

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

2 1965

ОБЕСПЕЧИВАТЬ БЕСПЕРЕБОЙНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ!

Дороги, безопасность движения и экономика	1
В. Ф. Бабнов — Цифры и факты	2
Л. А. Кероглу, В. В. Сильянов — Опыт устройства дополнительной полосы на подъеме	5
В. Н. Иванов — Использование ширины проезжей части дороги автомобилями	8
Г. Ф. Власов — Организовать современную связь в дорожных хозяйствах	9
И. Т. Алексеев — Дорожно-эксплуатационные участки переведены на хозрасчет	10
И. Кусакин, Я. Градский — Еще о шарнирных трубах системы инж. А. К. Годыны	10
А. Г. Малярова — Содержание температурных швов цементобетонных покрытий	11

СТРОИТЕЛЬСТВО

В. А. Захаров — Покрытия из теплых черных смесей в условиях Крайнего Севера	13
В. Архипенко — Красноярск — Абакан	14
А. А. Россов — Покрытия из черных щебенистых смесей в условиях Крыма	15
Л. Ф. Ступанова, Р. А. Попова — Земляное полотно из избыточно засоленных грунтов	16
Д. Н. Агеев, К. П. Деллос — Керамзитожелезобетон в мостах	17
Г. М. Чеманин — Дорожные покрытия из керамзитобетона	20

ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В. М. Хрулев — Применение синтетических клеев в дорожном строительстве	21
А. П. Кузнецов — Морозостойкость материалов, укрепленных цементом	23

ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Д. А. Вулис — Обходные и кольцевые дороги (Из опыта технико-экономического обоснования)	25
Е. Я. Слуцкий, М. Ф. Ченалов — Повысить устойчивость береговых опор и конусов средних мостов	27

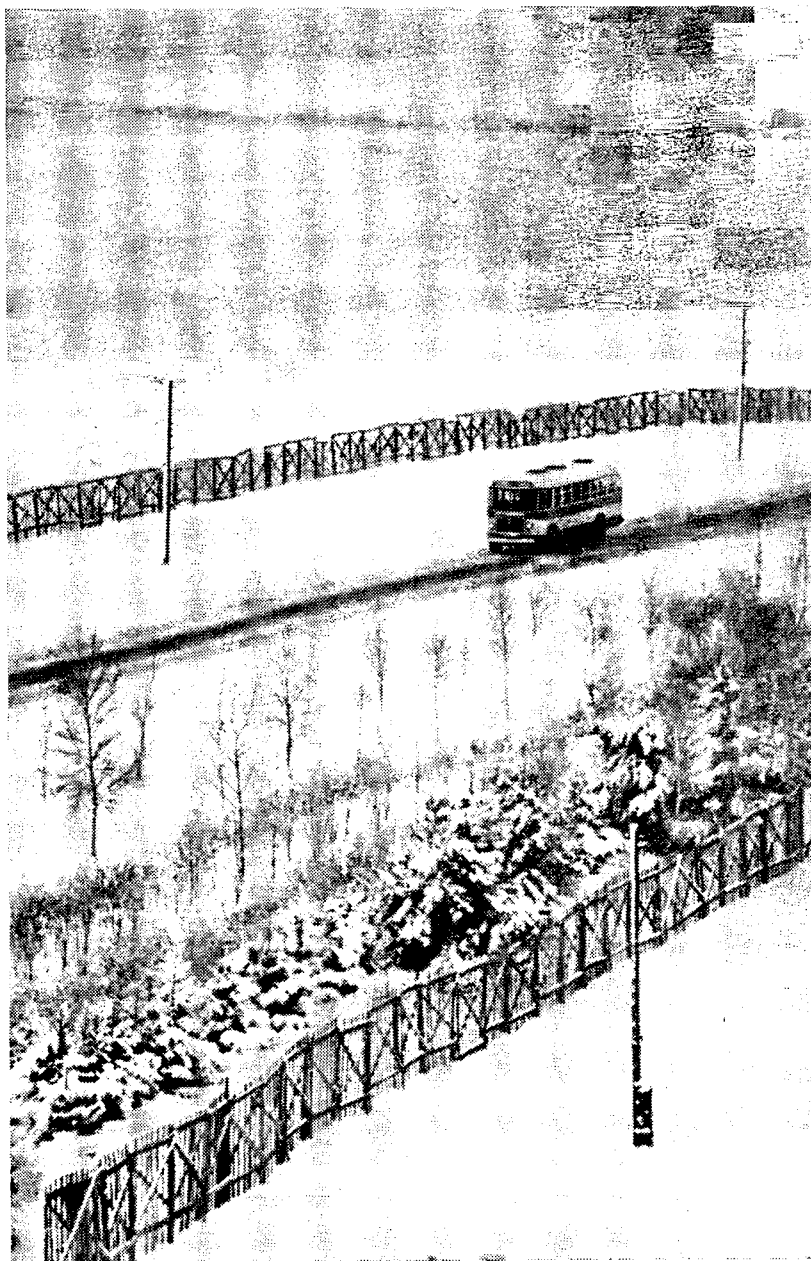
ОТКЛИКИ НА СТАТЬИ

Г. В. Робиташвили — По поводу статьи «Согласны ли с моими предложениями?»	28
---	----

ЗА РУБЕЖОМ

А. М. Богуславский — Битумино-минеральные смеси и требования к ним в ФРГ	29
С. А. Ильсевич — VII Международный конгресс по мостам и конструкциям	30
М. Рабинович — Народный университет технического прогресса	3

стр. обл.



Комбинированная защита автомобильных дорог от снежных заносов обеспечивает бесперебойное движение автомобилей. Правильное чередование различных пород растений в снегозащитной полосе и умелое сочетание щитовых линий позволяют создавать надежный барьер от снежных заносов.

На фото А. Ганюшина участок дороги с регулярным автобусным движением

ПОВЫШАТЬ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ АВТОТРАНСПОРТА!



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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. БАБКОВ, В. М. БЕЗРУК, Н. П. ВАХРУШИН (зам. главного редактора), М. С. ГУРАРИЙ, В. Б. ЗАВАДСКИЙ, Ф. М. ИВАНОВ, Н. И. ИГОЛКИН, А. С. КУДРЯВЦЕВ, В. В. МИХАЙЛОВ, А. А. НИКОЛАЕВ, П. К. СИМОНЕНКО, В. Т. ФЕДОРОВ (главный редактор), А. П. ЧАРУЙСКИЙ

Адрес редакции:

Москва, Ж-89, набережная Мориса Тогереза, 34.

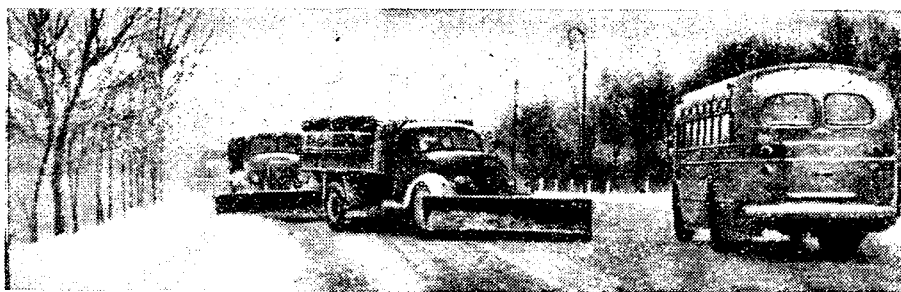
Телефоны: В 1-58-53, В 1-85-40, доб. 57.



Издательство «Транспорт»

Москва 1965

**№ 2 (268)
ФЕВРАЛЬ 1965 г.**



ДОРОГИ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ И ЭКОНОМИКА

Автомобильный транспорт прочно вошел в хозяйственную и культурную жизнь нашей страны. Улучшение конструкций автомобилей, повышение надежности тормозных устройств позволяют автомобилям двигаться с более высокими скоростями, чем это было в недалеком прошлом. Между тем дорожные условия в ряде случаев сдерживают использование этой возможности.

Как видно из статьи проф. В. Ф. Бабкова, опубликованной в данном номере журнала, наблюдаются различные причины (зависящие от дорожников), которые не позволяют использовать технические возможности автомобиля, а порой создают опасную ситуацию на пути его следования.

Не случайно поэтому за последнее время на международных дорожных конгрессах и дорожных конференциях, в том числе и в СССР, все настойчивее и более резко поднимаются вопросы обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах.

Безопасность автомобильного движения это не только ликвидация аварийности. Кроме всех прочих условий, в этом случае повышается и экономическая эффективность автотранспорта. Об этом, к сожалению, мало говорят, но и еще меньше делают для изменения создавшегося положения. В проектных решениях, даже такой ведущей организации в стране, как Союздорпроект, включаются соответствующие рекомендации лишь по незначительному количеству мероприятий, обеспечивающих безопасность движения.

Достаточно посмотреть на меры, обеспечивающие въезды и съезды с дороги, правые и левые повороты, как станет ясно, что они ни в коей мере не могут отвечать современным требованиям, в смысле обеспечения скорости и безопасности движения автомобилей.

Мало занимается этими вопросами и Союздорнии, а ведь это его прямое дело, особенно в части экономического обоснования мероприятий, обеспечивающих скоростное и безопасное движение.

В ликвидации аварийности и обеспечении безопасности движения не последнюю роль играют и дорожно-эксплуатационные организации. Правда, в дорожно-транспортных происшествиях часть вины падает и на водителя автомобиля. Но вряд ли можно согласиться с той скромной долей, которая приходится на неблагоприятные дорожные условия (до 22%). Дорожникам, занятым эксплуатационной службой, должны быть известны зависящие от них причины, которые сдерживают движение на отдельных участках дороги. Установлено, например, что количество транспортных происшествий на дорогах растет за счет наездом на пешеходов в населенных пунктах. Самовольные въезды и съезды с дорог в неустановленных местах также создают аварийные очаги, и несмотря на это, такие случаи еще не стали предметом серьезного разбирательства, вплоть

до привлечения виновных к ответственности.

В последнее время постоянная дорожно-эксплуатационная служба стала создаваться и на дорогах местного значения. И там, где она действует, резко повысилась техническая скорость движения автомобилей, что несомненно сказалось и на экономических показателях работы местного автотранспорта.

Дорожник-эксплуатационник — это в подлинном смысле хозяин на дороге, а не регистратор фактов. Работники службы ремонта и содержания дорог обязаны не только поддерживать дороги и искусственные сооружения в проезжем состоянии (что, кстати сказать, тоже еще не всегда осуществляется), но и должны знать как идет автомобильное движение на дороге, где оно снижается, выявлять причины этого и принимать меры к ликвидации узких мест.

Следует также активно вмешиваться в благоустройство населенных мест, расположенных вдоль дороги; если не будут устроены тротуары, то местные жители будут ходить по дороге и подвергать свою жизнь опасности.

При необходимости реконструкции или ремонта дороги в первую очередь следует собрать данные, из которых было бы видно, что старая дорога уже не обеспечивает заданные скорости движения, на каких участках создаются аварийные ситуации. Главным же обоснованием реконструкции дороги является доказательство, что при современных ее технико-эксплуатационных характеристиках снижаются экономические показатели работы автотранспорта.

Проектные организации при составлении проектов на строительство новых дорог должны шире проводить изучение условий, которые обеспечивают в дальнейшем экономическую эффективность работы автомобильного транспорта. К рассмотрению проектов реконструируемых и строящихся дорог нужно обязательно привлекать специалистов ГАИ.

Современная автомобильная дорога должна оцениваться по основным технико-эксплуатационным характеристикам, обеспечивающим скорость и безопасность движения. Надо установить такой порядок сдачи автомобильных дорог в эксплуатацию, при котором проводятся предварительные обязательные испытания основных геометрических и конструктивных элементов дороги (с использованием автомобилей и необходимой аппаратуры и приборов) для установления соответствия их заданным в проекте скоростям и мерам обеспечения безопасности движения.

Дорога на самоцель, а средство для безаварийной и экономически эффективной работы автомобильного транспорта. Это нужно всегда иметь в виду и из этого, в первую очередь, следует исходить при разработке и принятии любых инженерных решений в области дорожного строительства.

ЦИФРЫ И ФАКТЫ

Проф. В. Ф. БАБКОВ

Под обеспечением безопасности движения дорожные организации обычно понимают сравнительно ограниченный круг вопросов — установку предупреждающих знаков, надоб и ограждений, оборудование площадок для остановки автобусов, устройство шероховатых поверхностей обработок.

Следует, однако, отметить, что все эти мероприятия направлены на улучшение условий движения по существующим дорогам. Предотвращению возможности дорожных происшествий в процессе проектирования и строительства новых дорог уделяется гораздо меньше внимания. Это связано с тем, что при анализе дорожно-транспортных происшествий общественное мнение и официальная статистика чаще всего усматривают их причину в небрежности или ошибках водителей и в неисправности автомобилей.

Водителей считают виновными в 78% случаев в РСФСР, в 87% — в Венгрии, в 64% — в ФРГ. Происшествиям в результате неблагоприятных дорожных условий отводится более скромная роль, порядка 15—22% случаев. Однако более глубокое изучение влияния дорожных условий неизбежно приводит к пересмотру этих взглядов.

Наряду с происшествиями, более-менее рассредоточенными по всему протяжению дороги, часть их всегда концентрируется на протяжении сравнительно коротких участков. Имеются все основания предполагать, что здесь дорожные условия создают у водителей обманчивое представление о возможном режиме движения и бывает достаточно малейшего ослабления внимания, чтобы возникла аварийная ситуация. Косвенной причиной происшествий в таких местах являются неблагоприятные дорожные условия.

Однако анализу влияния сочетаний плана и профиля дороги и обеспечению постоянной скорости движения проектные организации не уделяют должного внимания. Более того, часто допускаются отступления от минимальных нормативов на элементы профиля и плана, что обосновывается снижением стоимости строительства, ремонта и содержания дороги. Эта экономия сравнивается с ростом стоимости перевозок, оцениваемой весьма приближенно, а потери от дорожно-транспортных происшествий в период службы дороги не учитываются совсем.

За границей снижение количества происшествий рассматривают как один из решающих критериев обоснования реконструкции дорог. Для придания расчетам конкретности обычно исходят из сумм страховых премий, стоимости лечения пострадавших в больнице и ремонта автомобилей. Условность применяемых методов признается и буржуазными экономистами. Однако полное игнорирование при проектировании наших дорог потерь народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий, а советского общества от преждевременного выключения из трудовой деятельности ряда его членов, также не может считаться правильным. Разработка методики экономической оценки повышения безопасности движения должна стать неотложной задачей советских экономистов, работающих в области дорожного строительства.

Допущение на дорогах неудачных мест, наряду со стремлением к снижению строительной стоимости, объясняется также и отсутствием отечественных данных о влиянии дорожных условий на возможность происшествий.

Кафедра «Проектирования дорог» МАДИ в течение нескольких последних лет выполняла под руководством автора по заданиям Гусосдоров РСФСР, БССР и УССР обследования транспортно-эксплуатационных характеристик ряда крупных магистралей и дорог II и III категорий, построенных или реконструированных в послевоенный период. При обследованиях анализировали с выездами на места материалы органов ГАИ о дорожно-транспортных происшествиях, устанавливали скорости движения транспортного потока на разных участках и осуществляли контрольные проезды снабженной режимомерами ходовой лаборатории на базе автомобиля «Волга».

По результатам обследования для всех маршрутов составили графики скоростей движения, на которых были отмечены места дорожно-транспортных происшествий.

Наблюдения показали, что при движении в однотипных условиях ландшафта у водителей вырабатывается определенный ритм ведения автомобиля. При поездке на большие расстояния водители свыкаются с характерной закономерностью движения и у них создается своеобразная психологическая инерция восприятия дорожных условий. После тщательной оценки этих условий в первый период движения через некоторое время внимательность снижается и появляется автоматизм управления. В местах, где дорожные условия требуют неожиданного изменения ритма движения, выработавшегося на предыдущих участках, основной поток транспорта снижает скорость. В то же время отдельные водители, внимание которых притупилось под влиянием однообразной дорожной обстановки, попадают в дорожные происшествия. Этим объясняется, например, повышенное количество происшествий на кривой малого радиуса, расположенной после длинной прямой или среди группы кривых большого радиуса.

График изменения скорости движения по длине дороги характеризуется в таких местах наличием перепадов скоростей.

Чем больше перепад скоростей на соседних участках, тем более вероятны в этих местах дорожные происшествия. Результаты обследований показали, что участки с отношением скоростей («коэффициент безопасности») 0,6—0,8 малоопасны, 0,6—0,4 опасны, а менее 0,4 очень опасны для движения. На каждом из последних участков за год происходит несколько происшествий.

На существующих дорогах график изменения коэффициентов безопасности по длине дороги может быть построен на основе измерения фактических скоростей движения или по данным испытательного проезда автомобиля. Для проектируемых дорог такой график можно вычертить по материалам теоретических расчетов скоростей движения.

Анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях на обследованных маршрутах дал возможность сделать ряд предварительных выводов об относительном влиянии различных дорожных условий на степень безопасности движения.

ШИРИНА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ

Относительное количество происшествий при интенсивности движения от 900 до 2800 автомобилей в сутки менялось в зависимости от ширины покрытий следующим образом:

Ширина покрытия, м	4,8	5,6	6,3	7
Относительное количество происшествий:				
в СССР	1,40	1,25	1,11	1,0
за границей	1,67	1,29	1,10	1,0

За единицу было принято количество происшествий на 1 км дороги с покрытием шириной 7 м на 1 млн. прошедших автомобилей. Средние коэффициенты для заграничных приведены по материалам зарубежной статистики, ранее обобщенным автором¹.

Меньшая величина коэффициента для покрытия шириной 4,8 м в СССР по сравнению с данными для зарубежных дорог объясняется тем, что на обследованных дорогах, имевших неукрепленные обочины, встречные автомобили при разъездах значительно снижали скорость, а обгон был практически неосуществим. За границей при укрепленных обочинах разъезды осуществляются на более высоких скоростях, что сопряжено с повышенной опасностью дорожных происшествий.

С влиянием малой ширины проезжей части можно отождествить и условия движения в местах автобусных остановок. При отсутствии оборудованных площадок водители, особенно во влажные периоды года, останавливаются на проезжей части, оставляя для движения только одну полосу.

Устройство для остановок простых уширений проезжей части («карманов») мало улучшает условия движения, так как

¹ В. Ф. Бабков. «Дорожные условия и безопасность движения». «Транспорт», 1964.

многие водители не въезжают полностью на площадку и останавливаются так, что кузов автобуса выдается в габариты проезжей части дороги. Гарантировать безопасность могут только остановочные площадки, отделенные от основной проезжей части островком. Въезды на площадку должны быть достаточно длинными и ответвляться от проезжей части под углом не круче 10° , давая возможность автобусам въезжать без резкого снижения скорости и крутого поворота.

Остановки на противоположных сторонах проезжей части должны быть смещены по отношению друг к другу, а на покрытии отмечена полоса пешеходного перехода. Грубой ошибкой является расположение остановок с внутренней стороны кривых, вблизи от железнодорожных переездов, перекрестков и примыканий дорог, где они резко ухудшают видимость. Однако обследования показали, что такое размещение является типичным.

Снижение эффективной ширины проезжей части вызывается также рядами деревьев на обочинах, сохранных из эстетических соображений на многих старых дорогах при реконструкции. На некоторых участках дорог, например, на магистрали Ленинград—Киев, деревья растут на обочинах примерно в 0,5 м от края покрытия. Не удивительно, что из семи происшествий за последние годы на одном из перегонов шесть было связано с наездами на деревья.

КРИВЫЕ В ПЛАНЕ

Обработка данных о происшествиях на кривых разных радиусов при интенсивности движения до 4500 автомобилей в сутки показала быстрое возрастание количества происшествий с уменьшением радиуса кривых. На рис. 1, а количество происшествий на 1 млн. прошедших по кривым автомобилей выражено в долях их числа на кривых с радиусом 2000 м.

Полученная зависимость достаточно близка к ранее установленной автором путем обобщения зарубежных данных, но дает несколько меньшие значения для кривых с радиусами, превышающими 2000 м, и большие для кривых с радиусами от 500 до 1200 м.

Данные, относящиеся к пригородным участкам с шириной проезжей части 7 м и с интенсивностью движения от 4500 до 7000 автомобилей в сутки показали, что при значительной интенсивности количество происшествий было больше в 1,5—2 раза (рис. 1, б).

НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ

Для постройки дорог в СССР, особенно областного и районного значения, типично их проложение через каждый встречающийся на пути населенный пункт, без учета соотношения в нем местного и транзитного движения. Кроме того, вновь построенные дороги на участках вблизи населенных пунктов начинают быстро обстраиваться домами. Поэтому магистральные дороги на значительной части своего протяжения проходят по населенным пунктам: Москва—Харьков — на 27%, Ленинград—Киев — от 24 до 28% на разных перегонах. При согласовании проектов местные организации добиваются проложения новых дорог через населенные пункты, поскольку этим повышается их благоустройство, достигаемое, однако, ценой резкого снижения безопасности движения.

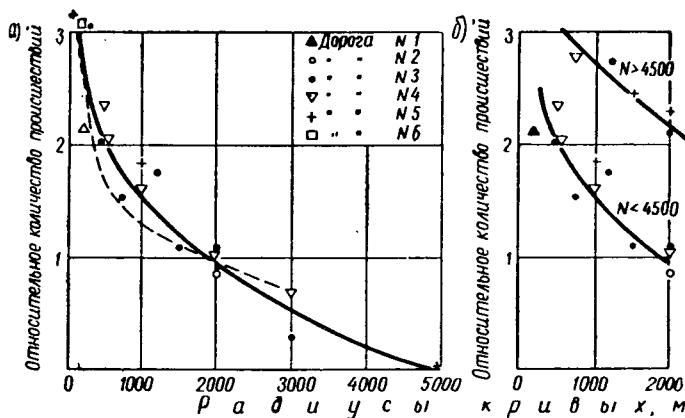


Рис. 1. Зависимость количества происшествий от радиусов кривых:

а — средняя для СССР (сплошная линия) и для зарубежных стран (пунктирная линия); б — при различной интенсивности движения N , автомобилей в сутки

Количество происшествий в пределах населенных пунктов значительно выше преимущественно за счет наездов на пешеходов и зависит от интенсивности движения (рис. 2). При построении рис. 2 за единицу было принято среднее количество происшествий при интенсивности 5000 автомобилей в сутки, близкой к предельной для дорог с симметричной проезжей частью.

Для ряда дорог было установлено практически постоянное отношение между количествами происшествий в населенных пунктах и на перегонах, равное 2,5—2,7. Большая цифра относится к интенсивности движения, превышающей 4000 автомобилей в сутки.

Эти данные показывают, что проложение дороги через населенные пункты не может рассматриваться как правильное решение. В случаях неизбежности этого должен предусматриваться ряд мер: в первую очередь, постройка вдоль строений тротуаров, затем оборудование параллельных дорог для местного транспорта и устройство вне дороги стояночных площадок.

Вводимые в последние годы в эксплуатацию автомагистрали, например, Одесса—Киев, проходят в стороне от населенных пунктов. Однако расположенные против этих пунктов участки дороги также характеризуются несколько большим, чем на смежных участках, количеством происшествий, связанным со скоплением пассажиров около плохо оборудованных посадочных площадок автобусов и большим количеством велосипедистов.

ГАБАРИТЫ МОСТОВ

На малых мостах с шириной проезжей части, равной ширине проезжей части дороги или немногим больше ее, возвышающиеся сбоку перила, тротуары и надолбы на подходах образуют сходящуюся к мосту горловину и заставляют водителей значительно смещаться к середине проезжей части, что часто приводит к столкновениям. Нередки случаи наезда автомобилей на тумбы и массивные парапеты у труб.

Обработка статистических данных дает следующие величины относительной опасности K дорожно-транспортных происшествий на мостах:

Ширина проезжей части на мосту, м	5,6	6,3	7	8	9	10
K	11,5	5,85	2,60	1,62	1	0,61

Таким образом, безопасными для движения могут считаться только мосты, у которых ширина проезжей части и тротуара равна ширине земляного полотна.

Этот вывод справедлив в тем большей степени, чем выше интенсивность движения. При малой интенсивности встречи и обгоны в зоне влияния мостов относительно редки и поэтому количество дорожных происшествий на мостах несколько снижается (рис. 3).

Анализ количества происшествий на мостах с габаритом Г-7, расположенных на участках нескольких дорог с разной интенсивностью движения, показал, что относительное количество происшествий, приходящихся на один мост, меняется следующим образом:

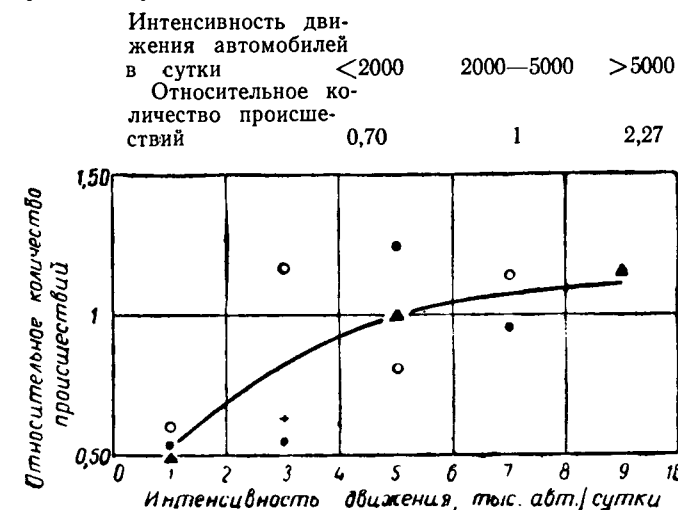


Рис. 2. Зависимость количества происшествий на 1 км дороги в населенных пунктах от интенсивности движения

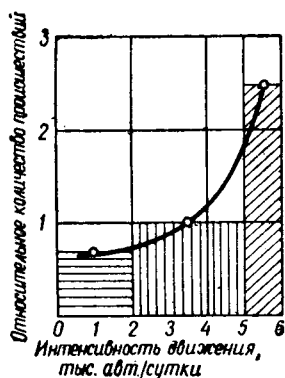


Рис. 3. Зависимость количества происшествий при 7-метровой проезжей части моста от интенсивности движения

дорог при прохождении их через населенные пункты.

