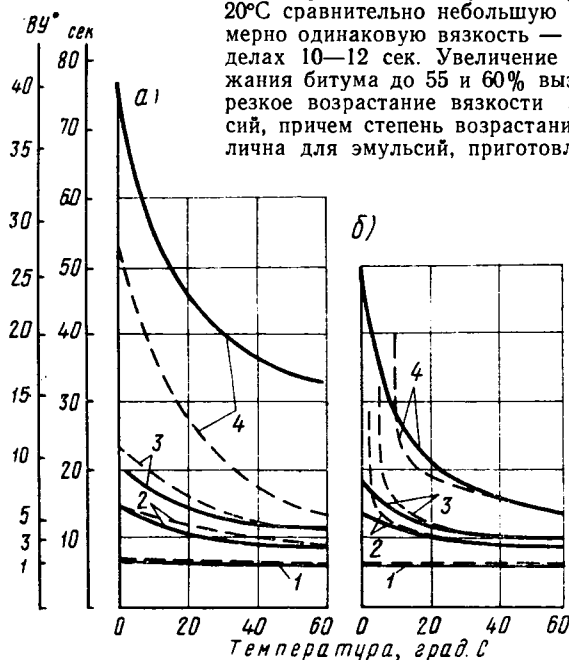
¹ Технические указания по приготовлению эмульсий и устройству черных грунтовых и щебеночных покрытий с их применением ВСН 25-63. Минавтошосдор РСФСР.

изменяется. Свойства воды, находящейся в связанном состоянии, изучены мало, однако некоторые исследователи, учитывая ее малоподвижность, относят ее к дисперсной фазе, а не к дисперсионной среде. Доля связанной воды в общем ее количестве может колебаться от 0 до 100%. В последнем случае, при наличии даже значительного количества воды, эмульсия теряет подвижность. Количество связанной воды зависит от природы эмульгатора: его гидрофильности, количества эмульгатора, адсорбированного поверхностью частиц, температуры эмульсии и дисперсности битума.

При повышении температуры следует ожидать снижения вязкости эмульсии как благодаря уменьшению количества адсорбированного эмульгатора, связывающего воду, так и из-за уменьшения силы связи между молекулами воды. При охлаждении вязкость эмульсии повышается благодаря интенсивному связыванию воды.

Важнейшим фактором, определяющим вязкость, является объемная концентрация битума в эмульсии — битумное содержание. При вычислении вязкости эмульсии по формуле Эйнштейна $\eta = \eta_0 (1 + 2,5\varphi)$ (где η — вязкость эмульсии; η_0 — вязкость дисперсионной среды, φ — объем глобул в единице объема эмульсии) полученные значения располагаются по прямой линии. В действительности это справедливо лишь для малоконцентрированных эмульсий, где явление связывания воды еще не играет большой роли. При увеличении концентрации более 45—50% прямая пропорциональная зависимость нарушается и, начиная с определенного содержания битума, вязкость повышается гораздо быстрее, чем это следовало бы ожидать при использовании формулы Эйнштейна. Такое изменение характера зависимости можно объяснить увеличением количества и площади контактов между битумными частицами, окруженными слоем связанной воды, что приводит к резкому снижению подвижности всей системы. Математического обоснования процесса изменения вязкости эмульсии пока нет.

Авторами настоящей статьи экспериментально исследовалась зависимость вязкости некоторых эмульсий, имеющих практическое применение, от вида эмульгатора, концентрации битума и температуры. Графические зависимости, полученные в результате исследований, приведены на рисунке. Из рисунка видно, что эмульсии с концентрацией битума 50%, приготовленные на различных эмульгаторах, имеют при температуре 20°C сравнительно небольшую и примерно одинаковую вязкость — в пределах 10—12 сек. Увеличение содержания битума до 55 и 60% вызывает резкое возрастание вязкости эмульсий, причем степень возрастания различна для эмульсий, приготовленных



Зависимость вязкости эмульсий различной концентрации от температуры:
а — барданный концентрат, ссб (сплошная линия) и щелочные вытравки (пунктирная); б — катапин (сплошная линия) и асидол-мылонафт (пунктирная);
1 — вода; 2 — эмульсия 50-процентной концентрации; 3 — то же 55-процентной; 4 — то же 60-процентной

на разных эмульгаторах. Например, при температуре 20°C изменение содержания битума в эмульсии ссб от 55 до 60% вызывает изменение вязкости от 15 до 45 сек (по стандартному вискозиметру), при тех же условиях вязкость эмульсии на катапине увеличивается от 11 до 20,5 сек.

Как показано на рисунке, вязкость битумных эмульсий в значительной степени зависит от температуры. В диапазоне температур, при которых возможно существование эмульсий как устойчивых двухфазных дисперсных систем (от 60 до 0°C), для всех исследованных эмульсий наблюдается увеличение вязкости с понижением температуры. Однако в интервале положительных температур от 60 до 30°C повышение вязкости значительно меньше, чем в интервале от 30 до 0°C. В последнем интервале на характере зависимости вязкости от температуры сильно сказывается влияние природы эмульгатора. Например, вязкость эмульсий, приготовленной на асидол-мылонафте с жидким стеклом, настолько сильно увеличивается при понижении температуры, что даже при положительных температурах 10—15°C эмульсия совершенно теряет подвижность и превращается в студнеобразную массу.

При охлаждении эмульсий, приготовленных на других эмульгаторах, до 0°C такого явления не наблюдалось, вязкость их возрастала при сохранении определенной текучести.

Условно назвав эмульсии при температуре от 0 до 30°C холодными, а при температуре 30—60°C теплыми или подогретыми, можно заметить по изменению крутизны кривых, что теплые эмульсии менее чувствительны к изменению температуры, чем холодные. Для большей наглядности таких сравнений в таблице приведены температурные коэффициенты вязкости (ТКВ) исследованных эмульсий.