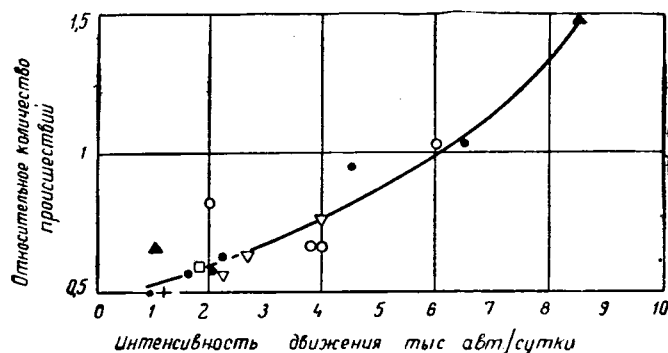


Рис. 4. Зависимость количества происшествий от интенсивности движения

ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДОРОГ

Обследованиями дорог, особенно в южных районах страны, выявлено сравнительно большое количество дорожных происшествий на пересечениях сельских дорог с весьма малой интенсивностью движения.

В зависимости от интенсивности движения по основной дороге относительная опасность происшествий K в местах съездов на дороги низших категорий и сельские дороги характеризуется следующими данными:

Интенсивность движения автомобилей в сутки	<1600	1600—3500	3500—5000	7000—5000
K	0,40	0,67	1	1,3

Эту повышенную аварийность было бы неправильно объяснять только низкой дисциплиной сельских водителей. В значительной степени она связана с неправильным оборудованием съездов и примыканий. Многие из них расположены на участках недостаточной видимости, на участках перехода из выемок в насыпи, в вогнутых кривых на пересечениях оврагов, после затяжных спусков — в местах, где автомобили, следующие по основной дороге, развивают повышенную скорость.

Проектировщики часто назначают съезды, не учитывая фактической в них потребности, без должного анализа. В результате этого, например, на дороге Павловская—Краснодар—Новороссийск свыше 20% оборудованных строителями съездов в настоящее время не используется. Вместо них в более удобных для колхозов и совхозов местах возникли так называемые «дикие съезды», расположенные в самых неудачных сочетаниях плана и профиля.

С необорудованных съездов на покрытие натаскивается грязь, которая размазывается колесами на расстояние 65—80 м. Эти участки дороги обладают повышенной скользкостью, являющейся одной из причин частых происшествий. Поэтому требование НИТУ об устройстве покрытий на съездах дорог

Примерно аналогичные условия для возникновения происшествий создаются и при устройстве магазинов и столовых непосредственно у бровки земляного полотна, а также при скоплении автомобилей на обочинах из-за отсутствия оборудованных стоянок в населенных пунктах. Попытки борьбы с этими скоплениями путем установки знаков, запрещающих стоянку, приводят лишь к тому, что автомобили останавливаются перед знаком, а на проезжей части появляются потоки пешеходов, еще более ухудшающие условия движения. Поэтому устройство площадок для стоянки должно рассматриваться как обязательный элемент строительства дорог

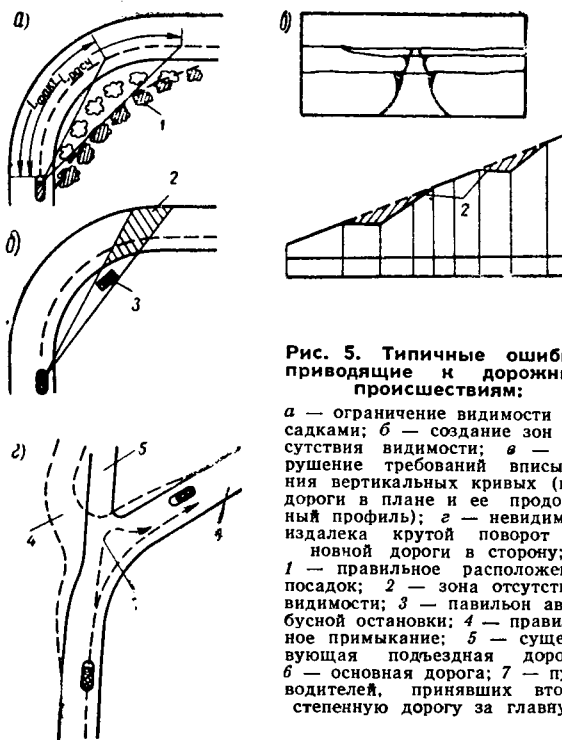


Рис. 5. Типичные ошибки, приводящие к дорожным происшествиям:

а — ограничение видимости посадками; б — создание зон отсутствия видимости; в — нарушение требований вписывания вертикальных кривых (вид дороги в плане и ее продольный профиль); г — невидимый издалека крутой поворот основной дороги в сторону; д — правильное расположение посадок; е — зона отсутствия видимости; ж — павильон автобусной остановки; з — правильное примыкание; 5 — существующая подъездная дорога; б — основная дорога; 7 — путь водителей, принявших второстепенную дорогу за главную

I—III категорий на протяжении 100 м следует считать минимальным, а к размещению и оборудованию съездов необходимо предъявлять самые повышенные требования.

ДЛИНА ПРЯМЫХ УЧАСТКОВ

Анализ распределения происшествий на длинных прямых участках дорог выявил наличие несомненной связи между длиной участка и количеством дорожно-транспортных происшествий.

На длинных прямых наблюдается увеличение количества происшествий, связанных с ослеплением ночью водителей светом фар встречных автомобилей, с превышением скорости, а также с повышенным утомлением водителей при движении в условиях однообразного ландшафта при плавных плане и профиле дороги.

Относительное количество происшествий K в зависимости от длины прямого участка менялось следующим образом:

Длина, прямого участка, км	3	5	10	15	20	25
K	1	1,1	1,35	1,55	1,85	2

Отсюда следует, что длину прямых участков, превышающую 3—5 км, следует считать нецелесообразной.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

На дорогах с малой интенсивностью движения разъезды и встречи автомобилей происходят сравнительно редко. Даже при неблагоприятных условиях плана и профиля дороги количество происшествий меньше, чем при высокой интенсивности движения в более благоприятных условиях.

Как показали данные обследования ряда дорог, приведенные на рис. 4, количество дорожных происшествий вначале возрастает почти прямо пропорционально интенсивности движения. При превышении интенсивности 6000 автомобилей в сутки, которую следует считать предельной для дорог с двумя полосами движения, наблюдается быстрый рост количества происшествий, вызываемый в первую очередь резким ухудшением условий обгонов.

ВИДИМОСТЬ

Недостаточная видимость на многих участках дорог является причиной большого числа дорожных происшествий, связанных преимущественно с обгонами на вертикальных и горизонтальных кривых.

Несмотря на большое и казалось бы общеизвестное значение видимости для безопасности движения, ни к одному показателю плана и профиля в практике проектирования, строительства и эксплуатации дороги не относятся так невнимательно.

Анализ дорожных происшествий позволяет указать на следующий ряд типичных ошибок.

1. На кривых малых радиусов в плане не принимаются меры для обеспечения видимости путем срезки откосов выемок, вырубки деревьев и кустарников, сноса заборов и строений. Служба эксплуатации не только не удаляет разрастающуюся растительность, но в некоторых случаях трафаретно располагает декоративные ряды аллейных насаждений параллельно бровке дороги с внутренней стороны кривых, ограничивая тем самым видимость (рис. 5, а).

2. На примыканиях и ответвлениях с основной дороги, на пересечениях павильоны для пассажиров на остановках автобусов, будки ГАИ и другие сооружения обычно располагают так, что они ухудшают видимость (рис. 5, б).

3. Продольный профиль проектируется, а иногда, в отступление от проектов, осуществляется строителями параллельно естественной поверхности земли, при этом нарушаются проектные требования вписывания вертикальных кривых. На многих участках дорог с высокими скоростями движения видимость на выпуклых переломах дорог не превышает 80—100 м.

Легковые автомобили, пытаясь обогнать грузовые, преодолевая подъемы с весьма малой скоростью, сталкиваются с неожиданно появляющимися из-за перелома встречными.

4. В отдельных местах, при большом протяжении прямых участков дороги, имеющих почти постоянный уклон, остаются местные впадины продольного профиля, сливающиеся издали с продолжением дороги. Находящиеся в них автомобили становятся видимыми лишь в самый последний момент (рис. 5, в).

5. При реконструкции дорог весьма часто допускают невидимые издали крутые повороты основной дороги в сторону с оставлением по ее первоначальному направлению примыкающей второстепенной дороги. Многие водители слишком поздно обнаруживают поворот и, пытаясь круто повернуть, съезжают с дороги. Правильное решение таких примыканий требует искусственного искривления второстепенной дороги в месте примыкания (рис. 5, г).

Сопоставление закономерностей, установленных при анализе данных о дорожно-транспортных происшествиях, собранных при обследованиях, с зависимостями, полученными автором по данным зарубежной статистики, показало наличие достаточно хорошей сходимости. Это свидетельствует о целесообразности развертывания совместных исследований в области безопасности движения в международном масштабе, главным образом с дорожными организациями стран народной демократии.

Большинство из отмеченных выше неудачных проектных решений не являются чем-то новым для дорожников. Однако они систематически повторяются, в первую очередь потому, что до сих пор не произведено сравнительной оценки их влияния на безопасность, скорость и режим движения, а следовательно, и на технико-экономические показатели дорог.

При вводе дороги в эксплуатацию качество выполнения всех ее деталей оценивается специальными комиссиями. Только основные ее эксплуатационные характеристики — фактически обеспечиваемые скорости перевозок и безопасность движения — не получают оценки и к ним не предъявляется количественных требований.

Необходимо рассмотреть вопрос о введении обязательных оценочных испытаний качества трассы ходовыми автомобильными лабораториями с внесением полученных результатов в акт приемки дороги, подобно тому, как выполняется проверка прочности искусственных сооружений мостоиспытательными станциями.

Мероприятия по предупреждению аварийности на дорогах не могут проводиться шаблонно и требуют тщательного анализа закономерностей движения транспортных потоков. Внимательно изучая проект дороги, строящийся или обслуживаемый участок дороги, проектировщики, строители и работники службы эксплуатации могут существенно снизить количество дорожно-транспортных происшествий и помочь органам регулирования движения.

УДК 625.7.004.68

Опыт устройства дополнительной полосы на подъеме

Инженеры Л. А. КЕРОГЛУ, В. В. СИЛЬЯНОВ

Устройство дополнительных полос на подъемах является одним из эффективных мероприятий по повышению пропускной способности дорог и производительности автомобильного транспорта.

Результаты измерений фактических скоростей движения на подъемах¹ подтвердили целесообразность устройства здесь дополнительных полос для выделения из основного транспортного потока тяжелых грузовых автомобилей и автопоездов. Для экспериментальной проверки эффективности строительства дополнительных полос, по предложению НИИАТа, Гусосдором была построена дополнительная полоса на 19-ом км дороги Москва—Волоколамск, где на протяжении 250 м уклон достигает 55‰.

Как показали наблюдения за транспортным потоком, уширение проезжей части, осуществленное путем укладки покрытия на одной из обочин, не вполне обеспечивает оптимальный режим движения. Однако опыт эксплуатации дал возможность окончательно уточнить требования к отдельным элементам дополнительных полос и оценить экономический эффект от их устройства.

В первый период после уширения проезжей части она по-прежнему использовалась автомобилями как двухполосная. Лишь после нанесения на проезжей части, при участии кафедры «Проектирования дорог» МАДИ, разметки (рис. 1) и установки знака «Левый ряд для обгона» движение начало идти по трем полосам, что привело к значительному повышению скорости.

Средние результаты массовых наблюдений за скоростью движения автомобилей в конце подъема до и после на-

несения разметки показали (рис. 2), что скорость транспортного потока в целом увеличилась на 12 км/час, а пропускная способность дороги возросла в 1,5 раза.

Участок подъема расположен на горизонтальной кривой. Это было учтено при нанесении разметки. Для повышения уверенности управления автомобилем полосу на спуске сделали переменной ширины: 3,7 м — в начале спуска, 3,2 м — в пределах кривой и 5,0 м — в конце спуска. Полоса для медленно движущихся автомобилей на подъеме и по-

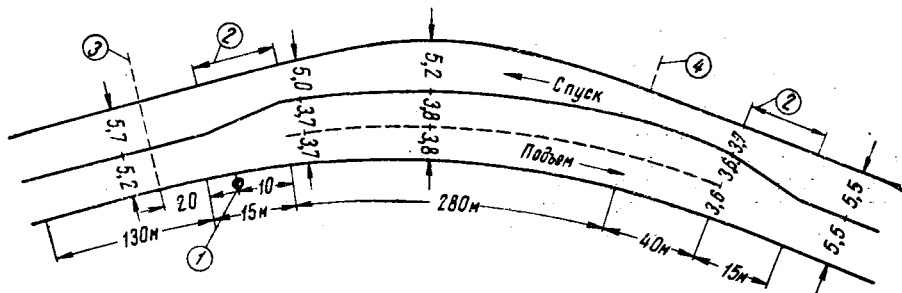


Рис. 1. Схема разметки на 19 км Волоколамского шоссе (уклон 55‰):

1 — знак «Левый ряд для обгона»; 2 — зоны перехода от трехполосной разметки к двухполосной; 3 — начало подъема; 4 — вершина подъема

¹ См. статью Л. А. Кероглу в журнале «Автомобильные дороги», 1964, № 7.

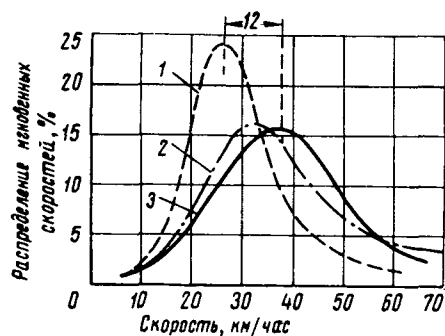


Рис. 2. Кривые распределения мгновенных скоростей на вершине подъема. Интенсивность движения в одном направлении 170 автомобилей в час:
1 — до нанесения разметки; 2 — после нанесения разметки (без знака); 3 — после нанесения разметки и установки знака

лоса для обгона имели ширину 3,6 м с уширением на кривой до 3,8 м.

Такая разметка проезжей части вполне удовлетворяла требованиям движения и способствовала повышению скорости автомобилей в обоих направлениях. Недостатком поперечного профиля опытного участка является сужение обочин против нормы в отдельных местах.

Определение необходимой длины дополнительных полос требует еще обоснования с точки зрения правильной организации движения на подъемах и безопасности движения. С этой целью НИИАТом было проведено изучение режима движения автомобилей на подъемах. Испытательный автомобиль включался в общий поток движения и записывал его режим при помощи пятого колеса и протарированного спидометра. Было установлено, что использование автомобилями в начале подъема инерционной энергии дает возможность принимать длину полосы отвода для перехода от двухполосного движения к трехполосному равной 50 м, в соответствии с нормами СНиПа, и начинать ее от подошвы подъема.

При преодолении подъема на его вершине разница в скорости распространенных автомобилей и автопоездов имеет наибольшее значение. После преодоления подъема наиболее интенсивное нарастание скорости происходит на протяжении 100 м, а затем это различие сокращается и соответствует наблюдаемому на горизонтальных участках. Поэтому после окончания подъема дополнительная полоса должна быть продолжена еще на 100 м, после чего на протяжении 50 м осуществляется переход от трехполосного движения к двухполосному.

На рис. 3 представлены продольный профиль и эпюры скоростей движения автомобиля ГАЗ-51 по замерам в нескольких точках участка при различных условиях движения до и после устройства дополнительной полосы и проведения разметки. Каждая эпюра является средней из десяти заездов. Сравнение средних мгновенных скоростей показывает, что благодаря использованию третьей полосы на подъеме удалось повысить

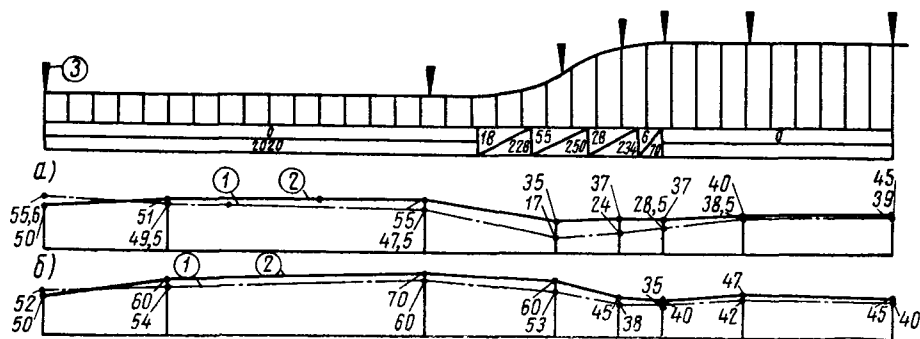


Рис. 3. Скорости движения экспериментального автомобиля на 19 км Волоколамского шоссе:

а — средние мгновенные скорости автомобиля ГАЗ-51 при движении в потоке; б — средние мгновенные скорости автомобиля ГАЗ-51 при отсутствии транспортных помех;
1 — до устройства дополнительной полосы; 2 — после устройства дополнительной полосы с разметкой; 3 — точки на местности, в которых фиксировали скорости



Рис. 4. Вид участка с разметкой

скорость при движении в потоке. Одновременно разметка дороги привела к уменьшению влияния встречного движения и дала возможность в большей степени использовать инерционную энергию для преодоления подъема.

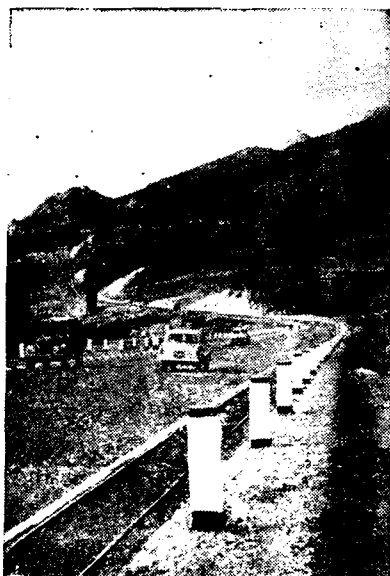
На основе данных об интенсивности движения, составе транспортного потока и распределения автомобилей в потоке, удалось установить, что ежедневно непроизводительные потери имели около 64% автомобилей. По данным хронометрирования продолжительности пробега автомобиля ГАЗ-51, идущего со скоростью потока, средняя потеря на один рейс составила 89 сек.

Устройство дополнительной полосы позволило сократить количество автомобилей, испытывающих задержки, до 23%, а среднюю потерю времени для этих автомобилей — до 30 сек. Суммарная экономия за год только от снижения накладных расходов на 1 ткм благодаря повышению скорости движения на этом участке была определена в 1707 руб. Стоимость затрат на устройство дополнительной полосы с разметкой проезжей части

составила около 1800 руб. Таким образом, вложенные затраты окупаются в течение одного года эксплуатации дополнительной полосы.

Экономический эффект, полученный на участке опытного строительства, подтвердил явную целесообразность устройства дополнительной полосы для движения тяжелых грузовых автомобилей.

Обследования ряда дорог показали, что на многих подъемах имеется возможность без больших капиталовложений выделить дополнительную полосу для медленно движущихся автомобилей, устроив покрытие на обочинах и нанеся разметку. При этом необходимо учесть, что обеспечение безопасности движения и повышение производительности автомобильного транспорта достигается только при соблюдении жестких требований к параметрам дополнительных полос. Поэтому необходимо в самое кратчайшее время разработать указания по их проектированию, определив условия, вызывающие необходимость строительства дополнительных полос, и установить нормы на их основные параметры.



1



2

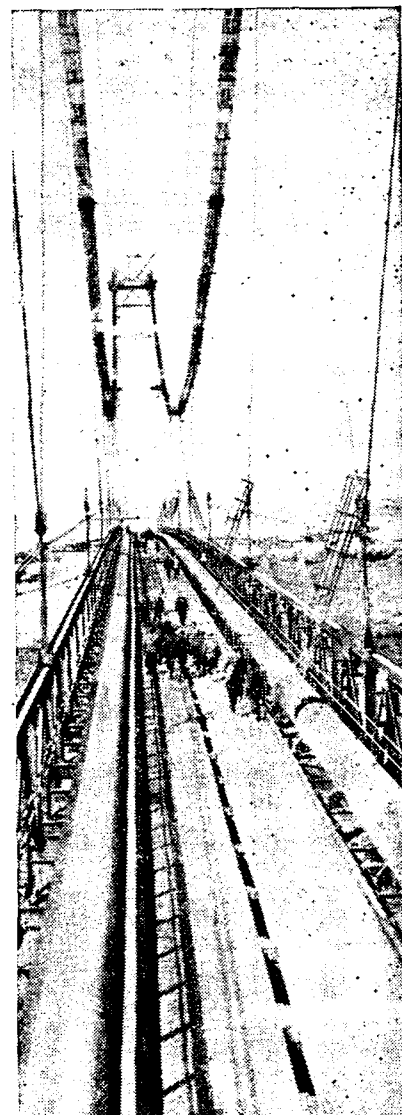
С каждым годом все совершеннее становятся дороги нашей страны. В различных районах, в разнообразных климатических условиях, в любое время года ведутся бесперебойные перевозки народно-хозяйственных грузов.

На фотографиях: 1—2 — современные средства обеспечения безопасности движения на дороге Ялта—Алушка—Севастополь; 3 — серпантины на дороге Ташкент—Коканд; 4 — вантовый мост через Амур-Дарью на одной из дорог Узбекистана; 5 — участок подмосковной дороги

Фото А. Карпухича,
В. Иконова и А. Ганюшина.

3

4



5

7

Использование ширины проезжей части дороги автомобилями

Инж. В. Н. ИВАНОВ

В отличие от траектории движения рельсового транспорта фактическая траектория движения автомобиля не совпадает с расчетной, положенной в основу формул проектирования дорог. Это несовпадение возникает из-за неровности проезжей части и наличия поперечного уклона дороги, а становится возможным из-за бокового увода колес и наличия люфтов в системе рулевого управления и ходовой части автомобиля.

Автомобиль большую часть пути совершает под каким-то углом к теоретическому направлению движения, поэтому необходимо рассматривать фактический динамический габарит автомобиля, занимаемый им в поперечной плоскости на проезжей части. Даже при движении по прямолинейному участку дороги продольная ось автомобиля совершает какие-то отклонения и практическая траектория любой точки автомобиля носит «синусоидальный» характер.

В 1963 г. в Московском автомобильно-дорожном институте автором были проведены исследования величины отклонений продольной оси автомобиля от теоретической траектории в зависимости от скорости и режима движения, поперечного уклона проезжей части и радиуса кривой. Истинная траектория движения фиксировалась при помощи установленных на автомобиле датчиков положения продольной оси автомобиля, угловой скорости перемещения автомобиля в поперечной плоскости пути, линейной скорости, положения управляемых колес.

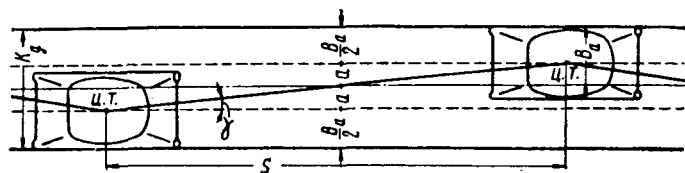


Рис. 1. Схема определения динамического коридора автомобиля

Величину бокового смещения центра тяжести автомобиля от оси полосы движения (рис. 1) определяли по следующим формулам:

$$a = S \operatorname{tg} \gamma \quad (1)$$

$$\text{и } a = v \omega t^2, \quad (2)$$

где S — путь, пройденный автомобилем, м;
 γ — угол отклонения продольной оси автомобиля, град.;
 v — линейная скорость автомобиля, м/сек;
 ω — угловая скорость движения автомобиля в горизонтальной плоскости, 1/сек;
 t — время движения автомобиля, сек.

Испытания показали (рис. 2), что грузовой автомобиль ГАЗ-51 имеет несколько большую величину отклонений в поперечной плоскости, чем легковой автомобиль «Волга» при одних и тех же скоростях движения. Это, видимо, связано с большей радиальной жесткостью шин и подвески автомобиля ГАЗ-51. Величина бокового смещения возрастает с увеличением скорости движения автомобиля, отрицательного ускорения и поперечного уклона дорожного покрытия на прямолинейных участках и при движении по внешней стороне кривой, а также с уменьшением радиуса кривизны.

Результаты испытаний позволяют определить величину динамического коридора (см. рис. 1) как сумму расчетной ширины автомобиля и размаха поперечных отклонений

$$K_d = B_a + 2a, \quad (3)$$

где B_a — ширина автомобиля, м;

a — величина бокового смещения автомобиля, м.

Так например, динамические коридоры для некоторых распространенных автомобилей (см. рис. 2, а) составляют: М-21 «Волга» при скорости 120 км/час $K_d = 1.80 + 0.80 = 2.60$ м, ГАЗ-51 при скорости 80 км/час $K_d = 2.28 + 0.68 = 2.96$ м.

В качестве зазоров безопасности используется оставшаяся часть ширины проезжей части: для автомобиля «Волга» — 1.15 м, для автомобиля ГАЗ-51 — 0.79 м. Полученные величины необходимо уменьшить вдвое, так как автомобиль движется симметрично относительно краев движения. Приведа

полученные величины к ширине кузова соответствующего автомобиля, получим значения относительного зазора для «Волги» — $0.3 B_a$, для ГАЗ-51 — $0.15 B_a$.

Величины $0.15 B_a$ явно недостаточно для уверенного управления автомобилем. Опыт вождения показывает, что следует принимать зазоры безопасности не менее 0.25 значения ширины кузова автомобиля B_a . Иначе водитель не сможет уверенно управлять автомобилем при скорости движения выше 80 км/час.

Анализ рис. 2, б показывает, что величина отклонения автомобиля различается при движении по внешней и внутренней полосе закругления двухскатной дороги.

При движении автомобиля по внешней стороне двухскатного профиля на кривой величина центробежной силы суммируется с дополнительной составляющей веса автомобиля, возникающей в результате изменения наклона его вертикальной оси. Автомобиль под действием большей поперечной силы начинает двигаться по траектории, приближаясь к кромке проезжей части, и необходимо вмешательство водителя для стабилизации направления движения автомобиля.