Коэффициенты вычислены по формулам:

$$TKB_0^{30} = \frac{BY_0 - BY_{30}}{30 - 0} \times 100;$$

$$TKB_{30}^{60} = \frac{BY_{30} - BY_{60}}{60 - 30} \times 100,$$

где TKB_0^{30} и TKB_{30}^{60} — температурные коэффициенты вязкости эмульсии в соответствующих интервалах температур;

BY_0 , BY_{30} и BY_{60} — условная вязкость эмульсии в градусах Энглера при соответствующей температуре.

Вычисленный таким образом коэффициент характеризует изменение вязкости в сотых долях градуса ВУ, приходящееся на 1° изменения температуры эмульсии, т. е. теплочувствительность эмульсий. Для эмульсии на асидол-мылонафте коэффициенты не вычислялись по причинам, упомянутым выше. Как видно из таблицы, для всех эмульсий с повышением концентрации битума эти коэффициенты резко возрастают. Для холодной эмульсии на щелочных вытравках при 50% концентрации коэффициент равен 7,30, а при концентрации 60% — 59,5, т. е.

Эмульгатор	Концентрация битума, %	Температурные коэффициенты вязкости эмульсий	
		холодных 0—30 °C	теплых 30—60 °C
Щелочные вытравки	50	7,30	4,60
	55	16,50	8,80
	60	59,50	11,60
Сульфато-спиртовая барда	50	8,25	1,65
	55	13,20	3,30
	60	66,00	19,80
Катапин	50	7,50	1,32
	55	13,20	1,65
	60	51,00	8,30

больше половины градуса ВУ на 1°C. Такая же картина наблюдается и у других эмульсий в холодном состоянии. Теплые эмульсии имеют меньшие коэффициенты теплочувствительности, а темп возрастания их с повышением концентрации ниже.

Используя коэффициенты вязкости эмульсий с различной концентрацией битума, приготовленных на разных эмульгаторах, можно более обоснованно решать вопросы технологии и

механизации приготовления эмульсий, а также их применения в разнообразных условиях, особенно при работе с эмульсиями повышенной концентрации.

Небольшой подогрев не только снижает вязкость битумных эмульсий, но и делает их малочувствительными к колебаниям температуры. Последнее обстоятельство особенно важно для поддержания стабильности режимов прокачивания, распыления эмульсии при механизированном распределении. Применяя эмульсии в холодном состоянии и даже при положительных температурах 5—10°C, следует учитывать возможность резких колебаний вязкости как при небольшом изменении температуры, так и при изменении концентрации битума.

В журнале «Автомобильные дороги», 1963, № 12 описано несколько вариантов машин для нанесения водобитумной эмульсии на свежеуложенное цементобетонное дорожное покрытие, в которых использована безвоздушная система нагнетания и распыления теплых эмульсий. В этом случае эмульсия нагревается при непрерывной циркуляции до температуры 30—50°C непосредственно перед нанесением на покрытие. Как показали сравнительные испытания и опыт эксплуатации таких машин, способ нанесения теплых эмульсий является весьма перспективным. Подогрев в сочетании с циркуляцией обеспечивает тонкое распыление эмульсии и устойчивый по форме факел распыления. Засорений распылителя, изменения расхода эмульсии и других нарушений стабильности режима работы машины при этом не наблюдается.

Выводы

1. Вязкость дорожной битумной эмульсии является важнейшей характеристикой и ее надо учитывать при решении вопросов механизации и технологии применения эмульсии.

2. В официальные технические документы (ТУ, ВСН, ГОСТ) следует включать более дифференцированные требования и рекомендации, касающиеся вязкости дорожных эмульсий.

3. При уточнении методов испытаний дорожных эмульсий целесообразно перейти к измерению вязкости эмульсии условным вискозиметром ВУ вместо стандартного вискозиметра, применяемого в настоящее время.

4. Важной задачей дальнейших исследований в области механизированного применения битумных эмульсий является выяснение зависимости качества распыления от вязкости эмульсии. По данным зарубежных стандартов, рекомендуются для механизированного распыления эмульсии вязкостью от 4 до 13° ВУ (12—28 сек по стандартному вискозиметру с диаметром сточного отверстия 3 мм).

5. При применении насосного нагнетания эмульсии к распылителю удобно снижать и регулировать вязкость эмульсии, подогревая ее до температуры 30—60°C при непрерывном перемешивании.

УДК 666.97/552.578.5:620.1

Определение деформативной устойчивости асфальтобетона

Инж. А. С. ВИХАНСКАЯ

Центральная дорожно-строительная лаборатория Управления благоустройства г. Москвы провела большую экспериментальную работу и, накопив значительный опыт, внедрила в практику лабораторных работ определение устойчивости и сопротивления сдвигу асфальтобетонных смесей по методу и на приборе, предложенным автором статьи.

В основу метода определения устойчивости асфальтобетона положено испытание, при котором представляется возможным одновременно зафиксировать предельные состояния: сопротивления сдвигу, времени и деформации.

Величина деформативной устойчивости

K (кг·см²/сек) определена отношением модуля поперечной упругости G ко времени предельного нагружения T

$$K = G : T. \quad (1)$$

Для определения модуля поперечной упругости принята схема приложения сил к испытываемому образцу, представленная на рис. 1.

Исходя из второго закона Гука, модуль поперечной упругости характеризуется отношением напряжения сдвига τ к относительной деформации ϵ

$$G = \tau : \epsilon. \quad (2)$$

Относительная деформация выражает-

ся безразмерной величиной и представляет собой в данном случае отношение абсолютной деформации Δd к высоте h' части образца, находящейся под нагрузкой

$$\epsilon = \Delta d : h'. \quad (3)$$

При испытании на приборе, описанном ниже, h' — постоянная величина, равная 2,5 см.

В подтверждение предлагаемой формулы испытано несколько серий асфальтобетонных смесей.

Кривые, представленные на рис. 2, показывают основной характер зависимости

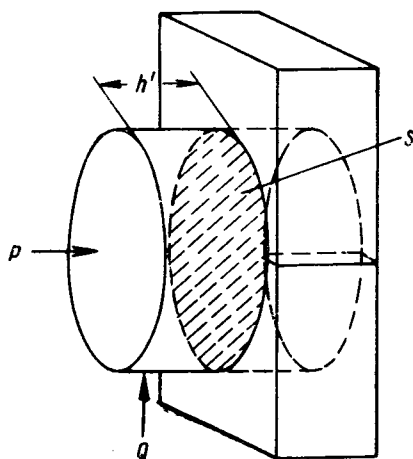


Рис. 1. Схема испытания образца асфальтобетона при определении модуля поперечной упругости: Q — сила, деформирующая образец, кг/см²; P — сила, прижимающая образец, кг/см²; S — площадь деформации образца, см²; h' — высота части образца, воспринимающей нагрузку, см

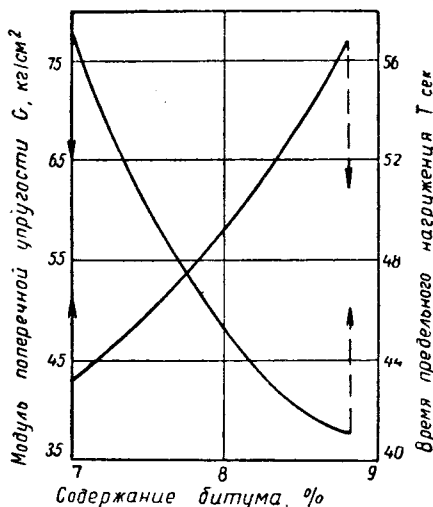


Рис. 2. График зависимости модуля поперечной упругости и времени предельного нагружения от содержания битума в асфальтобетонной смеси

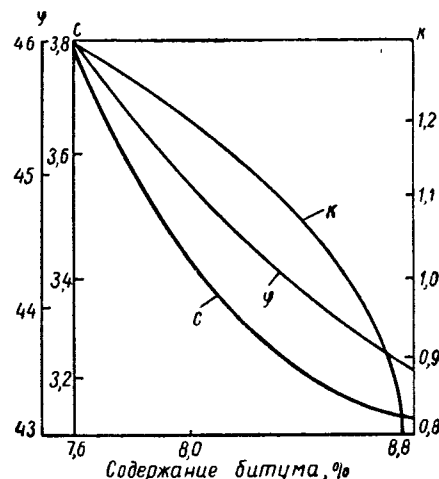


Рис. 3. График зависимости угла внутреннего трения ϕ , силы сцепления c и деформативной устойчивости K от содержания битума в асфальтобетонной смеси

сти модуля поперечной упругости и времени предельного нагружения от содержания битума в асфальтобетонной смеси.

В связи со сказанным показатель деформативной устойчивости возрастает с увеличением модуля поперечной упругости и снижается с увеличением времени предельного нагружения.

Положения излагаемой работы проверялись теорией прочности, выдвинутой проф. Н. Н. Ивановым, согласно которой сдвигоустойчивость асфальтобетона должна оцениваться по углу внутреннего трения ϕ и силе сцепления c . Одновременно с изучением влияния содержания битума на деформативную устойчивость для тех же смесей определяли угол внутреннего трения и силу сцепления. При этом характер изменений параметров K , ϕ , c совпал (рис. 3).

Кривая показателя деформативной устойчивости полностью соответствует существующему представлению о влиянии содержания битума на прочностные свойства асфальтового бетона: с увеличением содержания битума коэффициент деформативной устойчивости снижается.

Определение деформативной устойчивости проводится с помощью специально сконструированного прибора, который дает возможность одновременно получать все необходимые данные: τ , Δd , T .

Основная часть прибора, устанавливаемая между плитами гидравлического пресса, представляет собой систему полуколец (рис. 4), в паре 2 которых неподвижно укрепляют образец 1, а одно нижнее полукольцо 4 передает на образец 1 от нижней плиты 3 пресса нагрузку, имитирующую сдвигающую силу. Горизонтальный шток 5 создает силу, сжимающую образец.

Полукольцо 4 можно установить на любом расстоянии от пары полуколец 2, зажимающих неподвижную часть образца, и тем самым создать область сдвига в зависимости от максимального размера минеральных частиц асфальтобетона.

Поднятие поршня пресса на высоту первого миллиметра в расчет не принимается, так как оно не соответствует принятой для всего испытания скорости движения поршня — 3 мм в минуту.

На внутренней поверхности кольца 5 (рис. 5) вмонтирована кнопка электросигнала. Свет сигнальной лампы 4 указывает на начальный момент сопротивления образца сдвигающей нагрузке и связанную с ней деформацию во времени; одновременно включается вся система, измеряющая параметры процесса. Сила сопротивления сдвигу отмечается манометром, время — счетчиком электросекундомера 3. При определении сопротивления сдвигу учитывается сила трения поршня о стенки цилиндра. Та часть пресса, где установлен образец, заключена в термокамеру, в которой поддерживается температура $+50^{\circ}\text{C}$.

Несложность прибора и простота проведения испытаний позволили ввести определение деформативной устойчивости асфальтобетона в повседневную практику лабораторий. С этой целью были разработаны форма журнала и вспомогательные таблицы, облегчающие вычислительную работу.