Кроме того, движение по внешней стороне закругления связано с нежелательным явлением постоянного напряжения и значительного проскальзывания в зоне контакта шины с дорогой, а также напряжения в системе рулевого привода, так как

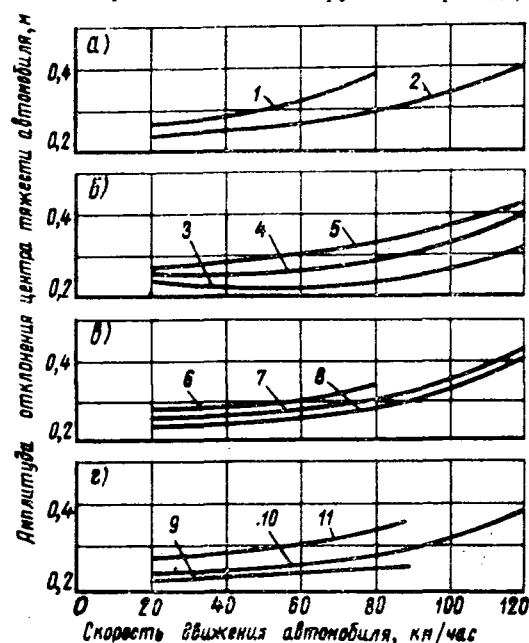


Рис. 2. Зависимость величины бокового смещения от скорости для различных автомобилей (а) и для автомобиля М-21 «Волга» на кривых (б) при различном линейном ускорении автомобиля (в) и неодинаковых поперечных уклонах покрытия (г):

1 — ГАЗ-51; 2 — М-21 «Волга»; 3 — $R = 2000$ м, $i_n = +2\%$; 4 — $R = 8$ м, $i_n = 2\%$; 5 — $R = 200$ м, $i_n = -2\%$; 6 — $v = 3.0$ м/сек²; 7 — $v = 1.0$ м/сек²; 8 — $v = 0.5$ м/сек²; 9 — $i_n = 0\%$; 10 — $i_n = 2\%$; 11 — $i_n = 3.0-3.5\%$

угол поворота управляемых колес при этом «компенсирует» составляющие веса и центробежной силы.

При движении по внутренней полосе, как показывает форма траектории, автомобиль как бы взбирается вверх по уклону. Происходит уравнивание сил, действующих на автомобиль, и направление движения стабилизируется. Водитель при этом менее утомляется, и автомобиль как бы сам вписывается в кривую.

Таким образом, существует еще одна положительная сторона виражей, которые до сих пор оценивались только с точки зрения повышения устойчивости движения и психологического

воздействия на водителей. Можно полагать, что однокатный профиль целесообразно устраивать на кривых всех радиусов, а не только с радиусами, меньшими 3000 м, как это предусматривается действующим СНиП II-Д.5-62.

Кроме того, анализ кривых (рис. 2, б) показывает, что величина бокового смещения автомобиля на кривой с устройством виража несколько больше, чем при движении по прямолинейному участку с поперечным уклоном. Следовательно, трассу автомобильной дороги рационально проектировать из сочетавшихся в плане кривых, которые будут обеспечивать стабилизацию заданного направления движения автомобилей. Такие дороги значительно облегчат труд водителей в поддержании заданного направления, что повысит безопасность движения. При движении по такой «стабилизирующей» дороге из-за наиболее удачного решения уравнивания сил, действующих на автомобиль, будет уменьшен износ его шин и ходовой части, а также снижены удельные нагрузки в зоне контакта шины с дорогой, что в свою очередь приведет к увеличению срока службы дорожного покрытия.

Из графика, представленного на рис. 2, в, можно сделать заключение, что при торможении автомобиля величина отклонения несколько больше, чем при равномерном движении. Отклонение тем больше, чем интенсивнее торможение. Этот факт свидетельствует о том, что на тормозных съездах и шлюзах необходимо делать проезжую часть большей ширины, чем на полосах ускорения, так как торможение может быть осуществлено с интенсивностью 1,7—3,2 м/сек², а разгон — с интенсивностью 0,5—2,0 м/сек². Причем как видно из рис. 2, в, отклонение при положительном ускорении 0,5 м/сек² меньше, и ширину проезжей части выходного шлюза (переходно-скоростной полосы) можно допустить меньшую. Протяженность же разгонного шлюза должна быть больше, чем тормозного из-за

некоторого различия в интенсивности изменения абсолютных значений скорости. Таким образом, можно, варьируя ширину и длину шлюзов, сделать капитальные затраты на строительство переходно-скоростных полос одинаковыми.

Например, для тормозных переходно-скоростных полос можно принимать ширину проезжей части 3,75 м (хотя бы в самом начале полосы), а длину выбирать в зависимости от перепада скоростей и допустимого отрицательного ускорения (1,5—2,0 м/сек²).

Ширина разгонной переходно-скоростной полосы может быть принята 3,0—3,5 м, но длина должна быть выбрана не только с учетом перепада скоростей и возможного линейного положительного ускорения автомобиля, но и с учетом выбора водителем такого промежутка времени между двумя автомобилями главного потока, при котором не произойдет снижения скорости движения на магистрали. Последнее в значительной степени зависит также от видимости на пересечении.

График, представленный на рис. 2, г, показывает, что величина отклонения автомобиля на прямолинейных участках связана с величиной поперечного уклона проезжей части. Наименьшие отклонения автомобиля наблюдаются при нулевых значениях поперечного уклона. Отклонения вызываются не только абсолютным средним значением уклона дорожного покрытия, но и неравномерностью его на протяжении участка дороги, а также в каждом ее поперечнике. Естественно, что при абсолютно ровной поверхности дороги, нулевом значении уклона дорожного покрытия, отсутствии аэродинамических и неуравновешенных массовых сил, отклонений автомобиля не должно быть.

Таким образом, можно сказать, что чем выше будет ровность покрытия, тем меньшая ширина дороги будет требоваться для движения автомобиля с высокой скоростью.

Организовать современную связь в дорожных хозяйствах

В настоящее время связь между подразделениями ДЭУ-133 Управления Азово-Черноморских дорог осуществляется с помощью телефона общегосударственного пользования. Однако из-за большой загруженности линии связь практически можно поддерживать лишь рано утром (до 7 час.) и поздно вечером (после 18 час.). Это, конечно, не обеспечивает должной оперативности руководства, что особенно ощущается в зимнее время, когда ведутся снегоочистительные работы.

ДЭУ-133 выполняет большие работы по капитальному ремонту дорог союзного значения. И если иногда бывает необходимо сделать какую-либо незначительную перестройку в организации работ, то для передачи распоряжения приходится посылать работника технической части на грузовом автомобиле за 100 км лишь для того, чтобы сказать несколько слов дорожному мастеру. Нетрудно себе представить, какой ущерб наносит такая практика на всей сети дорог.

Совершенствование автомобильного транспорта и рост его парка предъявляют к дорожникам с каждым годом все более повышенные требования. Средства же связи у дорожников остаются на прежнем низком уровне (в ДЭУ-133 из 8 дистанций только 4 имеют телефоны).

С прошлого года при ДЭУ организована платная техническая помощь для проезжающих по дороге. Отсутствие же надлежащей связи между подразделениями

ями ДЭУ сводит на нет эту работу. Практика показала, что существующее сейчас патрулирование технической помощи не дало положительных результатов, так как автомобиль-летучка весь день оторван от пункта технической помощи и переадресовка его в нужный момент бывает невозможна.

По нашему мнению вопрос о связи в дорожных организациях должен решаться двумя путями одновременно или одним из них — организация селекторной связи (как на железных дорогах) и радиосвязи (с радиусом действия до 100 км).

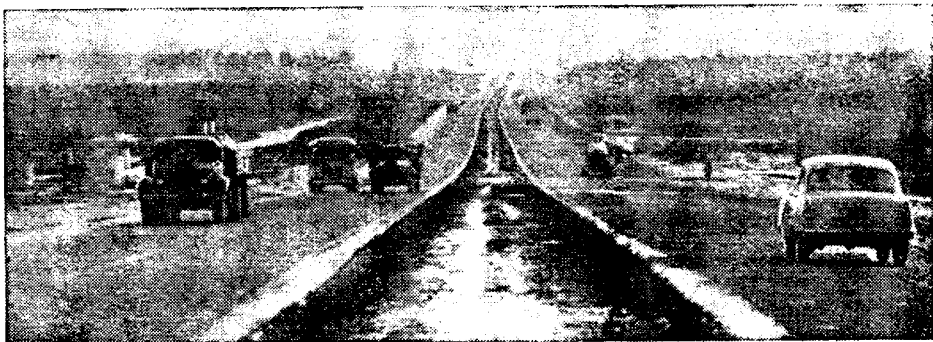
Селекторная связь особых затрат не потребует, так как линию можно протя-

нуть по согласованию с министерством связи по их существующим столбам, идущим вдоль дороги. Общий коммутатор должен быть установлен в Управлении дороги, а в каждом ДЭУ и ДСР — малые коммутаторы емкостью до 20 номеров. В таком случае при Управлениях должна быть организована служба связи.

Радиосвязь может быть организована быстрее, поскольку, кроме приобретения аппаратуры, других затрат не требуется. Наличие радиосвязи позволит оборудовать радиами снегоочистительные механизмы, автомобиль службы технической помощи и т. д. Оборудование снегоочистительных машин радиосвязью позволит диспетчеру четко руководить работами по снегоочистке.

Все затраты по организации связи быстро окупятся, а оперативность руководства резко повысит производительность труда работников службы ремонта и содержания дорог.

Инж. Г. Ф. Власов



Дорожно-эксплуатационные участки переведены на хозрасчет

И. Т. АЛЕКСЕЕВ

До 1957 г. местные дороги в Узбекистане составляли около 90% общего протяжения автомобильных дорог республики. На этих дорогах почти не было постоянно действующей дорожно-эксплуатационной службы. Слабые в организационном и техническом отношении ДЭУ и райдоротделы, в ведении которых находилась основная масса автомобильных дорог, не справлялись с возложенными на них задачами.

Тормозом дальнейшего развития дорожного хозяйства и улучшения службы ремонта и содержания автомобильных дорог являлась несовершенная структура эксплуатационной службы автомобильных дорог.

С целью устранения этого недостатка Министерством автомобильного транспорта и шоссейных дорог Узбекской ССР с помощью центральных партийных и советских органов республики в последние годы были приняты меры по улучшению структуры дорожного хозяйства, в том числе службы ремонта и содержания автомобильных дорог.

На основании тщательного экономического изучения была пересмотрена сеть автомобильных дорог и их подразделение на общегосударственные, республиканские, областные и местные. Так, важнейшие магистральные дороги, выходящие в соседние республики, связывающие между собой промышленные и административные центры, вновь осваиваемые земли, газовые, нефтяные и рудные месторождения были отнесены к республиканским дорогам. В результате сеть таких дорог увеличилась с 6,4 до 14,5%. К этому времени общесоюзные и республиканские дороги обеспечивали почти 70% всех автомобильных перевозок республики. Дороги, обслуживающие областные и районные перевозки, составили около 30% от всей сети. Все они находятся в ведении облавтошосдор. Остальные дороги были отнесены к местным, обслуживающим производственные и хозяйственные нужды колхозов и совхозов.

Принятое разделение автомобильных дорог наиболее полно отвечало требованиям развития основных отраслей народного хозяйства, повышало заинтересованность в строительстве и улучшении технического состояния автомобильных дорог республики. Достаточно отметить, что за последние 10 лет общие вложения денежных средств в дорожное хозяйство республики возросли в 2,3 раза, причем средства, привлекаемые от доходов автотранспорта, увеличились с 2% до 34%.

В настоящее время все местные дороги переданы колхозам и совхозам по принадлежности. В связи с этим были

ликвидированы райдоротделы. При райисполкомах же введены должности районных дорожных инженеров, на которых возложены инспекторские функции в отношении дорог, закрепленных за колхозами, совхозами и контроль за выполнением колхозами, совхозами и другими организациями, расположенными на территории района, обязательств по Указу.

Для обслуживания общегосударственных и республиканских дорог создано линейное эксплуатационное управление «Управтодор».

В целях повышения заинтересованности и ответственности эксплуатационных хозяйств в подтягивании дорожного хозяйства Узбекистана и ликвидации бездорожья дорожно-эксплуатационные участки были переведены на хозяйственный расчет. Их деятельность включена в программу подрядных работ наравне с деятельностью дорожно-строительных организаций. Линейная служба осталась за ДЭУ и по-прежнему находится на госбюджете. Заказчиками в отношении ДЭУ являются соответственно Управтодор и облавтошосдоры.

Перевод ДЭУ на хозяйственный расчет, кроме всех преимуществ хозяйственного расчета, создал условия для увеличения мощности и расширения их деятельности, позволил им вести на подрядных началах работы по ремонту колхозных и совхозных дорог, находящихся в зоне деятельности ДЭУ.

Все это усилило активность работников ДЭУ в повышении технического состояния дорожной сети и улучшило условия работы автомобильного транспорта на дорогах. Достаточно сказать, что из всех дорог Узбекистана, имеющих черное покрытие, более 60% выполнено силами эксплуатационных хозяйств. В настоящее время все крупные населенные пункты, в том числе колхозы, совхозы, связаны между собой дорогами в основном с черными покрытиями.

Сейчас важнейшей задачей дорожно-эксплуатационных организаций, особенно на магистральных дорогах, является обеспечение безопасности движения автомобильного транспорта и организация образцового обслуживания пассажиров и автомобильного транспорта, занатого на транзитных перевозках грузов.

Необходимо дальнейшее укрепление и расширение эксплуатационных хозяйств, находящихся в ведении облавтошосдор. Это вызывается, прежде всего, ростом сети областных автомобильных дорог и, кроме того, увеличением объемов ремонтных работ, выполняемых ДЭУ по заказам колхозов и совхозов на подрядных началах.

ЕЩЕ О ШАРНИРНЫХ ТРУБАХ

системы инж. А. К. Годыны

Более десяти лет назад в дорожно-эксплуатационном участке № 945 Управления Азово-Черноморских автомобильных дорог (теперь ДЭУ-137) было изготовлено около 320 звеньев труб диаметром 0,75 м с несовершенными шарнирами системы инж. А. К. Годыны.

За время эксплуатации этих труб в течение 11—12 лет каких-либо деформаций в звеньях не обнаружено.

Звенья труб изготавливали в обычной металлической виброформе с установкой в ней металлических прокладок, образующих четыре несовершенных шарнира.

Бетонную смесь приготавливали из морского гравия размером 5—20 мм, морского песка и портландцемента марки 300.

Состав бетона характеризовался следующим соотношением материалов на 1 м³ с учетом влажности: цемента — 273 кг, воды — 95 л, гравия — 1514 кг, песка — 530 кг.

Прочность бетона, проверенная по соответствующей формуле, равнялась 172 кг/см² (при В:Ц=0,53).

Осадка конуса Абрамса принималась равной 0,5 см.

Строгое соблюдение дозировки материалов (с учетом их влажности), тщательность приготовления и укладки смеси и правильность ухода за бетоном позволили изготовить звенья труб отличного качества. Фактическая прочность бетона по данным испытания лаборатории составила от 175 до 195 кг/см². Расход арматуры (диаметром 6 мм) на одно звено диаметром 0,75 м, длиной 1 м, составил 3,5 кг (при диаметре арматуры 8 мм — 6,4 кг).

Стоимость изготовления одного звена равнялась 8 р. 90 к. (в новом масштабе цен), 1 м³ железобетона — 33 р. 60 к.

Бригада в составе 7 чел. изготовляла в среднем 9—10 звеньев за смену.

На Краснопольском шоссе в 1952—1953 гг. было уложено 32 трубы. Основанием служили гравийно-песчаные подушки, тщательно и послойно утрамбованные. При этом необходимо особо подчеркнуть, что последующая засыпка трубы велась из грунтов, аналогичных грунтам подушки. Засыпали грунт равномерно с обеих сторон трубы, слоями не более 15 см и тщательно уплотняли, особенно в паузах.

Естественным основанием служил гравелистый грунт размером не более 50 мм или крупный песок. Грунтовая подушка и обсыпка трубы устраивались во всех случаях — в скальных, крупнообломочных сцементированных грунтах, а также мелких песках, супесях, суглинках, глинах, торфе и черноземе.

Широкое внедрение шарнирных труб, стоимость которых почти в полтора раза меньше обычных, позволило сэкономить много средств и металла для строительства новых дорог.

Начальник ДЭУ-137 И. Кусакин, инж. Я. Градский

Содержание температурных швов цементобетонных покрытий

Инж. А. Г. МАЛЯРОВА

В текущем содержании цементобетонных покрытий большой удельный вес занимают затраты средств и рабочей силы на ремонт швов и, в частности, на заполнение их мастикой. Каждое дорожно-эксплуатационное хозяйство ремонтирует температурные швы по-своему, применяя разные составы мастик, различные конструкции мешалок для их приготовления и различные средства заполнения швов.

Так, на участке дороги Москва—Ленинград с цементобетонным покрытием температурные швы заполняют мастикой, приготовленной на месте работ в передвижном котле без лопастей емкостью 200 л. Состав мастики назначается на месте работ, исходя из наличия материалов (таблица). Как видно из таблицы, применяемые составы не соответствуют составам, рекомендуемым Техническими указаниями по приготовлению мастик и способам заполнения швов ВСН 43—60 Минтрансстроя, так как в некоторых ссоставах отсутствовал волокнистый наполнитель — асбестовая крошка. Лабораторные исследования образцов мастик из швов показали полную растекаемость их при температуре +50°C и низкую температуру размягчения по К и Ш. Обследованием состояния температурных швов установлено, что в жаркое время года такая мягкая мастика налипает на колеса автомобилей, оседает вниз в продольном шве и сплывает на обочину из поперечных швов.

Осенью в швах наблюдается отслоение мастики от бетона.

Так как мягкая мастика летом сильно прилипает к бетону и очистка швов вручную требует значительных затрат труда, то швы с осевшей мастикой при ремонте, как правило, не очищают, а просто доливают новую мастику на старую. Из швов с разрушенными краями бетонной плиты старую мастику полностью удаляют металлическими щетками и крючками. При заливке швов мастикой применяют конические воронки на колесном ходу, изготовленные мастерскими ДЭУ. Для изготовления воронок использован клапан с заливщика Д-344. Отверстие клапана расточено до диаметра 20 мм.

Календарные сроки работ по ремонту швов следующие: в апреле — ямочный ремонт и заделка швов с разрушенными краями бетонных плит, в мае — заливка швов с осевшей мастикой, в августе—сентябре — вторичная заливка швов. Всего ежегодно ремонтируют 60—70% швов. Причем меньше всего приходится ремонтировать швы, залитые мастикой с применением асбеста.

До 1962 г. в хозяйствах Управления спецдорог температурные швы заполняли или битумом с присыпкой холодным асфальтом, или мастикой, приготовленной из битума БН-II, БН-III, известнякового порошка и речного песка. Готовили мастику и заполняли ею швы так же, как и в Упрдоре Москва—Ленинград. Битум в швы заливали через шланг непосредственно из гудронатора.

Приведенные в таблице данные показывают, что материалы, которыми заполняли швы до 1962 г., нетеплостойкие.

При обследовании состояния температурных швов после года эксплуатации оказалось, что в швах, заполненных мастикой с известняковым порошком и речным песком, сохранилось до 10% мастики, а с одним известняковым порошком — только следы мастики.

В Упрдоре Таллин—Выборг с 1960 г. температурные швы заполняли резино-битумной мастикой. Для приготовления ее применяли только один порошкообразный наполнитель — известняковый порошок, или кукуермит. Как и следовало ожидать, все образцы мастики из швов имеют пониженную температуру размягчения, так как количество наполнителя было уменьшено по сравнению с количеством, заданным лабораторией Упрдора.

Низкое содержание наполнителя объясняется оседанием его на дно котла во время приготовления и расслаиванием (в момент заливки шва) смеси, не имеющей в своем составе волокнистого наполнителя, что подтверждают результаты специального испытания на расслаиваемость при рабочей температуре (см. последнюю графу в таблице). Залитая в 1960 г. резино-битумная мастика летом осела в швах, и появилась необходимость в сплошной доливке швов мастикой в 1961 г. Во время осмотра в мае 1962 г. все швы были полностью заполнены мастикой. Отслоения ее от бетона в осенне-зимний период не наблюдалось. Однако в некоторых местах на мастике в середине шва появлялись трещины. При осмотре следы этих трещин были заметны, но большая часть их уже закаталась под движением.

Температурные швы на дороге Москва—Горький заполняли мастикой, рекомендованной техническими указаниями по приготовлению мастик и способам заполнения швов ВСН 43-60. В 1960—1961 гг. мастики готовили из битума марки БН-III с добавкой 1% каменноугольного масла, асбестовой крошки и известнякового порошка. Составы мастик с температурой размягчения 65—73° для каждого ДЭУ подбирались заранее лабораторией Упрдора в зависимости от наличия заготовленных материалов. В 1962—1963 гг. температурные швы заполняли теплостойкой резино-битумной мастикой с температурой размягчения не ниже 70°C.

Приготавливали мастику централизованно на стационарных лопастных мешалках с механическим приводом. Мешалка представляет собой переоборудованный котел с гудронатора «Комсомолец» емкостью 3000 л, в котором на валу смонтировано 15 лопастей. Концевые части лопастей съемные, что облегчает периодическую чистку котла. Мешалки смонтированы на кирпичном фундаменте. Нагревают мастику снизу форсунками.

Упрдор	Год применения	Состав мастики по весу, %				Температура размягчения по К и Ш, °С, по данным лаборатории Упрдора	Результаты испытания проб мастик из швов по данным ЦНИЛ				
		битум	резиновая крошка	асбестовый порошок	известняковый минеральный порошок		фактическое содержание наполнителей	температура размягчения по К и Ш, °С	число растекаемости	температура хрупкости, °С	расслаиваемость по весу, %
Москва—Ленинград	1960—1961	70	—	—	30	—	5,4	51	Полная	0	—
		60	—	—	25	—	5,9	51	•	0	—
		65	10	15	25	—	5,7	48	•	0	—
Управление спецдорог	1960*	60	—	—	5	—	14,4	52	•	0	—
		60	—	—	40	—	12,4	50	•	0	—
		1963	45	7	48	70	—	54	3,6	—5	23,0
Таллин—Выборг	1960	35	7	—	58	63	—	45	6,8	0	0
		1960	35	7	58	63	—	53	3,4	—5	27,0
		1961	36	7	57**	62	—	57	2,9	—7	42,0
Москва—Горький	1961	36	7	—	57**	62	—	60	1,7	—7	27,7
		1960	40	—	45	65	73,7	68	3,6	0	—
		1960	36	—	52	69	56,5	59—63	21—48	0	—
	1961	53	—	5	42	68	—	61—67	3,5	0	—
		1962	64	6	25	70	—	До 63—70	3,5	—10	—
		1963—1964	75	8	5***	10	70	До 74	2,0	—20	—

* В этом случае вместо резиновой крошки и асбестового порошка добавили 35% речного песка.

** Здесь вместо известнякового порошка использовали кукуермит.

*** Кроме асбестового порошка было добавлено и 2% волокна лавсана.

В мешалку сначала загружают обезвоженный битум при температуре 160° и затем, постепенно, сухие наполнители. Дозировка — объемная. На приготовление мастики затрачивается около 8 час., по существу это время на нагрев холодных наполнителей. Выгружают мастику из мешалки через боковое отверстие обратным вращением лопастей.

Для перевозки мастики на место работ изготовлена передвижная мешалка емкостью 1 т. Мешалка представляет собой цилиндрический бак, расположенный горизонтально на двухосном прицепе. Под баком находится топка для поддержания рабочей температуры мастики. На горизонтальном валу в мешалке смонтированы лопасти, которые приводятся в действие бензиновым двигателем. Мастику загружают в передвижную мешалку через верхнюю крышку. Выгрузка мастики в заливщик происходит самотеком через кран, расположенный внизу бака.

Старую мастику из швов удаляли в основном отбойным молотком, работающим от электростанции машины дорожного мастера. В гнездо молотка свободно вставляется долото шириной 10 мм. Однако работа с отбойным молотком утомительна и требует известного навыка. При малейшем перекасе долота кромка бетонной плиты повреждается, очень часто выходят из строя долота и перегорают молотки.

Перед заливкой швы продувают сжатым воздухом и прогрунтовывают вручную каменноугольным маслом. Заполняют швы мастикой с помощью заливщика на колесном ходу. На ремонте швов работает звено из 6 человек и разливают за смену до 3 т мастики на участке, протяженностью от 1 км и более, в зависимости от состояния температурных швов.

Составы мастик, применяемые для заполнения швов в 1960—1963 гг., и результаты их испытания приведены в таблице. Рассматривая результаты испытания можно видеть, что температура размягчения проб мастики из швов, заполненных в 1960 г., на 5—10° ниже заданной по составу, в 1961 г. на 1—7° ниже заданной. Обследованием, проведенным через год после заполнения, установлено, что мастика в продольном шве осела на 1—3 см, в 45—50% поперечных швов мастика частично или полностью выкрошилась, и требовался ремонт.

Как правило, мастика отсутствовала в широких швах с разрушенными кромками плит. В осенне-весеннее время во всех без исключения швах мастика отслаивалась от бетона, зимой на ней появлялась сетка трещин. В некоторых швах после года эксплуатации осела резино-битумная мастика. Температура ее размягчения в этих местах оказалась ниже 68°. Наблюдалось также отслоение резино-битумной мастики от бетона в сырую погоду и образование трещин на мастике в середине шва при отрицательных температурах. Однако количество швов с разрушенной мастикой снизилось до 30—35%.

Значительно повысилось качество мастики, приготовленной в 1962—1963 гг. Упрдором Москва—Горький с применением отходов волокна лавсана. В 1964 г. все ДЭУ на дороге Москва—Горький заполняли швы теплостойкой резино-битум-

ной мастикой, содержащей в своем составе асбестовую крошку и отходы лавсана.

У всех проб мастики из швов была определена температура хрупкости путем сбрасывания охлажденных при различной температуре шариков из мастики весом 50 г с высоты 4 м. Хрупкость мастики характеризовалась той температурой, при которой шарики разбивались или имели видимые на глаз трещины.

Как показывают результаты определения, у мастик, приготовленных из битумов БН-II, БН-III в смеси с асбестовой крошкой и минеральным порошком, температура хрупкости 0°. При введении в трехкомпонентную смесь резиновой крошки температура хрупкости понижается до —10°. Резино-битумная мастика, приготовленная с одним порошкообразным наполнителем, более хрупкая, чем подобная мастика с минеральным порошком и волокнистым наполнителем. Если же в такую мастику добавить отходы лавсана, ее хрупкость снижается до —20°.

Сопоставляя результаты определения температуры хрупкости и результаты обследования швов, можно видеть, что мастики с температурой хрупкости до —5° при морозе имеют сетку трещин и выкрашиваются из швов. Резино-битумные мастики с температурой хрупкости до —10°, приготовленные путем кратковременного механического смешения, отслаиваются от бетона в сырую погоду и, как правило, зимой дают трещину по середине шва.

Анализируя результаты проведенного обследования, можно сделать следующие выводы.

1. Мастики с температурой размягчения ниже 70°C раскисают во время заполнения шва, в жаркую погоду налипают на колеса автомобилей, оседают вниз шва или сплывают на обочину.