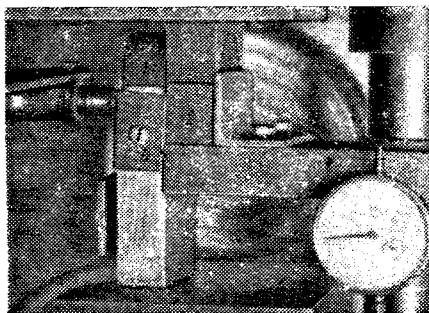


Рис. 4. Прибор для определения деформативной устойчивости:

1 — испытываемый образец; 2 — пара полуколец, крепящих образец; 3 — нижняя плита пресса; 4 — полукольцо, передающее на образец давление пресса; 5 — шток, создающий силу, сжимающую образец

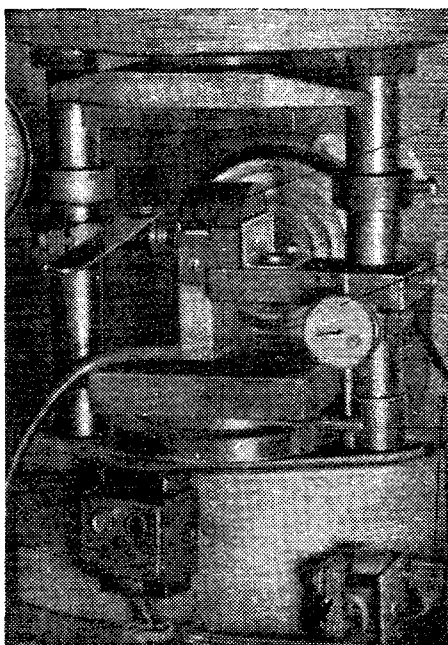


Рис. 5. Испытание образца на деформативную устойчивость:

1 — образец (верхнее полукольцо не установлено); 2 — индикатор; 3 — счетчик электросекундомера; 4 — сигнальная лампа и магнитопускатель системы отсчета измерений

В «Журнал определения деформативной устойчивости асфальтобетонных смесей» для каждого испытанного образца заносят показания приборов (манометра, индикатора, секундомера), соответствующие им значения предельного сопротивления сдвигу τ (по табл. 1), относительной деформации ϵ (по табл. 2) и времени T ; затем, рассчитанный по формуле (2), модуль поперечной упругости G и, наконец, деформативную устойчивость K , полученную по формуле (1).

Количественное значение оптимальной деформативной устойчивости устанавливали по испытаниям вырубков, взятых из покрытия в местах остановок троллейбусов и автобусов. Одна часть вырубков взята из покрытия, прослужившего 8—10 лет без заметных деформаций, дру-

Таблица 1

Показатель манометра	21	22	23	24	25
Предел сопротивления сдвигу τ	2,72	2,83	2,99	3,13	3,26

Таблица 2

Абсолютная деформация, Δd	1,70	1,71	1,72	1,73	1,74
Относительная деформация, ϵ	0,0680	0,0684	0,0688	0,0692	0,0700

гая — на участках, имеющих наплывы и сдвиги.

В результате испытаний установили, что показатель деформативной устойчивости асфальтобетона вырубков, взятых на хорошо сохранившихся покрытиях, равен 1,20—1,57. Вырубки, взятые из деформированных покрытий, имели деформативную устойчивость в пределах 0,52—0,96.

Таким образом, можно считать, что оптимальное значение показателя деформативной устойчивости лежит выше 1,20.

Принятый ГОСТом показатель водонасыщения характеризует доступную для воды пористость асфальтового бетона. Кроме того, этот же показатель является мерой оценки, позволяющей судить об избытке или недостатке битума.

По существующим понятиям асфальтобетонные покрытия, смеси которых содержат излишек битума, определенный водонасыщением, склонны к образованию пластических деформаций.

В действительности по наблюдениям, проведенным нашей лабораторией, установлено, что покрытие, прослужившее несколько лет, не имеет наплывов и сдвигов и, в то же время, показатели водонасыщения смесей этих покрытий лежат ниже 1%.

В процессе испытаний большого числа смесей как взятых из покрытия, так и изготовленных в лаборатории, было замечено, что при примерно одинаковых значениях объемного веса, водонасыщения и предела сопротивления сжатию, они имеют разные показатели времени нагружения, относительной деформации и деформативной устойчивости (табл. 3).

Таблица 3

Объемный вес	Водонасыщение, % объема	Предел прочности при сжатии, кг/см ²	Время предельного нагружения, сек.	Относительная деформация	Деформативная устойчивость
2,22	2,38	12,0	35	0,065	1,14
2,22	1,88	12,0	30	0,068	0,67
2,34	0,98	12,0	39	0,068	1,13
2,34	0,51	11,5	51	0,085	0,40

Анализ накопленных данных показал, что деформативная устойчивость, отражая реалогические свойства материала, тонко реагирует на малейшие изменения в составе асфальтобетона и может служить надежной оценкой качества смеси.

Комплексная организация труда при нормативном методе учета и планирования

Нормативный метод учета и планирования, применяемый в строительном управлении № 842 треста «Севкавдорстрой», способствует дальнейшему повышению производительности труда, сокращению сроков строительства, улучшению качества и снижению себестоимости работ. При нормативном методе учета наглядно отражаются все недостатки в организации производства, использовании машин и транспорта, вскрываются причины, тормозящие производственные процессы, что помогает быстрее устранить выявленные недостатки и выполнению установленных планов работ.