2. Теплостойкую мастику можно приготовить только с применением волокнистых наполнителей, придающих ей стойкость против оплывания. В качестве такого наполнителя, кроме асбестовой крошки, можно использовать циклонную пыль асбестовых обогатительных фабрик, стекловолокно, отходы синтетического волокна.

3. Мастики с температурой хрупкости до —10° не морозостойки. В швах, заполненных такой мастикой, неизбежны трещины и выбоины.

4. При существующей технологии приготовления резиновая крошка является фактически наполнителем и мало улучшает упруго-эластичные свойства мастики при отрицательных температурах. Для получения резино-битумной мастики с повышенными упруго-эластичными свойствами необходимо применять предварительно девулканизированную или набухшую в растворителях резину.

5. Опыт ремонта температурных швов на дороге Москва—Горький заслуживает внимания и распространения. Принятая механизация улучшает качество работ, уменьшает стоимость ремонта, не требует больших затрат и легко осуществима дорожно-эксплуатационными хозяйствами.

НА ДОРОГЕ НОВОСИБИРСК-ТАШАНТА

Бесперебойность автомобильного движения зимой по степным участкам дороги Новосибирск—Бийск—Ташанта обеспечивается 12-рядной снегозащитной зеленой полосой, заложенной в 1943 г. В составе полосы: диная яблоня, ирга, клен, береза, тополь, ива и желтая акация (рядами). Работы по зимнему содержанию этой дороги ведет коллектив ДЭУ-207.

На фото А. Гонзаря участок дороги в зимнее время



Покрытия из теплых черных смесей в условиях Крайнего Севера

Инж. В. А. ЗАХАРОВ

Продвижение работ по сооружению дорожных покрытий из теплого асфальтобетона и теплых черных смесей на Север, изучение опыта строительства и эксплуатации покрытий из разнообразных материалов в суровых климатических условиях способствует более рациональному использованию короткого строительного сезона и позволит применить полученные рекомендации в осенне-зимне-весенних условиях других дорожно-климатических зон.

В октябре 1963 г. силами СУ № 857 на опытных участках сооружено дорожное покрытие с применением теплых черных смесей. До этого покрытия строили из горячей черной щебеночной смеси (по типу черного щебня), приготовленной на битуме марки БН-III, и крупнозернистой щебеночной смеси плотного состава, удовлетворявших требованиям как на горячие черные смеси (ВТП 106—57), так и на горячий асфальтобетон (ГОСТ 9128—59). Высокие прочностные свойства образцов (в среднем $R_{20}=60$ кг/см²; $R_{50}=20$ кг/см²) в этом случае обусловлены, главным образом, повышенной вязкостью битума и хорошо подобранным каменным скелетом.

Однако учитывая специфические погодные условия района строительства, где температура воздуха в зимнее время понижается до -30°C , использование высоковязких битумов становится не только нецелесообразным, но и недопустимым. Помимо проявления неудовлетворительных эксплуатационных свойств черных покрытий в зимнее время, применение высоковязких битумов при небольшой летней положительной температуре (около 20°C) нерационально, так как сопротивляемость покрытий сдвигающим усилиям в этих условиях достаточно высока. Далее, учитывая короткий строительный сезон Заполярья, необходимо стремиться к повышению производительности смесительных установок. Однако необходимость тщательной просушки минерального материала и получения удобообрабатываемой смеси приводит к значительному увеличению времени цикла работы смесителя (для МГ-1 до 10—12 мин.).

С применением теплых черных смесей построены четыре опытных участка.

Участок № 1. На ранее построенном покрытии из горячей черной щебеночной смеси уложен слой износа толщиной 2 см из теплой черной смеси следующего состава: обезвоженный битум марки БН-0 (80% битума БН-III и 20% топочного мазута; $C_{60}^{10}=45$ сек.) — 6,5%; гранитный щебень с частицами размером 15—0 мм и добавкой цемента марки 150 в количестве 4%.

Температура черной смеси на выходе из смесителя находилась в пределах от 70 до 80°C и редко поднималась до 90 — 100°C . Смесь укладывали в покрытие при температуре воздуха 1°C , причем оказалось, что нагрев смеси до 80°C недостаточен, так как она быстро теряла подвижность и плохо прилипала к поверхности черного покрытия. В то же время черная смесь, выпущенная с температурой 90 — 100°C , обладала хорошими строительными свойствами.

Участок № 2. На щебеночном основании толщиной 20 см построено покрытие из теплой черной смеси (по типу теплового асфальтобетона) толщиной 6 см. Состав черной смеси: битум марки БН-0 ($C_{60}^{10}=90$ — 100 сек.), обезвоженный (воды 4%) в количестве 6%; гранитный щебень с содержанием частиц размером 40—5 и 5—0 мм в соотношении 2:3.

Температура черной смеси на выходе из смесителя —

в пределах 80 — 100°C . Укладку покрытия вели при температуре воздуха 6°C .

Участок № 3. Та же конструкция дорожной одежды. Состав черной смеси отличается лишь содержанием битума 6,5% и дополнительным введением 4% цемента марки 150.

Участок № 4. Та же конструкция, что и на участке № 2. Черная смесь приготовлена (в отличие от состава, примененного на участке № 2) на битуме БН-0 ($C_{60}^{10}=20$ сек.), обезвоженном (воды 4,5%) и содержит в качестве активатора портландцемент марки 500 в количестве 1,5%. Температура черной смеси на выходе из смесителя 80 — 100°C . Укладку покрытия вели при температуре воздуха 10°C . Вследствие высокой пластичности (при температуре смеси около 100°C) происходила подвижка ее по основанию, и для обеспечения нормального режима укатки приходилось начинать работу катков через 15 мин. после укладки смеси.

В процессе производства теплых черных смесей время цикла работы смесителя было доведено до 5—6 мин.

После одного года эксплуатации в июле 1964 г. проведено обследование участков. Участок № 1 находился в удовлетворительном состоянии, наблюдалось хорошее сцепление защитного слоя с покрытием. В отдельных местах отмечено разрушение слоя в результате выбивания каменных частиц размером до 40 мм, попавших в верхний слой вследствие неудовлетворительной дозировки минерального материала в процессе приготовления черной смеси. Участки № 2, 3 и 4 находятся в удовлетворительном состоянии, на их поверхности не обнаружено каких-либо деформаций.

Проведенные работы позволяют внести ряд дополнений и уточнений к практическому руководству по применению теплого асфальтобетона и теплых черных смесей в дорожном строительстве¹. В частности, в условиях I дорожно-климатической зоны можно применять теплые черные смеси и теплый асфальтобетон в качестве слоя износа. Наиболее подходящим вяжущим материалом следует считать битумы марок БН-0 и БН-1. При устройстве слоя износа необходимо выполнять следующие требования: температура черной смеси на выходе из смесителя должна быть на верхнем пределе; перед укладкой смеси на чистую и сухую поверхность покрытия должен быть произведен розлив жидкого битума марки Б-5, Б-6, нагретого до температуры 70 — 80°C , или эмульсии; в составе минерального материала не должно быть частиц размером более требуемого (15 мм).

В процессе строительства опытных покрытий из теплых черных смесей выявлен ряд технологических особенностей их приготовления и укатки, не вошедших в практическое руководство. В последнем, в частности, не указаны пределы температуры нагрева черных смесей в зависимости от температуры воздуха, что является весьма важным фактором технологии строительства черных покрытий.

Действительно, при разных температурах воздуха черные смеси, нагретые до определенной температуры, имеют различную степень удобоукладываемости, а это может существенным образом повлиять на качество готового покрытия. В таблице

¹ Применение теплового асфальтобетона и теплых черных смесей в дорожных покрытиях городских и внегородских дорог при положительных и отрицательных температурах. Вып. Ленинградского НТО, 1964.

(Окончание на стр. 14).



КРАСНОЯРСК-АБАКАН

Семилетним планом развития народного хозяйства предусмотрено строительство автомагистрали Красноярск—Абакан на участке Дивногорск—Черногорск. Эта дорога имеет важное значение для развития народного хозяйства края. Помимо улучшения хозяйственных, культурных и административных связей, новая дорога даст возможность освоить большие массивы целинных земель, лесозаготовок, использовать таежные места для размещения пасек колхозов, совхозов. С вводом в эксплуатацию этой дороги значительная часть грузовых перевозок будет снята с железной дороги Красноярск—Абакан. В то же время стоимость автоперевозок снизится.

Чтобы судить об объемах работ, которые предстоит выполнить дорожникам, достаточно привести следующие цифры. Будет выполнено более 5 млн. м³ земляных работ, использовано около 1 млн. м³ дорожно-строительных материалов, построено 18 железобетонных мостов и 323 трубы. Предполагается освоить около 15 млн. руб.

Прошло уже три года с тех пор, когда строители-дорожники Красноярского дорожно-строительного управления № 1, Абаканского дорожно-строительного управления № 2, Балахтинского дорожно-

строительного управления № 3 и механизированной колонны № 65 Госкомитета по транспортному строительству СССР начали эту большую стройку. Сейчас уже можно подвести некоторые итоги строительства. Из общей протяженности дороги — 345 км (не считая ранее построенных Абакан—Черногорск и Красноярск—Дивногорск) — построено и сдано в эксплуатацию 235 км. Сооружено 10 железобетонных мостов и 3 моста находятся в стадии строительства, построено около 200 железобетонных труб, вывезено более 60% дорожно-строительных материалов и выполнено около 60% земляных работ.

На строительстве дороги успех дела решают люди. Коллектив механизированной колонны № 65 (нач. Е. М. Якубович, ст. производитель работ — С. И. Кочергин, дорожный мастер И. А. Першин) к 47-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции выполнил годовой план и сдал в эксплуатацию участок дороги Новоселово—Балахта протяжением 65 км с хорошим качеством работ.

Рабочие механизированной колонны:

На фото участок дороги Дивногорск — Зелеево, построенной коллективом Красноярского дорожно-строительного управления № 1

бульдозерист К. Г. Титанин, скреперист Е. Д. Гончаренко, шоферы А. В. Ганжа, И. С. Король, авторейдерист Е. Я. Демидов выполняли нормы в среднем на 120—150%.

От них не отстают механизаторы Абаканского дорожно-строительного управления № 2, построившие участок дороги Черногорск—Троицкое протяжением 55 км. Здесь автогрейдерист Ю. В. Москвин, экскаваторщик Н. В. Шекатуров выполнили план трех лет за 2 года и 10 месяцев; бульдозерист Н. И. Шевченко и экскаваторщик П. Д. Попов ежедневно выполняют нормы выработки на 115—120%. Высокой производительности труда добились и механизаторы Балахтинского дорожно-строительного управления № 3 (бульдозеристы А. П. Алешкин, И. И. Кириков, А. К. Шестопалов и др.).

Строителям автомагистрали в ближайшие два года (1965—1966 гг.) предстоит построить еще 110 км на участке Дивногорск—Балахта. Это самый трудный участок. Если на 1 км дороги Балахта—Абакан необходимо было выполнить 11 тыс. м³ земляных работ, то на данном участке около 30 тыс. м³. Если стоимость 1 км дороги на первом участке составляла 30 тыс. руб., то на втором она достигает 90 тыс. руб.

На собрании рабочих механизированной колонны № 65, которая в основном будет завершать строительство дороги, было решено сдать ее в эксплуатацию с отличной оценкой к 49 годовщине Великой Октябрьской социалистической революции.

Большие работы ведет Красноярское дорожно-строительное управление № 1 по строительству участка Дивногорск—Зелеево.

В настоящее время строители автомагистрали Красноярск—Абакан испытывают нужду в дорожно-строительных машинах, необходимых для выполнения работ в скальных грунтах и в тайге. Главдорупу необходимо побеспокоиться о выделении асфальтобетонных заводов с тем, чтобы заблаговременно их установить и своевременно приступить к устройству асфальтобетонных покрытий.

Автомобильная дорога Красноярск—Абакан должна быть сдана в эксплуатацию в срок.

В. Архипенко

ПОКРЫТИЯ ИЗ ТЕПЛЫХ ЧЕРНЫХ СМЕСЕЙ...

(Окончание. Начало на стр. 13)

Материал покрытия	Марка битума	Температура воздуха, град.		
		выше +10	от +10 до 0	от 0 до —15
Теплый асфальтобетон	БН-1	90—110	90—120	100—130
	БН-0	80—100	80—110	90—120
Теплая черная смесь	БН-0	70—90	70—100	80—110
	Б-6	60—80	60—90	70—100

приведены оптимальные температуры (°C) нагрева теплых асфальтобетонных и черных смесей в зависимости от температуры воздуха.

Пределы установлены для того, чтобы в зависимости от состава черной смеси и от дальности возки можно было с боль-

шей надежностью принимать оптимальную температуру для обеспечения удобоукладываемости. Например, для черных смесей, обладающих пониженной пластичностью, следует придерживаться верхних пределов и, наоборот, для высокопластичных — нижних пределов. В зависимости от расстояния от асфальтобетонного завода до места укладки смеси в условиях малых положительных и отрицательных температур также можно варьировать температурные пределы: при расстояниях до 20 км следует ориентироваться на нижние пределы и при больших — на верхние.

Укатку следует начинать, если уложенная черная смесь под вальцами катка не перемещается, в продольном направлении. В случае чрезмерно пластичной смеси необходимо начинать уплотнение по истечении некоторого времени, при выдерживании минимальной скорости укатки.

Покрытия из черных щебеночных смесей в условиях Крыма

Инж. А. А. РОССОВ

Дорожники Крыма вот уже десять лет строят и эксплуатируют автомобильные дороги с покрытием из черных щебеночных смесей.

На Украине с 1954 г. управлением дороги № 1 отремонтировано и построено из черного щебня около 630 км покрытий площадью 2 848 000 м².

Черные щебеночные смеси укладывали на дорогах, пролегающих в различных климатических зонах, характерных для Украинской ССР, включая и зоны с недостаточным увлажнением, а также на многих километрах дорог, проходящих в специфических горных условиях. Интенсивность движения колеблется от 1500 до 15 000 автомобилей и троллейбусов в сутки с преобладанием грузового движения.

Для приготовления смесей использовали местный каменный материал, в большинстве случаев мраморовидный известняк (прочность при сжатии 700—1000 кг/см²), а также гранит и диорит (1200—2000 кг/см²) и в качестве вяжущего материала — битум марок БН-I и БН-II.

Гранулометрический состав минеральной части применяемого черного щебня и содержание битума приведены в таблице.

Мелкозернистый черный щебень не нашел широкого применения (кроме устройства покрытия на тротуарах) ввиду неустойчивости покрытия при значительных продольных уклонах.

За период 1955—1963 гг. собран большой фактический материал по определению физико-механических свойств чернощебеночных смесей. Кроме исследования проб, взятых в процессе приготовления смеси, проведены также испытания физико-механических свойств вырубков из покрытия, находившегося в эксплуатации 5 месяцев, 1 год и 4 года.

Результаты испытаний образцов черного щебня на выходе из смесителя (I) и образцов вырубков из покрытия после четырех лет эксплуатации (II):

	I	II
Объемный вес, кг/см ³	2,29—2,43	2,38—2,45
	—	(2,37—2,41)
Водонасыщение, %	2,02—4,92	0,34—2,26
	—	(0,00—0,16)
Набухание, %	0,00—1,20	0,00—0,16
	—	(0,00)
Предел прочности при сжатии, кг/см ²		
	R ₅₀ 12,3—33,7	13,1—25,6
	R ₂₀ 37,5—82,5	37,5—58,7
	R ₂₀ ^{в.о.а} 31,9—65,6	36,1—58,7

Анализ свойств чернощебеночных смесей показывает, что они превышают аналогичные показатели технических условий для плотного асфальтобетона и черный щебень более работоспособен в покрытиях.

Из всех приведенных показателей вызывает опасение лишь водонасыщение чернощебеночных смесей в случае их использования в климатических зонах с избыточным увлажнением или в районах с резко континентальным климатом.

Исследования изменения водонасыщения покрытия из чернощебеночных смесей после начала эксплуатации готового участка дороги показывают, что водонасыщение резко падает с 6,91% (средний коэффициент для чернощебеночных смесей—2—5%) и уже через 30 дней после открытия движения по по-

¹ В скобках даны результаты испытаний неперереформованных образцов.

крытию составляет 3,5%, а после четырех лет эксплуатации покрытия (см. вывод) равно 0,34—2,26%. Все остальные показатели физико-механических свойств смеси почти соответствуют рекомендуемому значению.

Это позволяет утверждать, что повышенное водонасыщение чернощебеночных смесей со временем значительно уменьшается и компенсируется общей работоспособностью покрытия.

Многолетние наблюдения за чернощебеночными покрытиями показывают, что этот вид покрытий выгодно отличается от обычных, так называемых усовершенствованных покрытий, отсутствием трещинообразования и наплывов даже на затяжных продольных уклонах в 70% и при больших динамических нагрузках при смешанном троллейбусном и автомобильном движении.

Необходимо подчеркнуть полное отсутствие разрушения покрытия даже на краях проезжей части.

Можно предположить, что трещинообразование асфальтобетонных покрытий зависит не только от качества используемого битума, но и связано также с наличием в самом асфальтобетоне составляющих с различными теплопроводными показателями. Последние, как известно, влияют на коэффициент линейного расширения (так коэффициент теплопроводности битума — 40×10^{-6} , кварца — 1000×10^{-6} , гранита — 520×10^{-6} , кремния — 240×10^{-6}).

Иная картина наблюдается в черных щебеночных смесях, где основными составляющими являются битум и однородный каменный материал (известняк, гранит, диорит).

В отличие от плотного асфальтобетона, где частицы щебня размером 25—5 мм из-за малого их содержания в смеси разрозненно плавают среди мелких (0—5 мм) частиц щебня и минерального порошка, содержание которых доходит до 15—20%, в черных щебеночных смесях скелетный осто (частицы 25—5 мм составляют 40—45%, а частицы менее 0,074 мм — 0—5%) является как бы основой, и прочность покрытия складывается из совокупности сил сцепления частиц щебня между собой и взаимодействия вяжущего материала с частицами 0—5 мм.

Большое значение для прочности и устойчивости черных смесей имеет хорошее сцепление вяжущего материала с поверхностью минеральных частиц. В связи с этим нами проведено много исследований свойств каменных материалов из различных месторождений на адгезию камня к вяжущему. Без применения активизаторов известняковые (осадочные) породы показывали более высокие значения адгезии по сравнению с изверженными. Однако и между осадочными породами — известняками (при почти одинаковых химических составах) адгезия была различна. Это дает возможность предполагать, что на сцепление вяжущего с поверхностью каменного материала влияет степень кристаллизации минералов.

В качестве активизатора при приготовлении черных щебеночных смесей нами применялся деготь Д-6, Д-7 или известь-пушонка (2—2,5% от веса минеральной составляющей).

Необходимо подчеркнуть, что и стоимость чернощебеночной смеси значительно меньше стоимости асфальтобетона. Так, в условиях Крымской области сметная стоимость 1 т (франко-завод) составляет для плотного среднезернистого асфальтобетона — 9 р. 95 к.; для среднезернистого черного щебня от 6 р. 07 к. до 8 р. 84 к. или, иначе говоря, чернощебеночная смесь на 11—38% экономичнее асфальтобетона.

Вид черной щебеночной смеси	Размер частиц, мм	Количество частиц, %, проходящих через сито с отверстиями, мм										Количество битума, % от веса смеси
		35	25	15	5	2	1	0,5	0,25	0,15	0,074	
Крупнозернистая	0—35	100	85—90	70—80	40—50	25—35	17—27	10—15	5—7	5—5,5	0,5—1,5	4,5—5,5
Среднезернистая	0—25	100	100	80—85	35—50	25—35	15—20	10—15	3—6	2—5,0	0,5—2,5	5,5—6,5
Мелкозернистая	0—15	100	100	95—100	40—45	25—30	15—20	10—17	3—8	2—5,0	0,2—2,0	6,0—7,0

Выводы

Черная щебеночная смесь:
экономичная как по стоимости, так и по расходу битума;
имеет лучшие физико-механические свойства, чем асфальтобетон;
уложенная в покрытие не подвержена трещинообразованию и наплывам;
проста в технологическом исполнении;
позволяет полностью использовать местные каменные материалы и отходы переработки привозных каменных материалов;

сохраняет работоспособность и имеет хорошие физико-механические показатели, несмотря на повышенное водонасыщение.

В процессе исследования выдвинуто предположение, что на адгезию вяжущего к каменным материалам влияет степень кристаллизации последних, а также развито положение, что трещинообразование покрытий вызывается не только качественными показателями вяжущего, а зависит еще и от коэффициентов линейного расширения минеральных составляющих смеси.

УДК 625.731.2(26.05)

Земляное полотно из избыточнзасоленных грунтов

Инж. Л. Ф. СТУПАКОВА, Р. А. ПОПОВА

Техническими указаниями ВСН 47-60 по проектированию и возведению земляного полотна автомобильных дорог в районах искусственного орошения и инструкцией на сооружение земляного полотна автомобильных дорог ВСН 97-63, грунты, содержащие свыше 8% легкорастворимых солей при хлоридном и сульфатно-хлоридном и более 5% при сульфатном и хлоридно-сульфатном характере засоления отнесены к избыточнзасоленным. Эти грунты считаются непригодными для возведения земляного полотна. При строительстве дорог в районах распространения избыточнзасоленных грунтов приходилось или обходить эти участки, или возводить земляное полотно из привозных незасоленных грунтов, что вызывало значительное удорожание работ и увеличение сроков строительства.

Указанные ограничения были установлены исходя из критерия избыточного засоления, основанного на том, что при возведении земляного полотна содержание легкорастворимых солей в грунте не должно превышать того количества, которое способно раствориться в объеме воды, соответствующем оптимальной влажности грунта при максимальном уплотнении.

Предполагалось, что в случае избыточного засоления часть солей может остаться в грунте в виде кристаллов, что не позволит достичь стабильной плотности.

При растворении или вымывании солей в грунте возникнут пустоты, плотность уменьшится и устойчивость земляного полотна будет нарушена.

Проведенные Среднеазиатским филиалом Союздорнии полевые наблюдения за водно-солевым режимом и устойчивостью земляного полотна показали, что имеющиеся автомобильные дороги, земляное полотно которых возведено из грунтов с сульфатным и хлоридно-сульфатным характером засоления, содержащих значительно больше 5% легкорастворимых солей, и при этом сохраняет устойчивость.

На одной из дорог был заложен опытный участок (дадим условную нумерацию — № 1) протяженностью около 1 км: земляное полотно проходит в насыпи высотой 0,9—1,2 м; дорожная одежда — черное щебеночное покрытие толщиной 9—12 см на основании из известнякового щебня 30 см; грунтовые воды залегают на глубине 3,4—3,6 м. Грунты насыпи представлены легкими пылеватými суглинками. Относительная влажность грунта земляного полотна до глубины 70 см (считая от дна корыта) не превышает 63%. Коэффициент уплотнения находится в пределах 0,80—0,97. Содержание легкорастворимых солей в грунтах 7—9%, а на некоторых горизонтах до 13%. Грунты относятся к избыточнзасоленным с хлоридно-сульфатным характером засоления.

Распределение содержания (%) легкорастворимых солей по горизонтам (см) вертикального профиля земляного полотна на опытном участке за период наблюдений:

	1960 г.	1961 г.	1962 г.
0—10	9,220	6,956	6,427
10—20	—	6,466	7,460
20—30	7,712	7,120	8,362
30—40	8,792	7,592	8,910
40—50	12,878	—	—
50—60	13,276	10,810	—

Результаты трехлетнего изучения распределения легкорастворимых солей в грунте земляного полотна свидетельствуют об отсутствии процесса выщелачивания солей.

Другой изучавшийся участок (№ 2) дороги в той же области протяжением около 4 км проходит в насыпи высотой

0,8—1,2 м, земляное полотно возведено в 1958 г. и в том же году устроено гравийное основание, а летом 1960 г. — гравийно-нефтяное покрытие. Грунты — тяжелые пылеватые суглинки. Относительная влажность грунта в слое 0,5 м не превышала 70%, коэффициент уплотнения 0,98—0,91. Грунтовые воды залегают на глубине 2—3 м. Среднее содержание легкорастворимых солей в грунтовом слое толщиной 0,5 м — 5,44% с преобладанием хлоридно-сульфатного характера засоления.

Земляное полотно и дорожная одежда в период наблюдений находилась в хорошем состоянии.

Опытный участок № 3 длиной 0,5 км взят на дороге, проходящей в нулевых отметках по солончаковой равнине. Дорожная одежда состоит из слоя гравия толщиной 10 см.

Земляное полотно пролегает в избыточнзасоленных грунтах с хлоридно-сульфатным характером засоления. Среднее содержание солей в слое грунта толщиной 0,5 м составляло 3,4% с хлоридно-сульфатным характером засоления. Относительная влажность грунтов земляного полотна до глубины 60 см не превышала 85%. Коэффициент уплотнения 0,93—0,84. Грунтовые воды на глубине 1,65 см. Дорога в период наблюдений находилась в удовлетворительном состоянии.

Опытный участок № 4 расположен на дороге, проходящей в орошаемых районах в насыпи высотой 1,2—1,5 м. Основание дорожной одежды толщиной 3—5 см построено из гравия, покрытие толщиной 15 см — из гравийно-нефтяной смеси. Земляное полотно построено в 1959 г., а покрытие — в 1962 г.

Грунтовые воды залегают на глубине 3 м. Грунты представлены тяжелыми пылеватými супесями. Относительная влажность грунтов земляного полотна не превышала 66%. Коэффициент уплотнения — 1,06—0,95. Среднее содержание легкорастворимых солей в слое грунта земляного полотна толщиной 1,2 м на участке № 4 составляет 6,22% с хлоридно-сульфатным характером засоления.

Опытный участок № 5. Земляное полотно отсыпано в 1961 г. и в 1963 г. построено гравийно-нефтяное покрытие. Дорога проходит в насыпи высотой 1—1,2 м.

Конструкция дорожной одежды на опытном участке двухслойная — основание толщиной 27—29 см из известнякового щебня, гравийно-нефтяное покрытие толщиной 10 см. Грунты земляного полотна — легкие пылеватые суглинки. Относительная влажность грунта в слое 0,6 м не превышала 68%. Коэффициент уплотнения — 1—0,87. Глубина залегания грунтовых вод — 3,5 м.

Для наблюдения за водно-солевым режимом и устойчивостью земляного полотна было заложено два поперечника. Содержание легкорастворимых солей (%) на горизонтах (см) в грунтах земляного полотна на поперечниках I и II участка № 5 следующее:

	I	II
0—10	3,780	
10—20	4,022	6,492
20—30	5,557	6,175
30—40	5,315	
40—50	6,337	7,057
50—60	6,517	
60—90	8,456	5,900
90—100	21,525	

Земляное полотно и дорожная одежда в период наблюдений находились в хорошем состоянии.

На некоторых участках дорог земляное полотно построено из избыточнозасоленных грунтов.

Опытный участок № 6 длиной около 1 км выбран на дороге, проходящей в насыпи высотой 1,2—1,5 м. Дорога построена в 1958—1959 гг. Толщина черного покрытия — 4 см, под которым гравийное основание толщиной 16 см. Грунты представлены суглинками: легкими и тяжелыми пылеватыми. Относительная влажность грунтов не превышала 63%. Коэффициент уплотнения 0,92—0,84. Грунтовые воды отмечены на глубине более 3 м. Среднее содержание легкорастворимых солей в слое 1 м составляет 5,32% с хлоридно-сульфатным характером засоления.

Опытный участок № 7 протяжением около 2 км. Дорога, на которой заложен этот участок, построена в 1957 г., проходит в насыпи высотой 0,8—1 м. Толщина черного покрытия — 20 см, гравийного основания — 13 см. Грунты представлены суглинками легкими пылеватыми и супесями тяжелыми пылеватыми. Относительная влажность грунтов земляного полотна в слое 1,2 м не превышала 72%.

Коэффициент уплотнения — 0,91—0,98. Грунтовые воды на глубине более 2 м.

Содержание легкорастворимых солей (%) в грунтах земляного полотна на опытном участке № 7:

0—10	5,152
20—30	16,394
30—40	19,994
40—60	17,064
60—80	10,852
80—120	5,729

В период наблюдений земляное полотно и дорожная одежда находились в хорошем состоянии.

Опытный участок № 8 имеет протяженность около 1 км. Дорога построена (1961 г.) в насыпи высотой 1,0—1,3 м. Покрытие гравийно-нефтяное имеет толщину 9 см, основание

из известняка толщиной 7 см. Грунты представлены суглинками легкими пылеватыми. Относительная влажность грунтов земляного полотна в слое 70 см не превышала 80%. Коэффициент уплотнения 0,83—0,95. Грунтовые воды залегают глубже 2,6 м.

Содержание легкорастворимых солей (%) в грунтах участка № 8:

0—10	14,164
10—20	11,520
20—30	13,718
30—70	11,840

По существующей классификации грунты относятся к избыточнозасоленным с хлоридно-сульфатным характером засоления.

Таким образом, проведенные полевые наблюдения за водно-солевым режимом и устойчивостью земляного полотна автомобильных дорог, возведенного из избыточнозасоленных грунтов, показали, что эти грунты на всех опытных участках не проявляли неблагоприятных свойств в земляном полотне. Покрытия на этих участках не имели никаких признаков разрушения, связанных с неустойчивостью земляного полотна, и удовлетворяли требованиям движения. Следовательно, земляное полотно, возведенное из избыточнозасоленных грунтов, при возвышении дна корыта, согласно техническим указаниям ВСН 47-60, тщательном уплотнении грунта и наличии усовершенствованных покрытий с применением органических вяжущих материалов, способно сохранить достаточную устойчивость.

Опыт строительства и эксплуатации дорог, земляное полотно которых построено из избыточнозасоленных грунтов, позволяет расширить предел содержания легкорастворимых солей в грунтах, допускаемых для устройства земляного полотна автомобильных дорог при сульфатном и хлоридно-сульфатном характере засоления с 5 до 7%.

В 1963 г., по предложению кафедры конструкций МАДИ (научный руководитель проф., д-р техн. наук. И. Г. Иванов-Дятлов), мостостроительным трестом Минавтошосдора РСФСР был построен мост (рис. 1), один пролет которого перекрыли составными балками из предварительно напряженного керамзитожелезобетона.

Замена обычного бетона марки 400 керамзитобетоном марки 350 позволила на 24% снизить общий вес пролетного строения этого пролета и при одинаковом расходе бетона сэкономить 7,5% высокопрочной проволоки.

Блоки балок из керамзитобетона и из обычного бетона изготовляли на Хотьковском заводе железобетонных конструкций. Прочность керамзитобетона при сжатии после пропаривания составила 250 и на 28 суток 338 кг/см². Модули деформаций (при $\sigma \leq 0,4 - 0,5 R_{пр}$) и упругости (при $\sigma \leq 0,2 R_{пр}$) определяли на призмах рабочего состава статическим испытанием их по методике ступенчатого нагружения с выдержкой на каждой ступени по 10 мин. (табл. 1).

Таблица 1

Возраст керамзитобетона, сутки	Прочность, кг/см ²		Объемный вес, кг/м ³	Модули деформаций, тыс. кг/см ²		
	R	R _{пр}		при 0,2 R _{пр}		при 0,5 R _{пр}
				E _{нач}	E _{упр}	E _{полн}
После пропаривания	250	194	1890	210	200	189
28	338	265	1880	248	237	218
150	380	307	1880	250	240	224

Блоки собирали на строительной площадке через 5 месяцев с момента их изготовления. Прочность при сжатии керамзитобетона



УДК 624.7.001.42

КЕРАМЗИТОЖЕЛЕЗОБЕТОН В МОСТАХ

Д. Н. АГЕЕВ, К. П. ДЕЛЛОС

бетона к этому времени составляла 380 кг/см² при объемном весе 1880 кг/м³. Поперечные швы между блоками шириной 25 мм заполнялись цементным раствором марки 400 с водоцементным отношением В/Ц=0,45.

Пучки натягивали домкратами двойного действия через двое суток после омоноличивания швов. В процессе натяжения измеряли деформации (напряжения) и обратные прогибы в опорном сечении балки, в середине пролета и в месте поперечного шва.

Сопоставление полученных напряжений с теоретическими в середине пролета и в месте поперечного шва (рис. 2) показывает весьма удовлетворительное совпадение нормальных напряжений по сечениям. Некоторое исключение составляет верхняя фибра в районе поперечного шва, где при полном натяжении всей арматуры наблюдалось незначительное растяжение. Модуль упругости принимался на основании испытания призм при $\sigma \leq 0,2 R_{пр}$, равным 250 тыс. кг/см².

Измерения, произведенные при натяжении арматуры, дали

Таблица 2

Напряжения в бетоне при натяжении пучков	Модули деформаций, тыс. кг/см ²			
	по деформациям в балке	по призмам	по рекомендациям МАДИ	
			нормальное твердение	пропаривание
$\sigma=0,06 R_{пр}$ (пучки № 1 и 2)	252	250	276	240
$\sigma=0,24 R_{пр}$ (пучок № 3)	252	250	276	240
$\sigma=0,42 R_{пр}$ (пучки № 4 и 5)	242	240	265	230

возможность подсчитать модули бетона по фибровым деформациям на уровне центра тяжести напрягаемой арматуры при

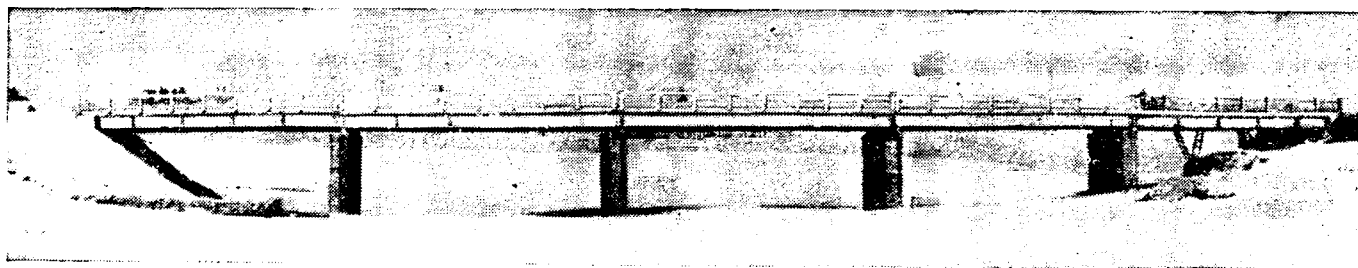


Рис. 1. Общий вид моста

различных нагрузках и сравнить их с соответствующими модулями, полученными по призмам (табл. 2).

Из табл. 2 видно, что модули упругости и деформаций, подсчитанные по замеренным деформациям бетона в уровне напрягаемой арматуры, достаточно близко совпадают с модулями, полученными на призмах и рекомендуемыми МАДИ для бетонов, подвергавшихся пропариванию. Модули, подсчитанные по результатам испытания пропаренных призм, получились на 11% ниже рекомендуемых МАДИ для керамзитобетонов нормального твердения и на 4% выше аналогичных рекомендаций для керамзитобетонов, прошедших пропаривание.

Величина и направление главных деформаций (напряжений) при натяжении арматуры определялись по показаниям розеток электротензодатчиков, установленных в приопорных сечениях (рис. 3). Сравнение средних замеренных главных напряжений с теоретическими при стадийном натяжении пучков, а также суммарных главных напряжений показало весьма хорошее их совпадение как по величине, так и по направлению.

Значительное расхождение между теоретическими и измеренными напряжениями было отмечено для розеток, расположенных на уровне нижних пучков у торцов балки (розетка «В», см. рис. 3). Опытные величины здесь превосходили теоретические более чем в 2—3 раза. Следует отметить, что около этих мест в балках из тяжелого и керамзитового бетонов при натяжении нижних пучков наблюдалось появление продольных трещин и даже выколов в защитном слое напрягаемой арматуры. Появление трещин и сколов, идущих от анкерных закреплений вдоль пучков, в опорных сечениях, по-видимому, являлось следствием больших местных напряжений. В дальнейшем глубина расположения каналов для нижних пучков в крайних блоках была увеличена с 10 до 20 см. После этого каких-либо аномалий в опорных сечениях не наблюдалось.

Деформации обжатия поперечных швов измерялись съемным деформометром на уровне нижней напрягаемой арматуры и в плите с обеих сторон балки (рис. 4).

Как следует из графика, наибольшая величина обжатия шва наблюдалась при натяжении первого пучка и в среднем составляла около 0,95 мм для верхней зоны и 1,10 мм для нижней. При натяжении последующих четырех пучков обжатие было незначительным и не

превышало 0,3—0,4 мм. Обжатие шва по высоте сечения от натяжения пучков довольно равномерное и плавное. Последнее свидетельствует о достоинстве «мокрых» стыков и положительном свойстве керамзитобетона, обладающего большей деформативностью и повышенной пластичностью.

Анализ жесткости керамзитобетонной составной балки во время натяжения показал, что соотношения наибольших измеренных и теоретических обратных прогибов балки в середине пролета и около шва близки к аналогичным соотношениям наибольших напряжений (табл. 3).

Таблица 3

Прогибы, мм				Напряжения, кг/см ²			
измеренные		теоретические		измеренные		теоретические	
0,5 l	0,33 l	0,5 l	0,33 l	0,5 l	0,33 l	0,5 l	0,33 l
26,6	25,0	30,7	28,0	118,4	129,7	117,0	122,5

Последнее свидетельствует о том, что потери напряжения от трения и упругого обжатия бетона при неодновременном натяжении пучков не превышали величин, принятых в расчете. Испытанию статической и динамической нагрузкой были подвергнуты пролеты I (обычный бетон) и V (керамзитобетон).

Статическая нагрузка создавалась груженными автомобилями МАЗ-205 общим весом по 12 т. Интенсивность нагрузки

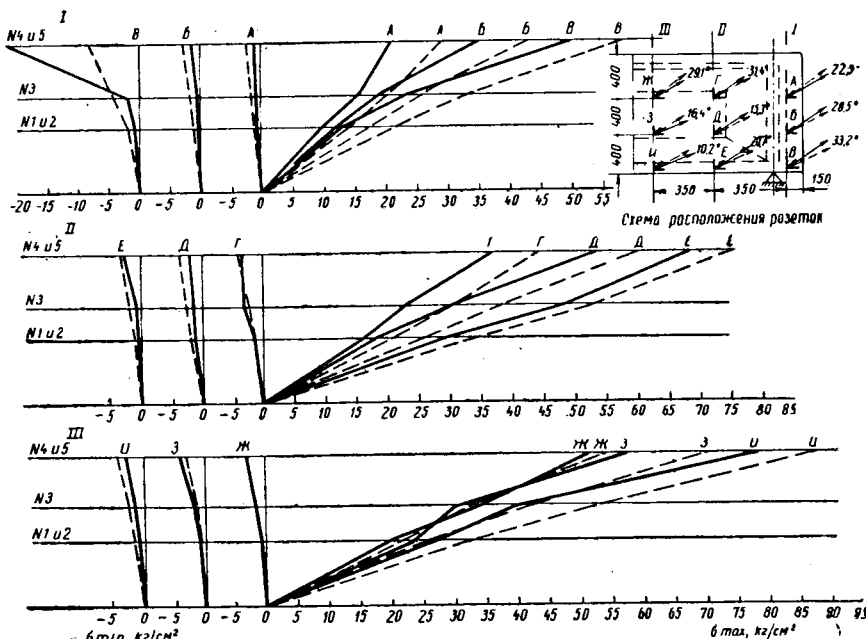


Рис. 3. Главные напряжения σ_{min} и σ_{max} в керамзитобетонной балке в местах установки тензометрических розеток (сплошной линией показаны измеренные напряжения, пунктирной — теоретические; на схеме расположения розеток показаны измеренные углы наклона σ_{max} с горизонтальной осью)

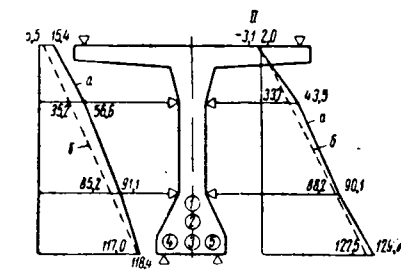


Рис. 2. Эпюры нормальных напряжений в керамзитобетонной балке при натяжении пучков, кг/см²:

I — в середине пролета; II — в месте поперечного шва; а — опытные эпюры после натяжения всех пучков; б — то же теоретические; № 1, № 2, ... № 5 — номера пучков

при загрузке пролетных строений по моменту для середины пролетов составила 94% и по моменту и поперечной силе для сечения продольного членения балок — 85% от расчетной нагрузки Н-13.

Измеренные нормальные напряжения от испытательной нагрузки в нижних фибрах для середины балок из обычного и керамзитового бетонов не превышали 26,3—27,1 кг/см² при теоретическом напряжении от этой нагрузки 44 кг/см². Аналогичные напряжения около швов составляли 22,5—24,0 кг/см² при теоретическом напряжении 38,6 кг/см², подсчитанном для тех же мест в предположении отсутствия поперечных швов и с учетом распределения нагрузки между балками по закону внецентренного сжатия. Таким образом, измеренные напряжения оказались примерно в 1,7 раза меньше теоретически вычисленных напряжений.

Замеренные упругие прогибы балок от испытательной нагрузки в пролете из обычного бетона составляли 4,4 мм, или 1/5000 пролета, а в керамзитожелезобетонном пролете — 5,7 мм, или 1/3800 пролета (рис. 5). Таким образом, наибольший прогиб в керамзитожелезобетонном пролетном строении оказался на 29% больше, чем в пролетном строении из тяжелого бетона.

Изменение прогибов по ширине и длине пролетов достаточно плавное, что указывает на удовлетворительное распределение нагрузки между балками.

Из сопоставления теоретических и фактических прогибов следует, что отношение измеренных прогибов пролетных строений из обычного и керамзитового бетонов очень близко к предполагаемому по теоретическим подсчетам (табл. 4).

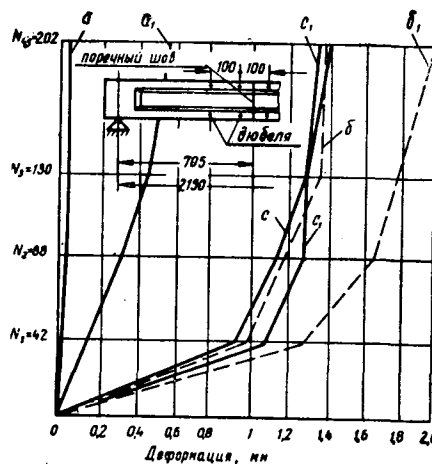


Рис. 4. Зависимость деформации обжатия поперечного шва в керамзитобетонной балке от натяжения пучков:

a, a_1 — деформации бетона вне шва в верхней и нижней фибрах; b, b_1 — то же полные деформации непосредственно в шве; c, c_1 — фактическая деформация шва соответственно в верхней и нижней фибрах; $N_1; N_2; N_3; N_{4,5}$ — стадии натяжения пучков

Рис. 5. Распределение прогибов в пролетных строениях из обычного и керамзитового бетонов:

A — эпюра прогибов вдоль пролета в балке № 5 при загрузке середины пролета; B — то же при загрузке 1/4 пролета (в месте поперечного шва); B — эпюры прогибов поперек пролета для середины балок; $a, в$ — соответственно замеренные и теоретические прогибы (обычный бетон); $б, з$ — то же (керамзитобетон)

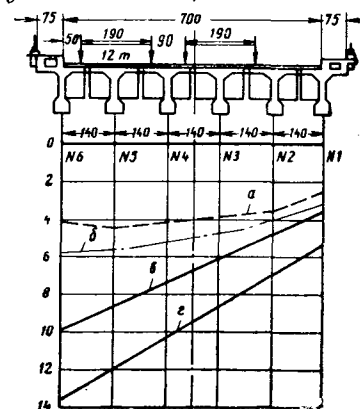
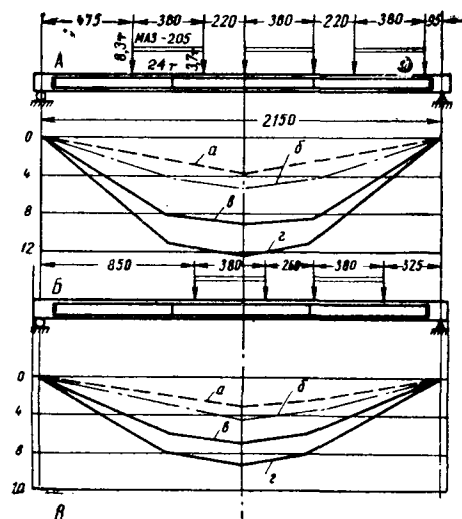


Таблица 4

Сечение балки	Прогибы, мм				$\frac{f_{об изм}}{f_{изм}} 100\%$	$\frac{f_{об расч}}{f_{расч}} 100\%$
	керамзитобетон		обычный бетон			
	$f_{изм}^k$	$f_{расч}^k$	$f_{изм}^{об}$	$f_{расч}^{об}$		
0,33 т	4,4	11,0	3,4	8,00	77	73
0,50 т	5,7	12,5	4,4	9,20	77	73

Последнее свидетельствует о том, что принятые для подсчета прогибов и напряжений модули упругости близки к реальным величинам.

Мост испытали спустя год с момента изготовления балок пролетных строений. В связи с этим модули упругости при подсчете теоретических прогибов и напряжений определяли по данным динамических испытаний по формуле

$$E = \frac{\pi^2 \varphi^2 M_{пр} l^3}{12 I_{пр}}$$

Результаты подсчетов по вышеуказанной формуле приведены в табл. 5.

Таблица 5

Бетон	Частота φ , Гц	Момент инерции $I_{пр}$, см ⁴	Приведенная масса пролетного строения $M_{пр} = \frac{17 p}{35 g}$, т · сек ² / см	Вес балки с учетом груза P , т	Ускорение силы тяжести g , см/сек ²	Модуль упругости E , т/см ²
Обычный	4,55	723×10^4	0,014	25,7	981	350
Керамзитовый . .	4,51	723×10^4	0,011	20,2	981	255

Полученные модули отвечают малым напряжениям и являются действительными модулями упругости. Сопоставление динамического модуля керамзитобетона (см. табл. 5) с призмным (см. табл. 1) указывает на достаточную сходимость и достоверность полученных значений. Что касается величины модуля упругости для обычного бетона, то она получилась с учетом роста прочности бетона во времени несколько ниже нормативного значения (по СН 200-62).

Принятый для теоретических расчетов модуль упругости керамзитобетона оказался на 27% меньше модуля упругости обычного бетона.

Значительное расхождение измеренных величин (прогибов и напряжений) с соответствующими расчетными вызвано, по-видимому, несоответствием действительного коэффициента поперечной установки и теоретического, подсчитанного по внецентренному сжатию (см. рис. 5).

Динамический коэффициент для пролетного строения из обычного бетона при пропуске груженого автомобиля ГАЗ-63 изменялся от 1,18 до 1,30 при изменении скорости движения от 15 до 65 км/час, а при пропуске автомобиля КРАЗ-222 с трейлером — от 1,41 до 1,54 при увеличении скорости движения от 30 до 36 км/час. Для пролетного строения из керамзитобетона аналогичные величины динамических коэффициентов составляли 1,07—1,33 при пропуске ГАЗ-63 со скоростями 10—50 км/час и 1,70—2,28 при проходе КРАЗ-222 с трейлером со скоростями 40—50 км/час.

Учитывая, что на мосту отсутствует асфальтовое покрытие, а существующее цементобетонное покрытие имеет неровности, были зафиксированы колебания пролетных строений при пропуске нагрузки (ГАЗ-63) через искусственные трамплины высотой 6 см, установленные в середине пролетов. Условные ударные динамические коэффициенты определяли в зависимости от скорости движения автомобилей. Они составили для I пролета (обычный бетон) 1,45—1,80 и для V пролета (керамзитобетон) — 1,32—1,80.

Периоды свободных вертикальных колебаний для пролетных строений из тяжелого бетона и керамзитобетона были близки между собой и составили 0,21—0,24 сек. Совпадение

динамических характеристик свидетельствует о примерно одинаковой динамической жесткости пролетных строений из обычного и керамзитового бетонов.

Выводы

1. При натяжении арматурных пучков в керамзитобетонной балке эпюры замеренных деформаций достаточно хорошо совпадают с эпюрами вычисленных деформаций. Главные растягивающие и сжимающие напряжения как по величине, так и по направлению близки к вычисленным значениям этих напряжений.

2. Обратные прогибы (выгибы) при натяжении пучков в балке из керамзитобетона удовлетворительно согласуются с расчетными и на 25—30% больше, чем у аналогичных балок из обычного бетона.

3. Близкое совпадение соотношения наибольших измеренных и теоретических обратных прогибов с аналогичной величиной напряжений указывает на то, что оценка потерь напряжений от трения и упругого обжатия бетона при неодновременном натяжении пучков может производиться по нормативам обычного бетона.

4. Обжатие поперечных швов членения балок при натяжении арматуры весьма равномерно по высоте сечения и составляет в среднем около 1,3 мм. При этом следует отметить, что 75—80% деформации обжатия наблюдалось после натяжения первого пучка, а 20—25% после натяжения всех остальных пучков. Измеренная деформация швов членения балок от временной нагрузки в пролетах из обычного и керамзитового бетонов находилась в пределах 0,03—0,05 мм, т. е. не превышала допускаемой ширины раскрытия трещин, равной 0,20 мм (СН 200-62).

5. Статические испытания показали достаточную несущую способность и жесткость пролетных строений из обычного и керамзитового бетонов от воздействия временной испытательной нагрузки. Наибольшие замеренные прогибы в балках из керамзитобетона не превышали $1/3800 l$, а из обычного бетона $1/5000 l$, что значительно меньше нормативных, равных $1/400 l$.

Прогибы балок из обычного и керамзитового бетонов получились почти в 2 раза меньше вычисленных по внецентрен-

ному сжатию. Более благоприятное распределение усилий между балками в сравнении с расчетным сказалось и на измеренных напряжениях. Измеренные напряжения так же, как и прогибы, оказались значительно меньше соответствующих теоретических напряжений.

Объяснением этому может служить большая поперечная жесткость балок, объединенных по диафрагмам напрягаемой арматурой в пространственную конструкцию при данном благоприятном соотношении ширины пролетного строения к его длине.

6. Модули упругости, подсчитанные по замеренным деформациям керамзитобетона при натяжении арматуры при малых напряжениях ($\sigma \leq 0,2 R_{пр}$), а также полученные на аналогичных призмах при ступенчатом нагружении и балках при динамических испытаниях, близки между собой и достаточно хорошо согласуются с рекомендациями МАДИ для бетонов, прошедших пропаривание.

7. Динамические испытания пролетных строений из обычного и керамзитового бетонов свидетельствуют о повышенном динамическом эффекте временной нагрузки. Динамические коэффициенты для пролетных строений из обычного и керамзитового бетона изменяются в зависимости от марки нагрузки и скорости ее движения от 1,07 до 2,28 при нормативной величине 1,16.

К одной из причин повышенной динамичности пролетных строений из обычного и керамзитового бетонов следует отнести неровности, имеющиеся в цементобетонном покрытии проезжей части. Другой не менее важной причиной является особое воздействие автомобиля КРАЗ-222 с трейлером на пролетные строения, вызывающее более высокую, чем другие автомобили, динамичность.

8. Опыт строительства и эксплуатации моста из обычного и керамзитового железобетона дает основание рекомендовать керамзитобетон для широкого применения в предварительно напряженных пролетных строениях из составных балок с «мокрыми» стыками. Вопрос о применении сухих стыков в балках из керамзитобетона может быть решен после соответствующего экспериментального обоснования.

За успешную работу в области внедрения керамзитобетона в мостостроении кафедра конструкций МАДИ совместно с Мостотрестом Минавтошосдора РСФСР были награждены медалями и грамотами ВДНХ СССР.

ДОРОЖНЫЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ КЕРАМЗИТОБЕТОНА

В трудных грунтово-геологических условиях при интенсивном и большегрузном движении, при движении гусеничного транспорта и там, где отсутствуют местные каменные материалы, для устройства дорожных покрытий может быть использован керамзитобетон и железобетон.

По данным исследований Н. А. Попова, И. Г. Иванова-Дятлова, М. З. Симонина, Б. Г. Скрамтаева, Г. А. Бужевича и ряда других специалистов, керамзитобетон — это прочный, морозостойкий, материал, менее теплопроводный и обладающий меньшим коэффициентом линейного расширения и большим растяжением, чем обычный бетон.

Опыт эксплуатации первых опытных участков дороги, построенных в СССР (имеются в виду участки, построенные под руководством С. В. Коновалова в 1956 г. в Московской области и Д. В. Галанцева в 1959 г. — под Ленинградом), а также многочисленные примеры строительства мостов как в СССР, так и в США, показали высокую технико-экономическую эффективность керамзитобетона.