Обязательным условием при внедрении этого метода учета и планирования является применение такой прогрессивной формы оплаты труда, как аккордная. Преимущество аккордной оплаты труда при нормативном учете и планировании, по сравнению с оплатой труда за выполнение разрозненных операций, заключается в том, что члены бригады еще до начала работ ясно представляют себе объем задания и сумму заработной платы по аккордному наряду и могут осуществить необходимую организацию труда для его досрочного выполнения. Кроме того, комплексная организация труда бригад с оплатой по аккордным нарядам имеет большое значение для контроля за соблюдением норм затрат по заработной плате, так как в этих условиях исключается возможность приписок, превышения норм, расценок и других нарушений, допускаемых обычно при расчленении объемов работ на множество не связанных друг с другом операций. Сумма аккордного наряда и подробное описание в нормативной карте всех объемов работ по объекту делают обязательной выписку сигнальной документации при превышении нормативных затрат.

В настоящее время в СУ-842 организованы восемь комплексных бригад и звеньев, охватывающих все основные производственные процессы: земляные работы, заготовку камня и дробление щебня, устройство гравийного основания, выпуск асфальтобетонной смеси и устройство асфальтобетонного покрытия.

Расчеты с комплексными бригадами производятся за конечную продукцию, измерителем которой является укрупненный цикл работ: 1 км земляного полотна, 1000 м² гравийного основания, законченное сооружение и т. п.

Первоочередными мероприятиями при внедрении нормативного метода учета и планирования в СУ-842 явились общее упорядочение производственной деятельности, организации снабжения и трудовых процессов. Были также разработаны специализированные формы первичных документов (нормативный наряд, сигнальный наряд, листок о простое и ведомость отклонений от нормативов), которые позволяют разграничить расход заработной платы по нормативам и расход ее на отклонения от нормативов.

Основными документами для расчета заработной платы комплексной бригады служат нормативный или аккордный наряд (форма № 5) и калькуляция трудовых затрат к ним, составленная на основании нормативных карт (форма № 2) по укрупненным циклам работ, с таким расчетом, чтобы бригада могла закончить выполнение аккордного наряда в течение месяца (см. стр. 31).

Говоря о комплексной организации труда, нельзя не остановиться на составе и порядке разработки нормативной документации. Исходным документом служат рабочие технологические карты, привязанные к местным условиям. Применение технологических карт на все производственные процессы дает возможность вести работу по твердому технологическому ре-

жиму, заранее определять методы и последовательность выполнения отдельных операций, состав бригад.

На основании рабочих технологических карт в СУ-842 составили нормативные карты, в которых отражены нормы затрат материалов, заработной платы, работы машин и автомобилей в натуральных и денежных показателях. На строительные нормативные карты были разработаны по каждому конструктивному элементу (земляному полотну, основанию, покрытию и т. п.), а на подсобно-вспомогательном производстве — на каждый вид продукции (асфальтобетонную смесь, щебень и т. д.).

Поскольку на основании нормативных карт выписывают аккордные и нормативные наряды, правильному составлению карт придавалось исключительно важное значение. По ряду производственных процессов нормативы затрат разрабатывали применительно к особенностям объекта и требованиям производства работ. Так, например, нормативные карты на земляные работы составляли в отдельности на каждый километр, так как при одинаковой технологии производства объем земляных работ на разных километрах оказался неодинаковым.

На работы, не предусмотренные нормативными и аккордными нарядами, оформляются сигнальные доплатаемые наряды¹ (с красной полосой по диагонали), в которых указываются причины отклонений от норм затрат труда и лица, допустившие эти отклонения. Таким образом, удастся проанализировать причины сверхнормативных затрат, установить виновников их возникновения и принять меры к недопущению в дальнейшем отклонений от установленных норм.

Комплексная организация труда с выдачей аккордных заданий экономит время линейных инженерно-технических работников, полностью освобождает их от составления и выписки первичной документации по заработной плате. При такой организации труда производители работ и мастера получают реальную возможность уделить значительно больше времени конкретному руководству производством.

Таков далеко не полный перечень преимуществ аккордной оплаты при комплексной организации труда, представляющей возможность достижения роста производительности труда при экономии фонда заработной платы.

Однако эффективность применения аккордной оплаты при нормативном методе учета и планирования зависит прежде всего от правильной организации производства. Поэтому ни в коем случае нельзя идти по пути приспособления нормативного метода учета и планирования к плохой организации производства, так как даже самая лучшая система оплаты труда при этих условиях не достигнет цели и будет сведена к нулю.

Главной задачей при комплексной организации труда с аккордной оплатой является закрепление достигнутых передовых методов производства работ. Какие-либо отступления в сторону более примитивной организации труда не допускаются и оплачиваться ни в коем случае не должны.

Применяемая на базе внедрения прогрессивного нормативного метода учета и планирования комплексная оплата труда с выдачей аккордных заданий дает большой экономический эффект. Положительный опыт СУ-842 необходимо широко применить в других строительных организациях Главдorstрой.

Главный инженер СУ-842 И. М. Васильев
Главный бухгалтер треста «Севкавдорстрой»
М. Д. Княжинский

¹ См журнал «Автомобильные дороги», 1965, № 3.

Утверждаю
Гл. инженер СУ _____
_____ 196 г.
Учетная единица _____
Участок производителя работ _____

Наименование работ _____
Краткое описание условий работ _____

I. По материалам

№ п/п	SS норм справ.	Наименование материалов и конструкций	Един. измер.	Норма		Сумма	№ п/п	SS норм справ.	Наименование материалов и конструкций	Един. измер.	Норма		Сумма
				на учетн. един.	цена						на учетн. един.	цена	

II. По труду и заработной плате

№ п/п	SS и ЕНПР	Описание выполняемых работ	Един. измер.	Количество (объем)	Норма на единицу работы		На весь объем учетной единицы	
					время	расценка	время	сумма

Форма № 5

Предприятие	Наименование	Фамилия бригадира	Шифр
-------------	--------------	-------------------	------

от _____ 196 г.