Для условий севера Западной Сибири можно предложить следующие конструкции дорожных одежд монолитных или сборных:

а) на 10-сантиметровом песчаном слое укладывается керамзитобетонное покрытие толщиной 25—28 см (по расчету); в этом случае применяется цемент марки 300;

б) такая же конструкция может быть принята в качестве основания под черное покрытие толщиной 5 см; в этом случае может быть использован цемент марки 200.

Предлагаемые конструкции экономичнее равнопрочных конструкций из щебня или даже из обычного бетона.

Прежде чем начать проектирование и строительство дорог из керамзитобетона необходимо проверить пригодность местных глин и суглинков для производства прочного керамзита (с объемным весом 500—800 кг/м³).

Исследование глин северных районов Омской области (Тарского и Большеречинского), соседних районов с Ханты-Мансийским национальным округом Тюменской области показали, что тюменский керамзит пригоден для устройства прочных дорожных покрытий. Образцы балок из керамзитобетона марки 200 при испытании на изгиб показали прочность 50—55 кг/см². Что же касается глин Западно-Сибирской низменности, то они имеют значительную влажность и

поэтому технология производства из них керамзитового гравия должна быть выбрана соответственно их свойствам.

Вообще выбор технологии зависит от заданных требований к керамзиту и конкретных данных о сырье; в процессе освоения производственных мощностей технология может быть уточнена.

Линейный характер дорожного строительства обуславливает значительные транспортные расходы по доставке керамзита к месту потребления. Поэтому заводы керамзита для обеспечения строительства дороги необходимо строить полустационарного типа мощностью 50—70 тыс. м³ керамзита в год (должна быть предусмотрена перебазировка завода на новое место через каждые 2—3 года). Учитывая разницу в стоимости 1 км дорожной одежды, устройством из щебня и керамзитобетона в 10—12 тыс. руб. постройка первых же 15 км дороги окупает стоимость строительства керамзитового завода.

Задачи освоения природных богатств Западной Сибири, а также необходимость снижения стоимости строительства дорог требуют смелого внедрения в практику дорожников керамзитобетона.

Инж. Г. М. Чемакин

ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КЛЕЕВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Канд. техн. наук В. М. ХРУЛЕВ

С каждым годом синтетические клеи находят все более широкое применение в различных отраслях техники. Большую пользу приносят синтетические клеи в дорожном строительстве. С их помощью восстанавливают поврежденные участки дорожного полотна, заделывают трещины в каменных, железобетонных и деревянных конструкциях, омоноличивают сборные железобетонные элементы, соединяют металлические детали мостов, а также бетонные и стальные элементы в комбинированные сталежелезобетонные конструкции. Кроме того, клеи используют для упрочнения опорных поверхностей, крепления амортизирующих прокладок к бетонным и каменным опорам мостов, изготовления несущих клееных деревянных конструкций: брусев, стоек, пролетных строений малых мостов, клееных свай и шпунтов. В настоящее время в СССР выпускается более 100 марок различных клеев.

Важной отраслью дорожного строительства, где применение клееных конструкций могло бы существенно повлиять на темпы и качество работ, является сооружение деревянных мостов. Для изготовления клееных пролетных строений необходимы водо- и теплостойкие феноло-формальдегидные и феноло-резорцино-формальдегидные клеи. Такие клеи (КБ-3, СП-2, ФР-12) выпускаются отечественной промышленностью. Ценной особенностью некоторых клеев, например феноло-резорцино-формальдегидного, является способность склеивать пропитанную древесину, а феноло-формальдегидных — не разрушаться при высокотемпературной антисептической обработке готовых клееных изделий.

Конструкции из клееной антисептированной древесины долговечны, дешевле металлических в 1,5, а железобетонных в 2—2,5 раза. Стоимость таких мостов может быть снижена путем организации их строительства в лесоизбыточных районах.

В СССР проводятся успешные эксперименты по созданию комбинированных клефанерных мостов с металлическими соединениями на клею по методу, предложенному А. Б. Губенко (метод клеестальных шайб). Для склеивания используют феноло-формальдегидные клеи горячего и холодного отверждения.

Однако было бы преждевременным рекомендовать клеевые соединения для узлов металлических мостов без каких-либо дополнительных элементов крепления, воспринимающих усилия, на которые клеевой шов не может быть рассчитан. В частности, клей плохо сопротивляется неравномерному отрыву.

Применение в металлических мостах высокопрочных болтов, рассчитанных на включение в работу сил трения, открывает широкие перспективы создания еще более эффективных клее-болтовых соединений, в которых силы сцепления клея значительно превосходят силы трения.

Клее-болтовые соединения впервые применили при строительстве стального моста пролетом 56 м через канал Липпе (ФРГ). Раскосы моста были выполнены из прокатных двутавров, пояса — из швеллеров с приваренными фасонками. Полиэфирный клей наносили кистью на предварительно обработанную пескоструйным аппаратом поверхность сопрягаемых элементов, причем толщина слоя клея составила 0,2—0,6 мм. Отверждение клея произошло в течение 1 часа. Склеивание элементов было одинаково успешным как в заводских условиях, так и на строительной площадке. Эксплуатация этого моста в течение семи лет не выявила каких-либо дефектов в узлах пролетного строения.

Клее-болтовые соединения можно применять и при укладке железобетонных плит на металлические пролетные строения. В ФРГ для этих целей использовали эпоксидный клей холодного отверждения. Соединение на нем обеспечивает необходимое сопротивление сдвигу в шве между плитами и верхними полками балок при их совместной работе.

Сейчас проводятся экспериментальные работы по склеиванию предварительно напряженных плит проезжей части с металлическими балками пролетных строений, изучается влияние атмосферных условий на прочность клеевых соединений бетона с металлом.

Весьма перспективно применение клеевых составов для омоноличивания сборных железобетонных конструкций. Клей хорошо заполняет зазоры, обеспечивает необходимую плотность соединения, допускает широкое регулирование рабочей вязкости, быстро затвердевает. Затвердевшие клеевые составы обладают высокой прочностью и достаточно долговечны.

Наибольшее применение для омоноличивания находят эпоксидные клеи, наполненные песком, маршалитом, асбестом, щебнем и другими добавками. При испытании образцов на прочность, гидравлическую плотность, водо- и морозостойкость разрушение происходит по бетону, а не по клеевому слою или поверхности контакта.

Кроме эпоксидных смол, в составах для омоноличивания применяют полиэфирные смолы (ПН-1, ПН-3 и др.). Сравнительные испытания бетонных образцов, склеенных составами на основе эпоксидной и полиэфирной смол с добавкой песка, взятых в соотношении смолы к песку 1:3, показали, что сцепление клеевых составов с бетоном, как правило, выше прочности бетона. Однако составы на полиэфирной смоле менее пригодны для омоноличивания стыков, работающих во влажной среде (таблица).

Условия отверждения составов	Предел прочности, кг/см ²		
	при сдвиге	при сжатии со сдвигом	при изгибе
7 суток на воздухе	81	276	38
	58	271	40
4 суток в воде	87	262	33
	21	251	27

Примечание. В числителе приведены данные для состава на эпоксидной смоле, в знаменателе — на полиэфирной.

Снижение прочности составов на полиэфирных смолах при действии воды не является прогрессирующим и с течением времени приостанавливается. Следовательно, эти составы могут быть использованы для склеивания бетонных элементов, уплотнения швов, ремонта поверхностей в тех случаях, когда нет постоянного воздействия влаги или переменного увлажнения и замораживания.

Учитывая, что клеевые составы на полиэфирных смолах в 2—3 раза дешевле эпоксидных смол, применять их выгодно в тех случаях, когда соединение работает в агрессивной среде (кислые и щелочные растворы, жиры, нефтепродукты).

При омоноличивании конструкций клеевыми составами поверхность элементов должна быть сухой. Если состав наносится на влажную поверхность, то прочность сцепления с бетоном эпоксидных смол снижается в 2—2,5 раза, а полиэфир-

ных смол — в 4 раза. Разрушение образцов, имевших при омоноличивании влажную поверхность, происходит не по бетону, а по клеевому слою.

Эпоксидные клеи применяют для наращивания железобетонных свай, если они не достигли глубины грунтовых слоев, обеспечивающих требуемую несущую способность. Делается это следующим образом. На верхний торец забитой сваи ставят новую. Место стыка заключают в стальной хомут с карманами для заливки клея. Щель кармана должна находиться прямо против зазора между нижней и верхней свайей. В карманы заливают жидкий клей, который отверждается в течение 15 мин., после чего забивка сваи может быть продолжена. Прочность при сжатии клеевых прослоек достигает 420 кг/см^2 , а при растяжении 60 кг/см^2 .

Эпоксидным клеем хорошо омоноличивать стальные детали, вставляемые в массивные бетонные сооружения, например, штыри в стенках резервуаров, скобы для спуска людей в колодцы или кессоны, лестницы в бетонных башнях. Применение клея выгодно тем, что не нужно предусматривать закладных деталей, которые могли бы задержать укладку бетона или помешать применению скоростных методов бетонирования в скользящей опалубке. Для вклеивания стальных деталей в бетонной стенке оставляют пробки, которые затем вынимают или высверливают в ней отверстия. После этого нагнетают эпоксидный клей и вставляют деталь. Аналогичным образом можно крепить стойки ограждения на бетонных мостах. Для этого бортовые балки бетонируют на 10—12 см ниже проектной отметки, оставляя для окончательного бетонирования выпуски арматуры. На поверхность бетона точно по шаблону наклеивают стальные пластины с приваренными к ним анкерными болтами. После отверждения клея к болтам привинчивают стойки и выравнивают их по вертикали. Затем заканчивают бетонирование балок, омоноличивая при этом анкерные болты с пластинами. На всю работу затрачивается 8 час.

Применение эпоксидных клеев значительно упрощает установку дорожных знаков и путевых указателей. За рубежом такой способ крепления широко используется с 1955 г. Целесообразность использования клеев особенно очевидна при установке путевых указателей на сборных железобетонных мостах. В сочетании с клепкой и сваркой склеивание можно применить для изготовления и установки металлических решетчатых стоек, рам, вышек и других сигнальных устройств.

Эпоксидным клеем также омоноличивают анкерные устройства в предварительно напряженной пучковой арматуре у торцов мостовых балок. По разработанному в СССР способу арматуру для предварительно напряженных балок покрывают составом на основе эпоксидной смолы и после укладки ее в бетон пропускают электрический ток. При этом арматура нагревается и удлиняется, а обмазка плавится. После анкеровки и отключения тока обмазка отверждается и прочно схватывается с бетоном, который напрягается при охлаждении арматуры.

Все более широкое применение находят синтетические клеи при ремонте различных сооружений. Массивные бетонные сооружения, подверженные эрозионному разрушению, могут быть отремонтированы путем наклеивания при помощи эпоксидных клеев новой более стойкой бетонной массы или облицовки. Свойство некоторых эпоксидных клеев сцепляться с поверхностью независимо от степени увлажнения может обеспечить широкое использование их для ремонта мостовых опор и устоев. Так, при отколах бетона и возникновении трещин в опорах и устоях их можно заделать под водой с получением удовлетворительной прочности соединения через 1—2 недели.

Эпоксидные клеи можно применять для облицовки гранитом старого бетона в мостовых устоях и подпорных стенках. Весьма эффективно применение эпоксидных клеев для ремонта бетонных платформ и заправочных станций. Бетон в таких сооружениях обычно подвергается быстрому разрушению, которое можно предотвратить наклеиванием стойкого состава. Аналогично этому ремонтируют бетонные полы в компрессорных, основания под двигатели внутреннего сгорания и фундаменты насосов для перекачивания нефтепродуктов.

Эпоксидными клеями и пастами заделывают трещины в деревянных сооружениях, упрочняют торцы деревянных свай перед забивкой, заполняют выемки в гниющих опорах и сваях, предотвращая тем самым дальнейший процесс гниения, ремонтируют деревянные платформы, соединяют между собой деревянные и бетонные элементы при восстановлении сооружений, гидроизолируют бетонные поверхности.

Склеивание деревянных и бетонных элементов между собой производят составом, содержащим на 100 весовых частей (в. ч.) эпоксидной смолы, 200 в. ч. наполнителя (цемент, маршалит), 50 в. ч. тиксола и 10 в. ч. полиэтиленполиамина. При приготовлении состава сначала смешивают смолу с наполнителем и тиксол с наполнителем и катализатором, а затем перемешивают обе композиции между собой. Этот состав можно применять для соединения старого бетона с новым на воздухе и под водой, а также для заполнения трещин на горизонтальных бетонных поверхностях. Состав в виде пасты наносят шпателем. Он твердеет при 27°C на воздухе в течение 1 часа, а под водой — 14 суток.

Если бетон загрязнен смазочным маслом или нефтью, то поверхность сначала промывают раствором кремнекислого натрия с добавкой канфолярного мыла или раствором тринатрийфосфата, а затем 25-процентным раствором соляной кислоты. Поверхность, загрязненную растительными и животными жирами, обрабатывают 10-процентным раствором каустической соды. Среднезагрязненные поверхности следует обрабатывать 25-процентным раствором соляной кислоты. Примерный расход раствора 1 л/м^2 .

Запыленные поверхности очищают пескоструйным аппаратом и обдувают воздухом. Для удаления щелочи поверхность промывают сильной струей воды, чистят щетками и подсушивают. При очистке больших площадей бетонных сооружений растворы нужно подавать через краскопульт с поливинилхлоридными трубками. Сушат поверхности сжатым воздухом, калориферами, электрообогревателями или просто на солнце.

Для ремонта бетонных конструкций, в которых обнаружены глубокие трещины или отколы, применяют эпоксидно-песчаные или эпоксидно-гравийные смеси. Количество наполнителя зависит от его гранулометрического состава и требуемой вязкости смеси. Размеры зерен крупного наполнителя не должны превышать $1/3$ средней глубины выкола или раковины.

Вертикальные поверхности следует ремонтировать послойно, используя сначала составы без наполнителей, не сползающие после нанесения их на дефектное место, а затем составы, содержащие песок или гравий. При ремонте бетона с глубокими расщелинами стенки их сначала покрывают жидким эпоксидным клеем с помощью распылителя, а затем заполняют впадины тощим цементным раствором состава 1:2,5 (цемент—песок).

Трещины шириной менее 15 мм заполняют эпоксидным клеем с тонкодисперсным наполнителем (цемент, молотый кварцевый песок и т. п.). Широкие трещины на горизонтальных поверхностях заливают жидкими составами. Трещины на вертикальных и наклонных поверхностях, а также узкие трещины на горизонтальных поверхностях следует заполнять путем нагнетания в них клея под давлением. Для быстрого отверждения клея в трещинах ремонтируемые участки целесообразно обогревать лампами инфракрасного излучения или проволочными электрообогревателями, расположенными в клее. Кроме того, можно применять токопроводящие клеи, содержащие металлические опилки или полоски фольги, и, наконец, наклеивать черные ленты, аккумулирующие солнечное тепло. Чем толще клеевой слой, тем эффективнее применение дополнительного обогрева.

В качестве инструментов для нанесения клея на поверхность бетона могут быть использованы кисти, кельмы, шпатели, пистолеты-распылители, резиновые валики, шприцы и специальные смесители со сменными головками. Удобнее наносить клей при нормальной температуре. Применять растворители не рекомендуется, так как они замедляют скорость отверждения и образуют поры в клеевом слое, нарушая герметичность соединения.

Сооружение вводят в эксплуатацию только после достижения клеем заданной твердости и прочности. Твердость покрытия или кромок клеевого шва рекомендуется определять способом продавливания (шариком).

В связи с большими объемами работ в дорожном строительстве, где целесообразно использовать синтетические клеи, первоочередное значение приобретают вопросы их стоимости.

Не следует забывать, что, стремясь удешевить клеи путем модификации смол недорогими природными материалами и введением всевозможных добавок, можно настолько понизить долговечность клеевых соединений, что вместо экономии получится перерасход, вызванный преждевременными ремонтами склеенных участков. Поэтому технико-экономические расчеты должны во всех случаях базироваться на научно обоснованных сроках службы таких соединений.

В единовременных расходах синтетические клеи дают, как правило, экономию на трудовых затратах, а нередко и на материалах. Так, заменяя сварку склеиванием при монтаже сборных элементов, устройстве ограждений, ремонте механизмов и оборудования, можно сократить стоимость материалов в 2—3 раза, а трудовые затраты в 4—5 раз.

Еще больший экономический эффект достигается в связи с ускорением ввода в эксплуатацию сооружений, построенных или отремонтированных с применением синтетических клеев.

При восстановлении различных повреждений бетонных покрытий, железобетонных мостов и других сооружений с помощью клеевых составов на основе эпоксидных смол движение может быть открыто через 3—5 час., что во много раз быстрее по сравнению с другими видами ремонта и намного экономичнее. По данным американских специалистов, применение эпоксидных смол при ремонте мостов сокращает продолжительность ремонта в 2 раза, а стоимость работ — в 6 раз.

Большое количество синтетических клеев потребуется для ремонта бетонных сооружений. Принимая во внимание высокую стоимость эпоксидных составов, в ближайшее время, видимо, нужно будет ориентироваться на более доступные и технически себя оправдавшие полиэфирные и поливинилацетатные клеи.

Поливинилацетатные клеи обладают хорошей адгезией к старому и свежесделанному бетону и отличаются полной безвредностью. Однако для подводных работ в отличие

от эпоксидных клеев поливинилацетатные клеи не годятся. Время отверждения поливинилацетатных клеев примерно соответствует срокам схватывания бетона. Прочность склеивания достигает 35—40 кг/см². Поливинилацетатные клеи удобно инъектировать в узкие щели, например, при ремонте железобетонных балок и плит.

Хорошие результаты дает применение полиэфирных клеев. Клей на основе смолы ПН-1 обеспечивает прочность склеивания не ниже прочности бетона марки 600, причем после 100 циклов ускоренного старения прочность соединения остается выше прочности бетона.

Синтетические клеи, наконец, могут с успехом применяться в работах по укреплению земляного полотна. Инъектирование клеевых составов, например на основе карбамидных смол, стабилизирует грунты, повышает их несущую способность. Укрепление клеями верхнего слоя грунта может предотвратить размывание и сползание откосов насыпей и выемок. Интересны возможности применения синтетических клеев для крепления взрывчатых веществ к горным породам при прокладке дорог в сложных геологических условиях.

Для дорожного строительства применение синтетических клеев открывает большие возможности, так как позволяет упростить технологию и резко сократить сроки строительно-монтажных и ремонтных работ, что особенно важно на действующих линиях, где необходимо свести до минимума перебои в движении автотранспорта.

УДК 625.07

Морозостойкость материалов, укрепленных цементом

Инж. А. П. КУЗНЕЦОВ

Ленфилиалом Союздорнии были проведены исследования методики определения морозостойкости укрепленных цементом материалов, применяемых для устройства дорожных оснований под асфальтобетонные покрытия.

Экспериментально изучены:

продолжительность замораживания и оттаивания образцов в зависимости от их размера, температуры камеры и степени насыщения водой — как при всестороннем, так и одностороннем охлаждении;

влияние температуры замораживания на прочность при сжатии, модули деформации и упругости образцов с различной степенью водонасыщения.

Исследование проводили¹ на гравийной смеси № 1 карьера «Извары», крупнозернистом (№ 3) и среднезернистом (№ 4) песках карьеров Черново и Кингисепп², укрепленных 4—8% портландцемента Вольского завода марки 400 с нормальной густотой цементного теста 25,5%.

Из этих смесей готовили цилиндрические образцы с диаметром, равным высоте (20,11 и 5 см) при оптимальной влажности, которую определяли по формуле

$$B_{оп} = (0,5 - 0,6) B_n + \frac{C \times B_n}{100},$$

где 0,5—0,6 — коэффициенты, характеризующие материал по гранулометрическому составу, первый — для гравийных, второй — для песчаных смесей;

B_n — водоудерживающая способность минерального материала, % по весу;

C — расход цемента, % веса сухого материала;

B_n — нормальная густота цементного теста, % по весу.

Из смеси № 1 готовили образцы диаметром 20 см при уплотнении стандартным ударником в три слоя, по 40 ударов на каждый слой, затем их доуплотняли на гидравлическом прессе под давлением 100 кг/см² (до объемного веса 2,1 г/см³). Образцы из смеси № 3 и 4 (11 и 5 см) уплотняли на прессе под давлением 150 кг/см².

Приготовленные образцы выдерживали четыре месяца в

воздушно-влажной среде с относительной влажностью воздуха 95—97%.

Испытание на морозостойкость проводили при различном числе (10, 15 и 25) циклов замораживания с наименьшей температурой минус 5, 10 и 20°C и оттаиванием при комнатной температуре (15—20°C). При этом одну партию образцов испытывали непосредственно после хранения в воздушно-влажной среде, вторую партию насыщали при капиллярном подсосе в течение трех суток, а третью партию погружали в воду на двое суток при атмосферном давлении и температуре воды 20°C после предварительного суточного капиллярного их насыщения водой.

С целью сравнения результатов испытания часть образцов-близнецов хранили в воздушно-влажной среде.

Многолетними наблюдениями установлено, что в Северо-Западной части СССР минимальная температура оснований под дорожной одеждой с асфальтобетонным покрытием в наиболее суровые зимы понижается не более чем до минус 15—17°C. При этом основание подвергается замораживанию и оттаиванию, как правило, один раз в год, несмотря на продолжительные оттепели зимой. Следовательно, число циклов замораживания и оттаивания, рекомендуемое ТУ Главдorstрой 1957 г., не соответствует действительной работе дорожных оснований зимой. Поэтому количество циклов при испытании на морозостойкость цементированных образцов устанавливали из условий расчетного срока службы конструктивного слоя одежды.

Кроме того, установлено, что влажность материала основания в течение зимнего периода практически не меняется и заполнение пор водой не превышает 70% даже при наличии трещин в покрытии. Учитывая это, при определении морозостойкости образцы помещали в резиновые мешки, что позволяло сохранить влажность их в течение всего периода испытания постоянной. Продолжительность выдерживания образцов при отрицательной температуре принимали с таким расчетом, чтобы достичь максимального замерзания воды, заполняющей поры.

При оценке морозостойкости цементированных материалов считали критическими такую влажность и число циклов замораживания-оттаивания, при которых предел прочности при сжатии, модуль деформации и упругости понижаются не более чем на 50% по сравнению с образцами, не подвергнутыми испытанию, а потеря в весе составляет не более 5%.

¹ Работа выполнена автором под общим руководством В. А. Шильникова.

² Характеристика материалов была приведена ранее в журнале «Автомобильные дороги», 1962, № 9.

Испытания образцов на морозостойкость проводили двумя способами: при одностороннем замораживании и при равномерном, всестороннем охлаждении. После установки образцов температуру в камере понижали в течение 1,5–2 час. с –5 до –10 или –20°C. Для наблюдения за изменением температуры образцов в центре их и на расстоянии 1 см от боковой поверхности устанавливали термисторы.

Результаты проведенных опытов показали, что скорость замораживания образцов в основном зависит от их размера, влажности и температурного градиента между температурой холодильной камеры и охлажденных образцов. Для замораживания и оттаивания образцов диаметром 20 см требуется в 2–3 раза больше времени, чем для образцов диаметром 5 см. Но вид кривых изменения температуры образцов разных размеров при оптимальной влажности, а также после водопоглощения один и тот же.

В наших опытах при охлаждении образцов диаметром 20 см в течение 1 часа температура в центре их была на 4–6°, а после 12 час. охлаждения — на 2–4° выше, чем на расстоянии 1 см от поверхности. Кроме того, при замораживании в течение 12 час. в центре образцов температура была на 4–6°, а на расстоянии 1 см от поверхности — на 1–4° выше, чем температура холодильной камеры, т. е. даже при таком длительном охлаждении не достигалось теплового равновесия в камере и образцах. Из опытов следует, что время, необходимое для замораживания образцов в центре, в 2–3 раза больше, чем на поверхности. Этим, по-видимому, объясняется, что разрушение их (при испытании на морозостойкость), как правило, начинается с поверхности, особенно при большой степени насыщения образцов водой.

Оттаивание образцов на воздухе происходило в начальный момент в 1,5–2 раза медленнее, чем замораживание. При оттаивании максимальная разница температур на поверхности и внутри образца была около 6°. Приведенные выше данные показывают, что при замораживании и при оттаивании по сечению образцов создается неравномерное распределение температур, что вызывает напряжения и деформации. Кроме того, опыты показали, что при одностороннем охлаждении (таблица) скорость замораживания в 2–3 раза меньше, чем при всестороннем.

В результате установления влияния температуры, количества циклов попеременного замораживания и степени водонасыщения

Диаметр образ- ца, см	Объем- ный вес, г/см³	Модуль охлаждае- мой по- верхности, см²	Смесь	Время промора- живания, час., до температуры			Время оттаивания, час., до темпера- туры		
				0°	-5°	-15°	0°	5°	15°
Одностороннее замораживание и оттаивание образцов									
5	1,96	1,36	3,4	1,6	2,6	6,1	2,0	3,5	7,5
20	2,11	0,32	1	2,0	4,0	8,0	2,5	5,0	9,0
				10,7	14,8	33,5	28,2	34,4	42,5
Всестороннее замораживание и оттаивание образцов									
5	1,96	1,36	3,4	0,8	1,5	4,0	1,0	2,5	4,5
				1,0	2,4	4,7	2,2	3,5	6,0
11	2,10	0,57	1,4	1,8	3,0	5,3	2,8	4,2	8,0
				2,4	3,9	7,0	3,4	5,2	9,0
20	2,11	0,32	1	2,2	3,8	9,5	4,0	6,2	10,0
				2,6	5,8	11,0	5,6	8,1	12,0

Примечания: 1. Пористость образцов 21—27%.
2. Степень влажности — оптимальная после водопоглощения.
3. Начальная температура в центре образца +15°.

Примечания: 1. Пористость образцов 21–27%.
2. Степень влажности — оптимальная после водопоглощения.
3. Начальная температура в центре образца +15°.

сыщения на прочность при сжатии, модуль деформации и упругости цементогравийной смеси № 1 построены графики (см. рисунок).

Из рисунка видно, что образцы из гравийного материала, укрепленного 4–6% портландцемента, после хранения в воздушно-влажностной среде в течение четырех месяцев имели прочность при сжатии 61–91 кг/см², а модуль деформации — 6000–8000 кг/см². После капиллярного насыщения водой эти величины почти не изменились и даже после погружения образцов в воду прочность их понизилась незначительно — до 50–78 кг/см², а модуль деформации — до 5000–6000 кг/см².

После попеременного замораживания и оттаивания (10, 15 и 25 циклов) прочность при сжатии, модуль деформации и упругости хотя и снижаются (по сравнению с образцами, не подвергнутыми испытанию на морозостойкость), но остаются достаточно высокими.

Величина модуля упругости до и после испытания образцов на морозостойкость была в 2–2,5 раза больше модуля деформации. Потеря в весе образцов с 4% портландцемента в два раза больше, чем при добавке 6%, причем потеря в весе прямо пропорциональна количеству циклов замораживания-оттаивания.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

1. Результаты испытаний на морозостойкость образцов различных размеров могут быть сравнимы в том случае, если скорость замораживания, величина отрицательной температуры в центре образцов, а также степень их насыщения водой одни и те же. Эти параметры ГОСТ 8269-56, 5802-51 и 7800-59, а также указанием СН 25-61 не нормируются.

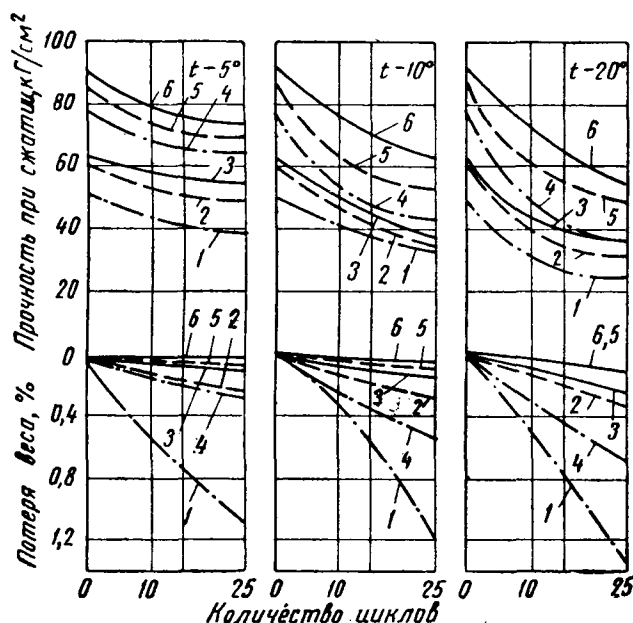
2. При испытании цементированных образцов на морозостойкость принимать продолжительность замораживания и оттаивания следует по таблице, приведенной в статье. При этом степень насыщения образцов должна быть не менее 50% заполнения пор водой, а начальная температура в холодильной камере — минус 5°C с последующим понижением ее до минус 20°C в течение 1,5–2 час. Количество циклов замораживания должно соответствовать действительной работе материала в конструкции.

3. Скорость замораживания цементированных образцов при испытании на морозостойкость должна быть до 0° не более 6° в час, ниже 0°–3° в час, что приблизительно соответствует природным условиям работы дорожных оснований в зимнее время.

4. При одностороннем попеременном замораживании (25 циклов) образцов получается, что скорость охлаждения их в 2–3,5 раза меньше, а прочность при сжатии на 15–20% выше по сравнению с образцами, испытанными при всестороннем замораживании.

5. При увеличении скорости замораживания (ниже 0°) от 0,5° до 3,5° в час прочность образцов (с заполнением более 50% пор водой) уменьшается до 47%.

6. Гравийный материал, укрепленный 4–6% цемента, является морозостойким и может быть рекомендован в качестве материала для дорожных оснований.



Изменение прочности при сжатии и потери в весе в зависимости от температуры замораживания, степени водонасыщения и количества циклов замораживания-оттаивания:

1, 2 и 3 — образцы с 4% цемента; 4, 5 и 6 — образцы с 6% цемента

— — — оптимальная влажность;

— — — капиллярное водопоглощение;

— — — водопоглощение после полного погружения в воду



(Из опыта технико-экономического обоснования)

Инж. Д. А. ВУЛИС

Основное назначение обходных и кольцевых автомобильных дорог состоит в создании условий, необходимых для беспрепятственного и бесперебойного пропуска транзитного автомобильного движения (с минимальными затратами средств и времени) в обход существующих и перспективных участков городской застройки.

Экономическая эффективность строительства этих дорог определяется следующими факторами:

- снижением себестоимости автомобильных перевозок пассажиров и грузов в результате улучшения дорожных условий;
- ускорением доставки пассажиров и грузов;
- целесообразным распределением транспортной работы между городским, пригородным, междугородным автотранспортом в целом и другими видами транспорта (железнодорожным, водным) в районе экономического тяготения к огибаемому населенному центру;

созданием более благоприятных условий для перспективного развития производительных сил в районе экономического тяготения;

обеспечением максимальной безопасности и комфортабельности пассажирского движения.

В результате строительства обходных и кольцевых дорог достигаются также другие цели: разгрузка наиболее переполненных участков пригородной дорожной сети; частичная разгрузка городской уличной сети (преимущественно в пределах полосы, примыкающей к пригородной зоне); обслуживание железнодорожных вокзалов, морских, речных и авиационных портов, перевалочных баз, складов, расположенных в пригородах населенных центров.

Неотложность строительства автомобильных дорог в обход городов диктуется затруднениями, неизбежно возникающими при неупорядоченном движении транзитных потоков в черте города.

В среде специалистов по планировке городов, инженеров-автотранспортников и дорожников за последние годы большое внимание уделяется проектным решениям, предусматривающим пропуск транзитных потоков с пересечением городских территорий по сквозным магистралям, специально приспособленным для движения с высокими скоростями.

Следует иметь в виду, что одной из предпосылок, определяющих конкурентоспособность сквозных автомагистралей сравнительно с обходными и кольцевыми дорогами, является преобладание транзита в балансе автомобильных перевозок.

Дороговизна и техническая сложность строительства сквозных автомагистралей пока в значительной мере ограничивают возможность реализации соответствующих проектных решений.

Для оценки рентабельности обходных (кольцевых) дорог в настоящее время используются общепринятые критерии экономической эффективности вложений в строительство¹.

¹ См. «Типовую методику оценки экономической эффективности капиталовложений» (Институт экономики АН СССР) и «Указания по технико-экономическому обоснованию обходных и кольцевых дорог» (Союздорпроект).

Автомобильные дороги, протрассированные в обход городских индустриальных центров, обычно характеризуются достаточно высокой интенсивностью движения (в среднем от 3 до 12 тыс. автомобилей в сутки).

Технико-экономические обследования, проведенные за последние годы различными транспортными и архитектурно-планировочными организациями, позволили установить, что удельный вес транзитного движения в пригородных зонах большинства областных городов СССР повсеместно и неуклонно растет, хотя и колеблется в настоящее время в сравнительно широком диапазоне — от 5 до 28%.

Пригородные дороги являются своеобразным звеном, связующим сеть городских улиц, площадей, проездов и перекрестков с внешней дорожной сетью; соответственно и движение автотранспорта в пригородной зоне по своим структурным параметрам занимает среднее положение между уличным и внегородским движением. Кольцевые и обходные дороги имеют весьма важное значение для формирования всей пригородной дорожной сети.

Опыт организации натурных наблюдений показал, что им должно предшествовать аналитическое исследование основных закономерностей пригородного автомобильного движения и выявление функциональных зависимостей между скоростью, режимом движения и пропускной способностью пригородных автомобильных дорог.

Технико-экономическое обоснование пригородных автомобильных дорог, и в особенности кольцевых и обходных дорог, неразрывно связано с аналитическим и экспериментальным изучением их пропускной способности в сочетании с расчетами перспективного роста интенсивности движения. В итоге устанавливаются ширина проезжей части, требуемое количество полос движения, нормативы для проектирования пересечений и транспортных узлов.

Предлагаемая нами классификация пригородных автотранспортных потоков по их структурным особенностям содержит следующие градации:

- 1) движение одиночных автомобилей;
- 2) организованное движение управляемых колонн, состоящих преимущественно из однотипных автомобилей;
- 3) неуправляемый, но хорошо регулируемый поток с преобладанием автомобилей одинаковых моделей;
- 4) сравнительно слабо регулируемый поток разнородных автомобилей (так называемый «пестрый» поток).

При отсутствии статистических материалов натурных наблюдений за движением на существующих дорогах, которые могут рассматриваться в качестве приемлемых аналогов, большое значение приобретают приближенные формулы. Эти формулы предназначены для получения первой информации о наиболее вероятной средней скорости движения отдельных автотранспортных потоков, а отсюда и о среднерасчетной скорости и соответственно пропускной способности.

Для колонного режима движения может быть рекомендована следующая формула:

$$v_{расч} = \frac{1}{t} \left| \frac{\frac{t^2}{2} v^2 - tsv + s^2 \ln(tv + s)}{tv - s \ln(tv + s)} \right| \frac{v_{max}}{v_{min}} \text{ м/сек.} \quad (1)$$

Опыт применения указанной формулы для практических расчетов при колонном режиме движения дал положительные результаты.

Для «пестрых» автотранспортных потоков рекомендуется использовать предложенную автором статьи формулу¹

$$v_{расч} = 2 \sqrt{\frac{s}{a}} \cdot \cos \gamma, \quad (2)$$

$$\text{где } \gamma = \frac{1}{3} \arccos \frac{t}{2\sqrt{as}}.$$

¹ Обоснование формул (1) и (2) см. в статьях, опубликованных в журналах «Автомобильный транспорт» № 5 за 1958 г. и «Автомобильные дороги» № 9 за 1958 г., № 6 за 1959 г., № 6 за 1962 г.

- В формулах (1)–(2):
 v — скорость движения м/сек;
 t — время, затрачиваемое от подачи сигнала торможения до полного включения тормозной системы, сек.;
 s — средняя длина автомобиля, сложенная с интервалом безопасности, м.

Пропуск транзитных автомобилей с пересечением территории города может осуществляться по обычным городским улицам, по так называемым «улицам ускоренного движения» и в необходимых случаях по специально оборудованным сквозным магистралям, отдельные участки которых располагаются в тоннелях и на эстакадах.

Обходные и кольцевые дороги, как правило, проходят за пределами существующей застройки, а также земельных участков, зарезервированных для перспективной застройки, селитебных и лесопарковых зон, водохранилищ и пр., т. е. с обязательным учетом генеральных схем развития города и районной планировки прилегающей территории.

Хорошим примером такого решения является кольцевая автомобильная магистраль вокруг Большой Москвы.

В большинстве случаев в зависимости от конкретных условий проектируют:

кольцевые автомобильные дороги полного периметра, по своим очертаниям приближающиеся к окружности, эллипсу или к замкнутому контуру иной конфигурации;

полукольцевые дороги, огибающие планировочную территорию города только с одной стороны и близкие по своим очертаниям в плане к полуокружности или полуэллипсу;

обходные дороги, огибающие сравнительно небольшую часть планировочной территории города, например один или несколько секторов, заключенных между скрещивающимися в городе смежными радиальными дорогами.

При отсутствии автомобильных дорог, огибающих территорию города, на контакте между пригородами и городской застройкой обычно происходит неупорядоченное веерообразное развертывание и распыление транспортных потоков, движущихся к городу по радиальным магистралям.

Обходные и кольцевые дороги обеспечивают возможность специализации и целесообразного перераспределения пригородного движения. В итоге транспортные потоки прикрепляются к оптимальным маршрутам, позволяющим свести к минимуму перепробеги и непроизводительные затраты времени на перемещение пассажиров и грузов в пути.

Специфика проектирования обходных и кольцевых автомобильных дорог требует некоторого развития и видоизменения общепринятых методов сопоставительной оценки вариантов проектных решений.

Разнообразные предложения, относящиеся к совершенствованию теории расчетов эффективности капиталовложений в транспортное строительство (в частности, в строительство обходных и кольцевых автомобильных дорог), в конечном счете сводятся к одной и той же дилемме, которая сжато может быть сформулирована следующим образом.

Что выгоднее: 1) повышение степени капиталности строительства и соответственное повышение эксплуатационных показателей; или 2) стадийное рассредоточение капиталовложений на более длительный период времени и вытекающие отсюда замедленные темпы образования экономии за счет снижения транспортных издержек?

Применительно к обходным и кольцевым дорогам сравнение конкурирующих вариантов проектных решений рекомендуется расчленять на несколько этапов.

На первом этапе наиболее целесообразно осуществить попарное сравнение каждого из предварительно намеченных конкурирующих вариантов с так называемым эталонным вариантом, в качестве которого рекомендуется использовать вариант сохранения дорожных условий в неизменном состоянии, т. е. отказа от строительства обходной или кольцевой дороги.

Нередко в целях упрощения расчетов условно принимают, что между средневзвешенным коэффициентом экономической эффективности E_n и сроком возмещения капитальных затрат t_n имеется элементарная зависимость

$$t_n = \frac{1}{E_n},$$

которая, хотя и не подтверждается исследованиями, но для практических целей оказывается приемлемой.

Для технико-экономического обоснования обходных и кольцевых дорог можно использовать дифференцированно

ую (в зависимости от степени капиталности проектируемых дорог и величины огибаемых ими населенных центров) шкалу ориентировочных средненормативных значений E_n и t_n (см. таблицу).

Наименование проектируемых дорог	Средненормативные значения	
	E_n	t_n
Дороги I технической категории (по СНиП II-Д. 5-62), огибающие перспективные планировочные территории городов с населением свыше 500 тыс. человек	0,07	14
Дороги II технической категории, огибающие перспективные планировочные территории городов с населением от 250 до 500 тыс. человек	0,08—0,09	12—11
То же, при численности населения от 100 до 250 тыс. человек	0,09—0,10	11—10
Дороги III технической категории, огибающие города с населением менее 100 тыс. человек и рабочие поселки городского типа	0,10—0,11	10—9
Дороги III и IV технических категорий в тех случаях, когда они огибают рабочие поселки и сельские населенные пункты	0,11	9

В практике проектирования различных транспортных организаций в целях упрощения расчетов и при наличии соответствующих обоснований иногда приближенно принимается, что грузооборот (транспортная работа в ткм) нарастает в диапазоне между отчетным годом (1963 г.), промежуточными расчетными сроками (1970 г., 1975 г.) и конечным годом перспективного расчетного периода (1980 г.) по прямолинейному закону.

В действительности транспортные расходы, а также эксплуатационные издержки, связанные с ремонтом и содержанием автомобильных дорог далеко не всегда возрастают прямо пропорционально росту грузооборота. Поэтому независимо от выбора той или иной закономерности роста грузооборота следует иметь в виду, что характер функциональной зависимости между ростом грузооборота и нарастанием транспортных расходов, а также издержек на ремонт и содержание обходных и кольцевых дорог нуждается во внимательном анализе применительно к каждому конкретному случаю проектирования.

Затраты на ремонт и содержание проектируемой дороги рекомендуется калькулировать отдельно от транспортных расходов, оперируя, таким образом, при сравнении вариантов транспортных составляющими себестоимости автомобильных перевозок, а не полными себестоимостями.

Все расчеты, связанные с сопоставлением вариантов проектных решений, в том числе вариантов трассы обходных и кольцевых дорог, как убедительно показал опыт Союздорпроекта, удобнее всего вести в табличной форме.

В тех случаях, когда прямолинейная закономерность роста грузооборота отсутствует, интерполяция значений грузооборота для каждого календарного года в пределах расчетного перспективного периода осуществляется путем подбора эмпирического уравнения, описывающего кривую роста грузооборота. С этой целью успешно может быть использован предложенный проф. Б. М. Кояловичем метод тождественных соотношений, который позволяет, наряду с интерполяцией, с достаточной для практических целей точностью производить приближенную экстраполяцию всех расчетных параметров на более далекую перспективу, т. е. за пределами намеченного перспективного периода.

При принятии окончательного решения о рекомендации для строительства оптимальных вариантов дороги, наряду с сопоставлениями об экономической эффективности и сроках возмещения вложений, подлежат обязательному учету условия безопасности и комфортабельности движения по обходной или кольцевой дороге; разнохарактерные санитарные, архитектурные и другие специальные требования, подлежащие оценке в каждом конкретном случае проектирования.

Проектирование сложных обходных и кольцевых дорог, огибающих большие города, должно вестись инженерами-дорожниками в тесном содружестве с высококвалифицированными консультантами по планировке городов и транспортной экономике, что является необходимой предпосылкой для высокого качества принимаемых проектных решений.

Повысить устойчивость береговых опор и конусов средних мостов

Инженеры Е. Я. СЛУЦКИЙ, М. Ф. ЧЕКАЛОВ

При сооружении средних мостов вместо массивных устоев наибольшее распространение получили береговые облегченные свайные опоры — однорядные, двухрядные или козлового типа. В связи с этим возник ряд технических вопросов, которые пока еще не нашли должного решения.

Как известно, массивные устои рассчитывают на восприятие полного горизонтального давления грунта и временной нагрузки на насыпи с проверкой на случай отсыпки конусов до установки пролетных строений. Крутизна откосов конусов и условия производства работ по отсыпке и уплотнению грунта мало влияют на устойчивость массивных устоев. Поэтому почти никогда не наблюдаются деформации массивных устоев от давления грунта после постройки моста и тем более непосредственно в процессе отсыпки конусов.

Между тем случаи деформации береговых опор свайного типа иногда наблюдаются.

Основными причинами деформации береговых свайных опор в большинстве случаев являются:

завышение предельно допустимой высоты опор без учета условий заделки свай в зависимости от характеристики грунтового основания;

нарушение устойчивости откоса конуса или общей устойчивости берегового склона, на котором отсыпается насыпь и конус;

отсыпка конусов после постройки опор.

Рассмотрим в указанной последовательности характер причин, вызывающих деформации береговых свайных опор, и возможные мероприятия по предотвращению этих деформаций.

1. Береговые свайные опоры средних мостов в настоящее время строят по типовому проекту (вып. 143—144), разработанному Союздорпроектом в 1960 г. В этом проекте приводится конструкция береговых свайных опор и рекомендуется их привязка по предельно допустимой высоте опор «от поверхности земли до верха подферменной площадки». В типовом проекте, по существу, совершенно игнорируются характеристики грунтового основания и условия заделки свай в грунте, что приводит практически к завышению предельно допустимой высоты свайной опоры.

По-видимому, более правильно привязку типовых опор делать по предельно допустимой высоте опоры «от подферменной площадки до расчетной глубины заделки свай». При этом расчетную глубину заделки свай в зависимости от грунтов следует принимать по данным табл. 5 СНиП Н-Б.5-62.

Грунты, залегающие ниже дневной поверхности	Расчетная глубина заделки железобетонных свай в грунте, см
Пески (кроме пылеватых) средней плотности; суглинки и глины тугопластичные	6 <i>d</i>
Пески рыхлые и пылеватые; супеси пластичные; суглинки и глины мягкопластичные	7 <i>d</i>
Илы, суглинки и глины текучепластичные	8 <i>d</i>

Примечание. *d* — диаметр круглого, стороны квадратного или большая сторона прямоугольного сечения свай в сантиметрах.

Таким образом, можно сделать вывод, что предельно допустимая высота береговых свайных опор по типовому проекту должна быть в зависимости от характеристики грунтового основания уменьшена на величину от 6 до 8*d*. Соответственно при сваях размером 35 см это уменьшение составит от 2,10 до 2,90 м.

Во всех случаях при слабых грунтах необходимо применять свайные опоры козлового типа по индивидуальному проекту.

2. Согласно указаниям СНиП II-Д.5-62 индивидуальные проекты земляного полотна разрабатывают при высоте насыпи более 12 м. Это указание распространяется также на насыпи у береговых свайных опор и поэтому проектирование их сводится обычно только к назначению предельно допустимой крутизны откосов.

Согласно СНиП П-Д.7-62 для автодорожных мостов крутизна откосов конусов насыпей допускается в пределах подтопления 1:1,5, а вне пределов подтопления на высоту 6 м ниже бровки 1:1,25 и на высоту следующих 6 м не круче 1:1,75. Этими же указаниями рекомендуется крутизну откосов конусов высотой более 12 м определять расчетом и назначать ее не менее 1:1,75.

Опыт проектирования и строительства обсыпных береговых свайных опор указывает на необходимость более внимательного подхода к проектированию конусов насыпей, так как условия их работы резко отличаются от работы обычных насыпей. Конусы насыпей располагаются, как правило, на склонах берегов, периодически смачиваются паводковыми водами и находятся под воздействием временной нагрузки на насыпи и тормозных и температурных усилий, передаваемых через береговые опоры.

Что касается расположения конусов на склонах, сложенных илами и текучепластичными суглинками и глинами, то в этих случаях недостаточно ограничиваться только назначением допустимой высоты опоры от подферменной площадки до расчетной глубины заделки свай. Здесь следует проверять соответствующими расчетами устойчивость основания насыпи (конуса) против возможного сдвига грунта. Деформации этого рода тем более возможны, что насыпи подходов и конусы возводятся после устройства береговых свайных опор, в связи с чем практически бывает невозможно осуществить механизмами последнюю отсыпку грунта и его уплотнение.

Относительно быстрое загрузление берегового склона насыпью, отсыпаемой «с головы», приводит в некоторых, наиболее неблагоприятных случаях к возникновению сдвигов грунта в основании конуса.

Для расчета устойчивости основания необходимо знание таких характеристик грунта, как угол внутреннего трения и сцепление. При отсутствии опытных данных эти характеристики можно принимать (для ориентировочных расчетов) по табличным значениям, основываясь на материалах инженерно-геологического обследования участка.

Известны случаи, когда недоучет указанных факторов приводил к тому, что еще в процессе строительства моста происходили оползневые подвижки грунта в основании относительно высоких (5—7 м) насыпей и конусов, отсыпанных на слабых переувлажненных глинистых грунтах.

Иногда, как показывают инженерные и экономические расчеты, оказывается более целесообразно проектировать дополнительные пролеты моста для разгрузки неустойчивых береговых склонов от веса насыпей подходов.

Изложенные соображения диктуют необходимость разработки проектов насыпей и конусов в комплексе с береговыми свайными опорами при неблагоприятных инженерно-геологических условиях.

3. Конусы в настоящее время отсыпают, как правило, после сооружения береговых свайных опор. Помимо неудобства выполнения земляных работ в таких условиях механизированным способом и невозможности обеспечения надлежащего последующего уплотнения грунта, о чем указывалось выше, береговые свайные опоры в процессе отсыпки подвергаются неравномерному одностороннему навалу грунта и воздействию механизмов.

По нашему мнению, следует рекомендовать предварительную отсыпку насыпи и конуса с последующим устройством

(Окончание на стр. 28).

По поводу статьи «Согласны ли с моими предложениями?» *Отклики на статью*

В № 5 журнала «Автомобильные дороги» под рубрикой «Нам пишут» была помещена статья инженера Ш. А. Лебанидзе «Согласны ли с моими предложениями?». В ней автор, касаясь расстояний, на которых устанавливаются километровые знаки, утверждал, что «установка этих знаков, как правило, регламентируется в зависимости от скорости движения транспортных средств... Поскольку расчетные скорости движения в настоящее время доведены до 160—180 км/час, едущие с такой скоростью могут проехать километровый знак за 0,75—0,5 мин. Следовательно, установка знаков через каждый километр становится абсолютно нецелесообразной и ненужной» (разрядка наша — Г. Р.). Основываясь на этих положениях, тов. Лебанидзе предлагал ставить километровые знаки через каждые 10 км. чем, по его утверждению, будет достигнута в масштабе СССР внушительная экономия как денежных средств, так и фондируемых материалов.

Мы не можем согласиться с его предложениями по следующим причинам.

Во-первых, выбирать эталоном пройденного пути на автомобильных дорогах скорость движения автомобиля недопустимо, потому что эта скорость колеблется в значительном диапазоне в зависимости от категории и состояния дороги, рельефа местности, типа и состояния автомобиля, а также от способности и желания водителя. Совершенно очевидно, что за эталон надо принимать стабильную величину.

Во-вторых, никогда и нигде не было известно о существовании на гужевых и автомобильных дорогах правила, как это утверждает автор предложения, согласно которому знаки пройденного пути устанавливали в зависимости от скорости движения транспорта. Было бы очень интересно, если бы автор указал источники, в которых содержится подобное правило.

В третьих, что самое главное, следует точно уяснить назначение километрового знака.

Автор предложения, видимо, полагая, что километровые знаки предназначены только для ориентации проезжающих и считая, что эта информация достаточна через каждые 0,5—0,75 мин. (если следовать со скоростью 160—180 км/час) находит излишним ставить знаки через каждые 1000 м.

Действительно, километровый знак должен также и информировать проезжающих, но предназначен он главным образом для других, более важных целей, таких, как:

а) наличие адресов выполняемых работ, необходимых для работников службы ремонта и содержания дорог;

б) наличие адресов уязвимых мест и дорожных сооружений (мостов, труб, подпорных стен, берегоукрепительных и регуляционных сооружений, крупных выемок и насыпей, снегозащитных сооружений, линейных зданий, оползнево-обвальных мест и т. д.);

в) создание нормальных условий для работы комиссии, составляющей дефектные ведомости при назначении работ по капитальному и среднему ремонту на следующий год, и закрепления адресов назначенных работ;

г) обеспечение нормальных условий при пользовании материалами инвентаризации дорог (надо думать, что автор пред-

ложения не собирается отказаться от этих материалов) и связи инвентаризационных данных с натурой;

д) быстрейший розыск на трассе мостов, труб, подпорных стен и прочих сооружений, когда их надо срочно ремонтировать (не все же они титульные и имеют собственные имена);

е) скорейшее обнаружение мест аварии или стихийных разрушений.

Вот далеко не полный перечень назначений километрового знака. Рассмотрим теперь один пример того, какой вред может нанести отсутствие километровых знаков.

Ежегодно по всей стране выполняется капитальный ремонт проезжей части дороги, стоимость которого превышает 50 тыс. руб/км, т. е. более 50 руб/пог. м. Если принимать выполненные работы при отсутствии километровых знаков (снятых по предложению т. Лебанидзе), то видимо, придется вести промер дороги стальной лентой. Как в этом случае измерять длину кривых, не известно? В зависимости от количества кривых и величины их радиусов ошибка при измерении каждого километра дороги будет составлять несколько десятков метров. Если же т. Лебанидзе предполагает производить промеры по спидометру автомобилей, то такие промеры будут весьма приблизительными. Поскольку самое мелкое деление у спидометра 100 м, и самый наблюдательный приемщик сумеет отсчитать не более чем его четвертую часть (25 м), то при приеме работ в рассматриваемом нами примере эта погрешность будет стоить государству 50×25 руб., т. е. средства, за счет которых можно установить $(50 \times 25) : 6,71 = 186$ километровых знаков (здесь 6,71 руб. — стоимость железобетонного километрового знака по подсчету автора предложения).

Вышеприведенный анализ позволяет сделать вывод, что снятием километровых знаков государству будет нанесен значительный и ничем не оправданный ущерб.

Нам думается, что с повышением скорости и интенсивности движения, при которых четкость работы дорожной службы также должна повышаться, следовало бы на дорогах общегосударственного, а также на важнейших магистралях республиканского и областного значения установить пикетные знаки, как это сделано на дорогах некоторых союзных республик, а также на важных дорогах Чехословакии, Болгарии и некоторых других стран.