Срок исполнения

Участок производителя работ _____

Наименование объекта _____
Вид работы _____

Начало	План	Факт.
Конец		

Бригада _____

Номер нормативной карты	Краткое описание работы и условий производства	Един. измер.	Задание		Вид оплат	Шифр производ. затрат	Исполнение		1. Задание выдал:
			кол-во работ	норма времени на единицу			кол-во работ	сумма зарплаты за выполнен. к-во работ	
				расценка на единицу				кол-во чел.-ч. по норме на выполненный объем работ	Производитель работ
									Мастер
									Производитель работ

подпись

2. Выполненные работы принял с оценкой качества

_____ 196 г.

Производитель работ

Оборотная сторона № 5

Номер нормативной карты	Краткое описание работы и условий производства	Единица измерения	Задание		Вид оплат	Шифр производ. затрат	Исполнение		Наименование материалов	Единица измерения	Норма расхода на единицу		Норма расхода на все количество		Экономия или перерасход от замены	Фактический расход	Окончательная экономия или перерасход
			количество работ	норма времени на единицу			количество работ	сумма зарплаты за выполненное колич. работ			по технологии	с учетом замены	по технологии	с учетом замены			

Определение размера экономии или перерасхода трудовых и материальных ресурсов — необходимый элемент в анализе производственной деятельности

Технический анализ

Экономичное основание для дорог низших категорий

Наблюдения показывают, что на дорогах низших категорий и на путях внутрихозяйственного значения, движение автомобилей происходит в основном по одному следу и дорожная одежда в действительности работает только в своей средней части.

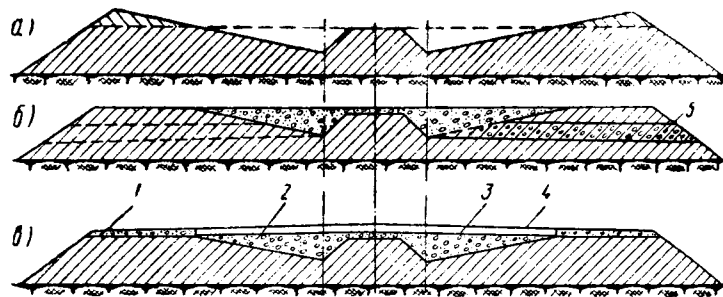
В целях снижения стоимости сооружения дорожной одежды и наиболее экономичного использования песчано-гравийных материалов, учитывая действительное распределение нагрузки по ширине проезжей части автором предлагается конструкция дорожного основания, представленная на рисунке.

По устроенному земляному полотну двухотвальным плужным канавокопателем нарезают соответствующие полосы наката углубления — лотки треугольного очертания (рис. а). После зачистки лотков автогрейдером и придания продольного уклона засыпают песчано-гравийную смесь (или крупный изкопечный щебень) (рис. б), которая уплотняется проходящим построечным транспортом. Затем планируют и уплотняют обочины, исправляют обнаруженные дефекты основания (в частности, после дождей). Поверхность слоя основания укрепляют любым способом (розливом битума, дегтя, эмульсии, россыпью черной каменной мелочи, высевок твердых пород и т. п.). После чего укладывают асфальтобетонное покрытие (рис. в).

Однако предложенная принципиальная схема конструкции дорожной одежды, не решает полностью проблемы обеспечения прочности покрытия, если параллельно не будет предусмотрен сбор и отвод воды из слоя основания.

При благоприятных грунтово-гидрологических факторах сбор воды может быть обусловлен поперечным и продольным уклоном дна лотков. Для отвода воды в местах перелома вогнутого профиля трассы дороги в теле земляного полотна устраивают дренажные ровики по типу дренажных воронок, заполненных тем же материалом, из которого сделано основание. При небольших продольных уклонах дороги дренажные ровики устраивают часто.

Предлагаемая конструкция дорожного основания проста по технологии выполнения и позволяет вести работы поточным методом. Она устраняет принципиальные недостатки корытного и серповидного профилей дорожной одежды и на 30—40% дешевле, чем при сооружении этих конструкций, позволяет наиболее экономично использовать материалы, так как точ-



Стадийность устройства конструкции дорожной одежды учитывающей движение автомобилей по одному следу:

а — нарезка лотков в готовом земляном полотне; б — устройство дренажных ровиков и засыпка лотков гравийно-песчаной смесью; в — готовая конструкция дорожной одежды;

1 — укрепленная обочина; 2 — гравийно-песчаное основание; 3 — поверхностная обработка основания; 4 — асфальтобетонное покрытие; 5 — дренажный ровик. Пунктиром условно обозначена колесная пара — преимущественное размещение автомобиля на проезжей части

но учитывает фактическое распределение нагрузки по ширине проезжей части дороги. Предложенная система дренажа обеспечивает надежный отвод воды.

Технология устройства рекомендуемой конструкции основания допускает стадийность строительства и обеспечивает движение построечного транспорта с одновременным использованием его для уплотнения.

Описанная конструкция основания по составленным автором проектам и рабочим чертежам осуществлена при строительстве инспекторской автомобильной дороги на Беломорканале и дорог Ульбинского каскада гидроэлектростанций в Казахстане. В течение 10 лет эксплуатации этих дорог пучинных деформаций не наблюдалось и состояние дорожной одежды хорошее. В период Великой Отечественной войны на участках Калининского и 1-го Прибалтийского фронтов автором также построены отдельные отрезки дорог, которые себя хорошо оправдали.

М. Ф. Плечков

БОКОВЫЕ ЛОТКИ НА БОЛЬШИХ ПРОДОЛЬНЫХ УКЛОНАХ

На одном из участков автомобильной дороги Душамбе—Курган—Тюбе, имеющем большой продольный уклон, боковые лотки устраивали из щебня, обработанного сырой нефтью по способу смешения на дороге. Щебень распределяли автогрейдером по всему периметру сечения бокового лотка слоем 6—8 см. Поперечное сечение лотков — треугольное с крутизной откоса 1:1,5 и глубиной 45—70 см.

В первую же весну после дождей ливневая одежда лотков была почти полностью разрушена.

В последующем на разрушенных участках лотки были устроены из железобетонных плит. Сечение лотков трапециевидное с заложением 1:1 и глубиной 45 см. На откосы укладывали плиты размером 240×60×0,4 см из бетона марки 150 и расходом арматуры 40,2 кг/м³, а дно покрывали плитами 40×40×0,6 см из бетона марки 250 с расходом армату-

ры 18,6 кг/м³. Швы между плитами заполняли цементным раствором.

При прохождении ливневых дождей, отдельные участки боковых лотков опять разрушились. Деформации начинаются с разрушения швов по дну лотка, затем деформируется вся одежда. За несколько часов разрушались участки длиной до 20 м. При этом наблюдался размыв грунта на глубину 1—1,5 м.

Все это свидетельствует о несовершенстве конструкции лотка, (особенно швов) не приспособленной к работе в эксплуатационных условиях. По нашему мнению, недостатком является большая жесткость конструкции и отсутствие специальных элементов, устраняющих перенапряжения от резких колебаний температуры.

Укрепление боковых лотков на больших продольных уклонах железобетонными плитами вполне приемлемо при условии устройства эластичных швов. При-



емлемо также комбинированная конструкция из железобетонных плит и песчаного асфальтобетона (см. рисунок).

Инж. А. Кондратьев

ЧТИМ СЛАВНЫЕ ПОДВИГИ МОСТОСТРОИТЕЛЕЙ

9 мая текущего года, когда народы нашей Родины и все прогрессивное человечество отмечали 20-летие победы над фашистской Германией, на берегу р. Северный Донец в с. Маслова Пристань был открыт обелиск славы воинам-мостостроителям. Рабочие, колхозники, представители партийных и советских организаций Шебекинского района Белгородской области, воины Советской Армии, студенты и преподаватели Харьковского инженерно-строительного института собрались на многолюдный митинг, чтобы почтить славные подвиги и память павших при форсировании рек в годы Великой Отечественной войны.

Большой вклад в достижение великой победы внесли дорожные части Советской Армии. Созданные в первые дни войны на базе дорожно-эксплуатационных участков Гусосдора НКВД СССР и Главдорупров союзных республик, они прошли по дорогам войны героический и славный путь, обеспечивая успешные действия наших войск.

Одним из многочисленных примеров такого подвига могут служить действия 156 отдельного мостостроительного батальона 7-й Гвардейской Армии.

Сформированный Алма-Атинским облвоенкоматом и Главдорупром Казахской ССР, батальон участвует в битве под Москвой, строит мосты и переправы на р. Ахтуба в Сталинградской битве, участвует в операциях по освобождению Харькова, строит мосты на реках Днепр, Днестр, Дунай. Сотней мостов на больших и малых реках отметил 156 ОМСБ победный путь своей армии.

В августе 1943 г. батальон получил задачу построить мосты на р. Северный Донец, противоположный берег которой был занят противником. Работая под артиллерийско-минометным огнем противника, батальон, одновременно с другими частями дорожных войск, выполнял задачу командования армии в установленный срок, чем обеспечил своевременное развертывание и успешные действия наших войск на правом берегу реки в операции по освобождению Харькова.

При выполнении этой задачи самоотверженно и мужественно действовал весь состав батальона. Обстрел места работ противником, ночная темнота и необходимость постоянно находиться в воде не останавливали мостостроителей. Особенное самообладание и мужество проявил командир роты капитан Н. Д. Швеи, который, несмотря на гибель командиров взводов А. А. Штинова, А. Ф. Белова, Н. Шульги и лучших плотников из числа сержантов и солдат: К. Л. Бобрикова, Т. А. Нагибина, И. А. Орлова, С. Д. Отыковского и многих других, не оставил своего поста, продолжал руководить работами, увлекая бойцов личным примером, пока не был сражен прямым попаданием вражеской мины.

Студенты-комсомольцы Харьковского инженерно-строительного института, изучающие опыт мостостроителей в годы Великой Отечественной войны, в связи с празднованием 20-й годовщины вели-



кой победы решили увековечить славный ратный труд, героические подвиги и память дорожников, павших в операциях по освобождению города, в котором они учатся. Эта инициатива комсомольцев была одобрена и поддержана партийным комитетом, ректоратом и общественностью института.

Комитет комсомола института организовал конкурс на составление проекта памятника-obeliska, собрал сведения о погибших, установил связь с их семьями, а также с участниками строительства мостов на р. Северный Донец.

В конкурсе приняли участие все студенты архитектурного отделения института. Лучшим был признан проект студентов Ю. Попова и В. Дзюбы. Для возведения обелиска из числа студентов создали бригады строителей, монтажников, отделочников, которые и выполнили на общественных началах все работы. В желающих недостатка не было. На строительстве проявили себя как отличные специалисты и организаторы члены комитета ВЛКСМ Г. Проскурнин, Ю. Михайлов, В. Ерошенко и многие другие.

Общие чувства и мысли студентов-комсомольцев, воплотивших в сооружении обелиска воинам-мостостроителям свое отношение к тем, кто 20 лет тому назад воздвигнул знамя победы над рейхстагом, выразил в своем выступлении на митинге секретарь комитета комсомола института Ю. Ягодкин, сказавший — «Мы, комсомольцы, чтим славные подвиги и память павших».

Доброе начинание комсомольцев Харьковского инженерно-строительного института заслуживает внимания и должно быть широко подхвачено.

Полковник в отставке
С. И. Климо

ОБЪЯВЛЕНИЯ

Подписывайтесь на издания
Всесоюзного института научной и
технической информации
Академии Наук СССР на 1966 год
Серия Экспресс-информации
**«Искусственные сооружения
на автомобильных дорогах»**

В серии Экспресс-информации «Искусственные сооружения на автомобильных дорогах» помещаются расширенные рефераты на наиболее интересные статьи, опубликованные в зарубежных журналах, с фотографиями, чертежами, графиками и таблицами. Публикуются материалы по проектированию и расчету мостов, мостовых переходов, тоннелей, труб, городских инженерных и других искусственных сооружений на автомобильных дорогах; по строительству и эксплуатации искусственных сооружений, по вопросам экономики. Читатель может использовать помещенные материалы непосредственно в практической работе, не прибегая к первоисточнику.

Количество номеров в год — 48.
Подписная цена для организаций — 20 руб. 16 к., для индивидуальных подписчиков — 10 р. 08 к.

Подписывайтесь на журнал

«ЖИЛИЩНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Журнал охватывает широкий круг вопросов домостроения, градостроительства, производства строительных материалов и конструкций, типового проектирования, благоустройства новых районов, убранства квартир.

Журнал необходим каждому инженерно-техническому работнику строительной индустрии, архитектору, проектировщику, всем, кто занимается жилищным строительством в городах и селах.

Подписная цена на год — 4 р. 80 к.

Уважаемые товарищи!

Производится подписка на 1966 г. на ежемесячный научно-технический и производственный журнал

«Строительные и дорожные машины».

Журнал публикует статьи о конструкции новых строительных, дорожных и землеройных машин, машин для уборки и очистки городов, механизированного строительного-монтажного инструмента, самоходных стреловых и башенных кранов и других машин, применяемых в промышленном, жилищном, коммунальном, сельскохозяйственном, дорожном, транспортном, гидротехническом и трубопроводном; а также при мелиоративных, подготовительных, ирригационных, монтажных и специальных работах.

Журнал рассчитан на широкий круг инженерно-технических работников, мастеров, механиков и квалифицированных рабочих строительного и дорожного машиностроения, строительных организаций и строков, научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро, преподавателей и студентов вузов и техникумов.

Журнал распространяется только по подписке.

Цена одного номера — 45 коп.



Повышать качество и экономичность проектов

В. Ф. Бабнов — Лучше оценивать транспортные качества дорог

Н. Н. Иванов — Основные направления технического прогресса в проектировании дорожных одежд

Я. А. Калужский — Принципы конструирования дорожных одежд

А. А. Костин — О трассировании дорог в краю большой тюменской нефти

А. П. Васильев — Учитывать особенности движения автомобилей по дополнительным полосам на подъемах

Ю. А. Кременец, В. В. Сильянов — Проектирование затяжных подъемов и спусков

И. Е. Евгеньев — Совершенствовать изыскания в заболоченной местности

П. Соболев — Выбор ширины земляного полотна дороги в подвижных песках

И. А. Медников — Метод определения деформируемого слоя дорожных оснований и земляного полотна

Б. И. Майлов — Устранить недостатки в подсчете объема земляного полотна

М. Б. Афанасьев, В. Н. Иванов — Закругления в плане из сплошных переходных кривых

П. Коновалов — Основные положения проектирования регуляционных сооружений

В. Б. Завадский — Лучшие специалисты Союздорпроекта

Ф. Ф. Лежепенов — О безопасности движения, эстетике дорожных сооружений и нормах проектирования

П. Котельников — В первичной организации НТО «Каздорпроекта»

СТРОИТЕЛЬСТВО

А. И. Ливерман, Г. Б. Гольдин — Перекрытие деформационных швов п мостах больших пролетов 21

М. Аксенов, М. Чирцов — Замена мостов трубами 22

МЕСТНЫЕ ДОРОГИ

В. А. Кожевников — Пролетные строения мостов на дорогах Саратовской обл. и Казахстана 23

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

И. В. Королев — Теплые асфальтобетонные смеси 25

Т. Н. Фабрикантов, И. А. Плотникова — Важнейшая характеристика битумных эмульсий 26

А. С. Виханская — Определение деформативной устойчивости асфальтобетона 28

ЭКОНОМИКА И ПЛАНИРОВАНИЕ

И. М. Васильев, М. Д. Княжинский — Комплексная организация труда при нормативном методе учета и планирования 30

ПИСЬМА ЧИТАТЕЛЕЙ

М. Ф. Плечков — Экономичное основание для дорог низших категорий 32

А. Кондратьев — Боковые лотки на больших продольных уклонах 32

С. И. Клишко — Чтим славные подвиги мостостроителей 3 стр. обл.

НЕ ЗАБУДЬТЕ СВОЕВРЕМЕННО
ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ
НА НАШ ЖУРНАЛ

Технический редактор Г. А. Когтева

Корректоры С. П. Ткаченко и И. М. Клименко

Сдано в набор 27/VIII-1966 г.

Подписано к печати 29/IX-1966 г.

Бумага 60 × 90%

Печат. л. 4,0

Учетно-изд. л. 6,12

Т-09369

Заказ 4026

Цена 50 коп.

Тираж 12550 экз

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТРАНСПОРТ» — Москва, Басманный тупик, 6-а.

Типография изд-ва «Московская правда» Потаповский пер. 3

Вологодская областная универсальная научная библиотека

www.booksite.ru