В рассматриваемой статье автор предложения касается и окраски оградительных тумб.

Оградительные тумбы должны быть видны в течение целого года, в том числе и тогда, когда фон бывает серым (светлым) или белым, например зимой. В этом случае черная кайма на белых тумбах может только улучшить ориентировку водителя, а никак не ухудшить ее.

Что касается окраски цоколя в черный цвет, то получение экономии при отказе от этой меры сомнительно, так как после дождя с цоколя, покрытого черным лаком, грязь можно смыть водой, тогда как цоколи белых тумб придется перебелить.

Двухцветная окраска, безусловно, требует дополнительных расходов труда и средств, но поскольку она улучшает ориентировку водителей и способствует предотвращению дорожно-транспортных происшествий, вряд ли стоит ставить вопрос об экономии на такой окраске.

Инж. Г. В. Робиташвили.

ПОВЫСИТЬ УСТОЙЧИВОСТЬ БЕРЕГОВЫХ ОПОР... (Окончание. Начало на стр. 27).

береговых свайных опор (с забивкой свай через отсыпную насыпь).

Отсыпка конусов после постройки береговых свайных опор должна допускаться как исключение и оговариваться в каждом отдельном случае проектом (при наличии благоприятных геологических условий и высоте насыпи не более 3 м).

Приведенные в настоящей статье соображения, конечно, не исчерпывают большого круга вопросов, возникающих при проектировании береговых свайных опор и насыпей подходов с конусами. Но на основе этих соображений уже можно сделать некоторые рекомендации:

а) индивидуальные проекты насыпей и конусов на подходах к мостам с береговыми свайными опорами следует разрабатывать при неблагоприятных инженерно-геологических условиях независимо от высоты насыпи (а не только при высоте насыпей более 12 м);

б) при выполнении инженерно-геологического обследования участка мостового перехода надо тщательно освещать условия сооружения насыпей подходов;

в) предельно допустимую высоту и конструкцию береговых свайных опор назначать с учетом заделки свай в зависимости от характеристики грунтового основания;

г) применение типовых проектов свайных опор (вып. 143—144) до их переработки следует ограничивать высотой опор с учетом глубины заделки свай в зависимости от характеристики грунтового основания;

д) необходимы натурные обследования построенных мостов с береговыми свайными опорами в различных геологических условиях и разработка научно обоснованных рекомендаций проектных решений.



БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ В ФРГ

Канд. техн. наук А. М. БОГУСЛАВСКИЙ

В ФРГ недавно введены новые технические условия на битумоминеральные смеси. Ниже приводятся выдержки из статей, посвященных этому вопросу, опубликованных в № 11—20 журнала *Strassenbautechnik* за 1962 г.

Классификация битумоминеральных смесей типа асфальтобетона приведена в табл. 1.

Таблица 1

Вид смеси	Толщина слоя, см	Минеральная часть			Битум	
		размер частиц, мм	количество, % по весу	объем пустот в уплотненной смеси, %	глубина проникания	количество, % по весу
Песчаный асфальтобетон	2—3	2—0,09	80—85	19—27	45—65	9—12
Мелкозернистый асфальтобетон с малым содержанием щебня	2—4	0,09—0	20—15	18—24	65—80	7—8
То же, насыщенный щебнем	2,5—4	(8; 12) 5—2	20—35	16—22	80—200	5,5—8,5
	3,5—6	0,09—0	7—15			
		2—0,09	Остальное			
Крупнозернистый асфальтобетон		(12) 8—2	40—60	Менее 14	80—200	5—7,5
		0,09—0	6—12			
		2—0,09	Остальное			
		18—2	50—70			
		0,09—0	5—10			
		2—0,09	Остальное			
Смесь для нижнего слоя (биндер)	3	18—2	65—80	—	80—200	4—6,5
		0,09—0	0—5			
		2—0,09	Остальное			
То же	5	25—2	70—85	—	80—200	3,5—6
		0,09—0	0—5			
		2—0,09	Остальное			

Гранулометрический состав смесей должен подбираться по принципу наибольшей плотности, оцениваемой по объему пустот минеральной смеси в уплотненном состоянии. Количество вяжущего материала определяют по показателю водонасыщения в вакууме, который должен быть в пределах 3—5%.

Для аэродромов содержание битума в смеси определяется по методу Маршалла: сжимают цилиндрический образец, лежащий на боку. Предельную нагрузку называют стабильностью по Маршаллу, а получаемую при этом деформацию — пластичностью (или текучестью). Кроме того, определяют остаточную пористость образца. По этим данным строят диаграмму, по которой определяют содержание битума. Часто получают количество битума меньшее, чем при определении по водонасыщению. Это объясняется тем, что в последнем случае образцы уплотняют в меньшей степени, чем для испытаний по методу Маршалла. Следовательно, и покрытие необходимо уплотнять соответственно со степенью уплотнения образцов.

К асфальтобетону в ФРГ предъявляют определенные требования в зависимости от интенсивности движения (табл. 2)

Таблица 2

Наименование показателей	Величина показателей в зависимости от характера движения			
	слабое	среднее	тяжелое	очень тяжелое
Толщина покрытия, см	До 3	3—5	5—8	Более 8
Толщина битумоминерального основания, см	5—10	10—15	12—18	16—20
Стабильность по Маршаллу при 60 °С, кг	Более 200	Более 200	Более 300	Более 300
Текучесть по Маршаллу, мм	1—4	1—4	1—4	1—4
Остаточная пористость, %:				
не более	20	16—20	12—16	10—12
не менее	2	2	2	2

приводятся эти требования при применении битума с глубиной проникания 60. Одновременно в этой таблице указана требуемая толщина покрытия и основания.

Количество слоев покрытия зависит от характера и интенсивности движения (табл. 3).

Таблица 3

Характер движения	Интенсивность движения		Требуемая толщина покрытия, см	Количество слоев
	общая, автомобилей в сутки	в том числе грузовых автомобилей весом более 4 т, %		
Слабое	Менее 1000	—	3—5	1—2
Среднее	1000—3000	5—10	3—5	1—2
Тяжелое	3000—6000	10—20	5—6	2
Очень тяжелое	Более 6000	Более 20	Более 8	2—3

Асфальтовый бетон рекомендуется укладывать на битумоминеральные основания, которые вначале могут служить в качестве покрытий переходного типа (с устройством защитного слоя). Для доказательства выгоды битумоминеральных оснований приведена сравнительная табл. 4.

Таблица 4

Характер движения	Толщина основания, см			
	щебеночное	гравийное	битумоминеральное	бетонное
Слабое	15	25	5—10	10
Среднее	20	35	10—15	10—15
Тяжелое	25	45	12—18	15—20
Очень тяжелое	30	45	16—20	20

Битумоминеральные смеси, в том числе и для оснований, должны подбираться в соответствии с требованиями, изложенными в табл. 5.

Таблица 5

Наименование показателей	Величина и состав показателей для смесей		
	мелкозернистых	среднезернистых	крупнозернистых
Содержание частиц крупнее 2 мм, % по весу	0—20	20—60	60—80
Наибольший размер частиц, мм	—	25	45
Минеральный остов	Естественный песок или смесь с высевками	Песчано-гравийная смесь или щебень или их смесь	Гравий, щебень или их смесь, шлак
Добавки	Минеральный порошок, высевки	Минеральный порошок, песок, высевки	То же, что и для среднезернистых
Содержание битума, %	4	3,5	3
Вязкость битума (глубина проникания)	65—80	65—200	80—200

Чем крупнее каменный материал, тем меньшая вязкость битума требуется. Гранулометрический состав битумоминеральных смесей также должен подбираться по принципу максимальной плотности. Повышение сцепления минерального материала с битумом достигается добавкой 1—2% извести. Смесей укладывают слоями до 10 см.

Битумоминеральные основания устраивают из мелко-, средне- или крупнозернистых горячих смесей или из горячего черного щебня.

(Окончание см. на стр. 30).

VII Международный конгресс по мостам и конструкциям

Д-р техн. наук, проф. С. А. ИЛЬЯСЕВИЧ

Летом прошлого года в Рио-де-Жанейро, Бразилия, состоялся VII Международный конгресс по мостам и конструкциям. На нем присутствовало 466 делегатов — представителей 37 стран, в том числе делегация Советского Союза.

Подвляющая часть докладов и сообщений касалась расчета сооружений, а также металлических и железобетонных мостов и конструкций.

Нужно отметить ряд докладов, посвященных применению электронных цифровых вычислительных машин (ЭЦВМ) для расчета конструкций. Наиболее интересными из них были выступления Коджима (Япония) о расчете ферм системы Нильсена, Роулинга (Австралия) об анализе работы сооружений под динамическими воздействиями и др., в которых содержатся материалы, полезные для практического применения ЭЦВМ в решении разнородных расчетных задач. Пространственному расчету конструкций уделялось внимание в сообщениях Лакруа и Курбона (Франция). В них рассматривались методы расчета балочных решетчатых конструкций с учетом кручения и многопролетных мостов с ездой поверху без поперечных балок. Эти доклады имеют практическое значение для расчета автодорожных мостов. Характерно, что их авторы в заключение привели соображения о программировании расчетов с целью передачи их на ЭЦВМ. Б. Е. Улицкий (СССР) сделал доклад о расчете железобетонных мостов как пространственных сооружений.

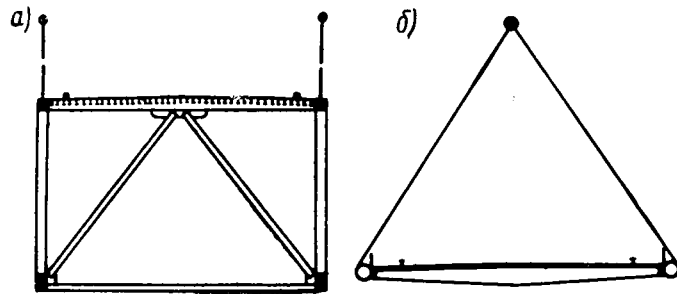


Рис. 1. Поперечные сечения висячих мостов, исследованные в аэродинамическом канале Леонгардом.

Несмотря на значительную трудоемкость этого расчета, основанного на использовании методов теории упругости, пути возможного применения электронно-вычислительных машин в этом сообщении намечены не были.

Очень показательно, что в докладах значительное место заняли экспериментально-теоретические исследования конструк-

ций на крупных моделях, имеющих не только научное, но и практическое значение. Например, Дзивольский (Франция), применив уже имеющиеся теоретические работы (в частности, работу В. З. Власова) и испытав соответствующие модели, исследовал напряженное состояние замкнутой коробчатой асимметричной балки применительно к крановым мостовым конструкциям. Весьма интересные экспериментальные геомеханические исследования моделей железобетонной обделки двухъярусного тоннеля провел Фумагалли (Италия). Модели обделки находились внутри соответствующих грунтов и подвергались внешним воздействиям, создававшимся мощным прессом. В результате удалось получить характерные эпюры напряжений.

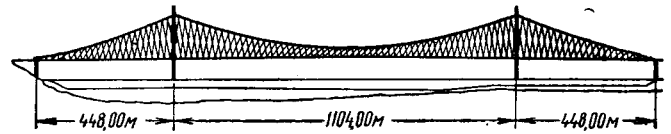


Рис. 2. Схема висячего моста через р. Тэжу в Лиссабоне

Заслуживает внимания доклад Леонгардта (ФРГ) об аэродинамической устойчивости крупнопролетных висячих мостов, в котором изложены результаты исследований в аэродинамическом канале двух моделей поперечного сечения. В одной модели (рис. 1, а) к двум несущим кабелям подвешено пролетное строение, образованное из двух сквозных ферм жесткости, ортотропной стальной плиты проезжей части, нижних продольных и поперечных связей. В другой модели (рис. 1, б) на одном несущем кабеле подвешены две наклонные висячие фермы, имеющие многорешетчатую схему и пролетное строение в виде коробчатой стальной сплошной плиты обтекаемой формы с переменной высотой. Вторая модель оказалась намного более аэродинамически устойчивой. Эти исследования позволили Леонгардту разработать для висячих мостов через реки Рейн у Эммерих и Тэжу в Лиссабоне (рис. 2) схемы с наклонными многорешетчатыми висячими фермами, имеющими средние пролеты соответственно 500 и 1104 м, а также с пролетным строением в виде сплошной коробчатой плиты.

Г. К. Евграфов и В. В. Бобриков (СССР) провели обстоятельные исследования узлов в масштабе $\frac{2}{3}$ натуральной величины и сквозных главных ферм в масштабе $\frac{1}{5}$ натуральной величины применительно к строящемуся предварительно напряженному железобетонному мосту через р. Волгу.

Десять выступлений были посвящены проблеме надежности при расчете и проектировании сооружений с учетом влия-

БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ...

(Окончание. Начало см. стр. 29).

В ФРГ устраивают покрытия и с применением маловязкой горячей мастики. Мастика представляет собой смесь битума с глубиной проникания 65—200 в количестве 14—22%, минерального порошка (частиц мельче 0—0,09 мм) 20% или более и песка (частиц размером 0,09—2 мм) — остальное количество. Такое покрытие устраивают следующим способом: по уплотненному слою щебня разливают мастику, засыпают ее мелким щебнем и укатывают. Нормы расхода материалов для устройства основания и покрытия следующие: щебень 35—55 мм — 120 кг/м², щебень 12—25 мм — 15—20 кг/м², мастика — 30—40 кг/м², щебень 8—12 мм — 15—20 кг/м².

Широко применяют в ФРГ литой асфальт (табл. 6). Требования к нему зависят от того, где его укладывают — на стоянках автомобилей или на перегонках. Качество литого асфальта оценивают по показателю глубины проникания штампа. Прибор для определения этого показателя состоит из штанги и индикатора, измеряющего глубину погружения штампа, которая должна быть на городских улицах (перегонках) 2—4 мм, на площадях (стоянках) 5—10 мм.

Покрытие из литого асфальта рифлуют шиповыми вальцами или сверху закатывают мелкий щебень.

Таблица 6

Вид смеси	Толщина слоя, см	Минеральная часть			Битум		
		размер частиц, мм	количество, % по весу	объем пустот в уплотненной смеси, %	глубина проникания	количество, % по весу	
Литой асфальт, насыщенный щебнем	2,5—4	Более 20	40—55	Менее 18	45	25	6,5—9
Литой асфальт, с малым содержанием щебня	5—6	Более 20	30—40	Менее 22	45	25	6,5—9

ния пластических деформаций на распределение усилий. Наиболее интересны были доклады Дютелля (Франция) и Борджеса (Португалия). В первом из них подчеркивается значительная роль резервов пластической работы материала и системы сооружения. Во втором докладе рассматривается работа конструкции и критерий надежности, причем исследуются не только линейно, но и нелинейно работающие конструкции.

Переходя к докладам по металлическим мостам и конструкциям, прежде всего необходимо отметить сообщение Вальнера (Австрия) о применении в мостостроении свариваемых сталей высокой прочности. В нем были рассмотрены строительные стали Альфорт и Альдур высокой прочности. Следует обратить особое внимание на улучшенные хорошо свариваемые стали Альдур, обладающие пределом текучести от 45 до 58 кг/мм² и повышенной ударной вязкостью как при нормальной температуре +20°C, так и при пониженной до -40°C. Значительное внимание было уделено новым методам соединений, в том числе высокопрочным болтам. В докладах Кониши, Тада и Томонага (Япония) излагались результаты экспериментальных исследований высокопрочных болтов под статической и повторной нагрузками, а также опыт их применения в железнодорожных металлических мостах Японии. Этому же вопросу были посвящены выступления Беера (Австрия) о надежности высокопрочных болтов при работе их под повторной нагрузкой и Карпентье (Франция) об опыте применения высокопрочных болтов с 1955 г. в металлических конструкциях ангаров для самолетов, при строительстве крупных электростанций, а также при усилении существующих конструкций. Наибольшего внимания заслуживает доклад Аурнхаммера (ФРГ), в котором автор, освещая богатый опыт применения высокопрочных болтов и используя свои наблюдения над действительной работой соответствующих конструкций, излагает ряд ценных соображений и мыслей, касающихся дальнейшего развития соединений на высокопрочных болтах.

Ряд докладов был посвящен изучению явления усталости при исследовании не на образцах металла, а на элементах стальных конструкций. Для примера можно указать на доклад Фишера (США), в котором анализируются результаты испытаний усталостных явлений в пяти стальных сплошных мостовых балках под воздействием подвижной нагрузки. Число этих воздействий доходило до 480—560 тыс. В докладах Радерика и Роулинга (Австралия) дан анализ действительной работы стальных балок, подвергавшихся медленному повторному нагружению.



Рис. 3. Неразрезной стальной арочный автодорожный мост через р. Мерсей и Манчестерский канал (Англия)

Несколько докладов было посвящено учету пластичности сталей высокой прочности. Интересен, в частности, доклад Анслина (Бельгия), в котором он показал, что исследованная им сталь марки St+52 (A-52) оказалась достаточно пластичной с определенно выраженной площадкой текучести, обеспечивающей возможность образования в балках из этой стали шарнира текучести. Можно отметить и экспериментально-теоретическое исследование Дути (США), касающееся расчета соединений на высокопрочных болтах с учетом пластических свойств материала этих болтов. В этом докладе изложены не только результаты опытных и теоретических исследований, но даны и необходимые расчетные формулы для практического использования.

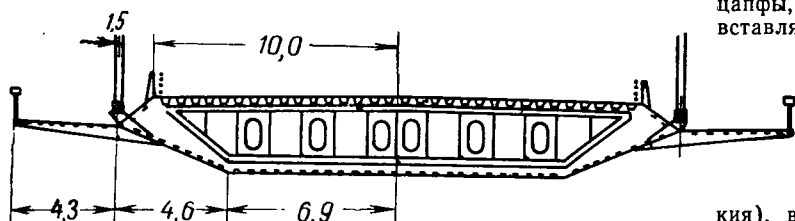


Рис. 4. Проезжая часть висячего моста через р. Северн

По теме предварительно напряженных металлических мостов обратил на себя внимание доклад Тахибана (Япония), посвященный экспериментальному исследованию объединенных с железобетонной плитой балок, напряженных проволочными прядями. Автор пришел к выводу, что предварительное напряжение в балках наиболее эффективно создавать после включения железобетонной плиты в совместную работу со стальной балкой. В докладе, представленном С. А. Ильясевичем (СССР), был дан обзор применения предварительно напряженных металлических мостов и конструкций в СССР и сделано сообщение о многоступенчатом предварительном напряжении и предварительном напряжении конструкций из алюминиевых сплавов.

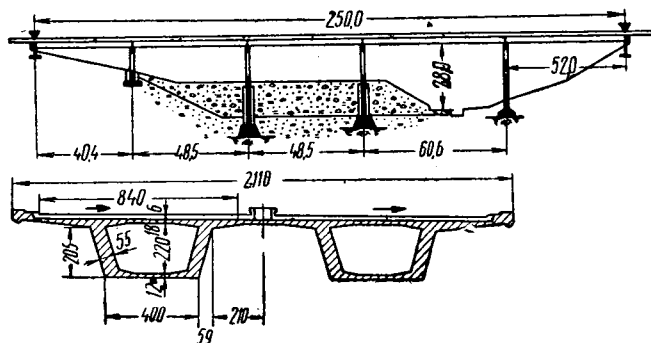


Рис. 5. Железобетонный мост на дороге Берн—Цюрих

По облегченным покрытиям проезжей части металлических автодорожных мостов был представлен доклад Кониши (Япония), в котором приведены исследования несущей способности стальных плит. В ходе этих исследований вскрылось значительное влияние нормальных напряжений в середине плиты. Хороший обзор облегченных покрытий проезжей части из стали и алюминиевых сплавов в автодорожных мостах Англии дан в докладе Джеймса (Англия).

По железобетонным мостам и конструкциям было 55 выступлений, затронувших по существу пять основных тем.

Целый ряд сообщений, представленных конгрессу, относился к сопротивлению железобетона сдвигу (первая тема). Здесь можно указать на доклад Вальтера (Швейцария — ФРГ), в котором на основе экспериментально-теоретических исследований устанавливается зависимость сопротивления сдвигу от соотношения M/Qh .

В то же время Невиль (Канада), проводя исследования неразрезных предварительно напряженных железобетонных балок, не обнаружил такой зависимости. В докладе Гоши (Венгрия) освещалось влияние усадки и температуры на сопротивление сдвигу предварительно напряженных железобетонных балок. Автор пришел к выводу, что усадка влияет на сдвиг незначительно, а температура — заметно. Это зависит от характера температурного воздействия, например, от его равномерности.

По сборным железобетонным мостам в СССР был представлен коллективный доклад Е. Е. Гибшмана, Г. К. Евграфова, Е. И. Крыльцова и М. С. Руденко. Заслуживают внимания доклады Герхольма (Швеция) и Хейниша (ГДР), касающиеся устройства стыков сборных железобетонных конструкций. В первом из них предлагается устраивать стальной стык бетонных элементов, обеспечивающий немедленную, после оформления стыка, передачу нагрузки; во втором — рассмотрены стыки сжатых стоек с помощью специальной железобетонной цапфы, имеющейся в верхней части стойки и принудительно вставляемой в нижнюю ее часть. В докладе Левицкого (ГДР) освещается роль и значение точности монтажа сборных железобетонных конструкций и приведен ряд рекомендаций по практическому ее обеспечению.

Рассматривалась также и действительная работа железобетонных сооружений (третья тема). Здесь прежде всего следует обратить внимание на интересное вообщение Базанта (Чехословакия), в котором изложено теоретическое исследование расчета неоднородных бетонных конструкций с учетом ползучести и усадки с использованием ЭЦВМ. Результаты исследо-

вания могут быть распространены и на неоднородные конструкции, образованные из совместно работающих стальных и бетонных элементов. Е. Е. Гибшман (СССР) представил доклад о расчете железобетонных мостов с учетом долговечности. Ользак (Польша), основываясь на известных работах советского ученого Н. К. Арутюняна, теоретически получил напряженное и деформированное состояние сжатого элемента в функции времени. Определенный интерес представляют результаты длительного опытного исследования величин ползучести и усадки ряда железобетонных балок, приведенные в докладе Айххорна (Австрия), в котором установлены существенно большие значения ползучести и усадки по сравнению с принимаемыми до сих пор.

В докладах четвертой темы по железобетонным мостам и конструкциям освещаются результаты испытания железобетонных сооружений при работе их в зоне пластичности. Это доклады Мальдаж (Франция) об испытании железобетонных балок в зоне пластичности, Ямада (Япония) об исследовании работы пластических шарниров в железобетонных балках, Свами (Англия) о чисто экспериментальном исследовании неупругой работы железобетонных и предварительно напряженных железобетонных балок при действии простого изгиба и изгиба с кручением.

Наконец, о разрушении арматуры вследствие коррозии в железобетонных сооружениях доложил Луи (Бельгия).

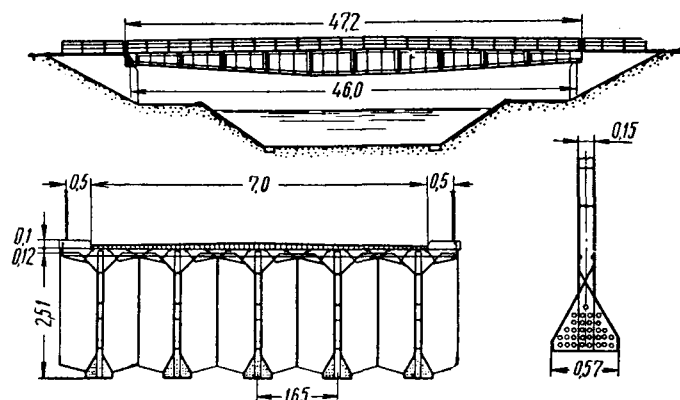


Рис. 6. Предварительно напряженный железобетонный мост через канал в Испании

Обособленное место занимают девять докладов о конструктивных деталях проезжей части автодорожных мостов, в которых освещаются вопросы устройства температурных швов, изоляции и дренажа, а также мероприятия по обеспечению безопасности движения.

Участники конгресса ознакомились с материалами, касающимися ряда заслуживающих внимания зарубежных мостов. Для примера можно назвать автодорожный мост через р. Мерсей и Манчестерский канал со стальными неразрезными арочными сквозными главными фермами, имеющими средний пролет 330 м (рис. 3).

Следует отметить развитие строительства висячих мостов

в Европе, особенно в Англии. Там в 1962 г. был построен автодорожный висячий мост через р. Тэмар, со средним пролетом 335 м и боковыми по 114 м. Сквозные фермы жесткости стальные. В сентябре 1964 г. вблизи известного Фортского стального консольного моста был открыт для движения автодорожный висячий мост со средним пролетом 1016 м. В стадии строительства находится новый висячий мост через р. Северн со средним пролетом 987,5 м. В соответствии с результатами последних исследований аэродинамической устойчивости висячих мостов это сооружение имеет висячие фермы с треугольной решеткой и проезжую часть в форме замкнутой стальной сплошной коробчатой тонкостенной конструкции высотой 3,01 м (рис. 4). Верхняя часть конструкции представляет собой ортотропную стальную плиту, по которой непосредственно происходит движение. В конце 1963 г. начато строительство крупного висячего моста через р. Тэжу в Португалии. Средний пролет этого моста — 1013 м, а крайние — по 483,4 м.

Заслуживает внимания пятипролетный автодорожный балочный неразрезной железобетонный мост с наибольшим пролетом 60,6 м (рис. 5) на дороге Берн—Цюрих. В нем применены коробчатые главные балки с наклонными стенками и консолями длиной по 3,3 м, что существенно уменьшило размеры опор. Последние, кроме того, облегчены приданием верхним их частям сквозной сужающейся к низу формы. Следует упомянуть автодорожный балочный предварительно напряженный железобетонный мост пролетом 46 м через канал, идущий параллельно р. Гвадалквивир в Испании (рис. 6). На нем применены очень тонкие стенки — 15 см (около $1/17$ высоты балки). Балки объединяются сверху железобетонной плитой, после бетонирования которой получают предварительное обжатие, осуществляемое пучками высокопрочной проволоки.

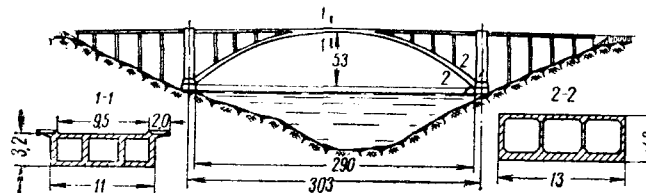
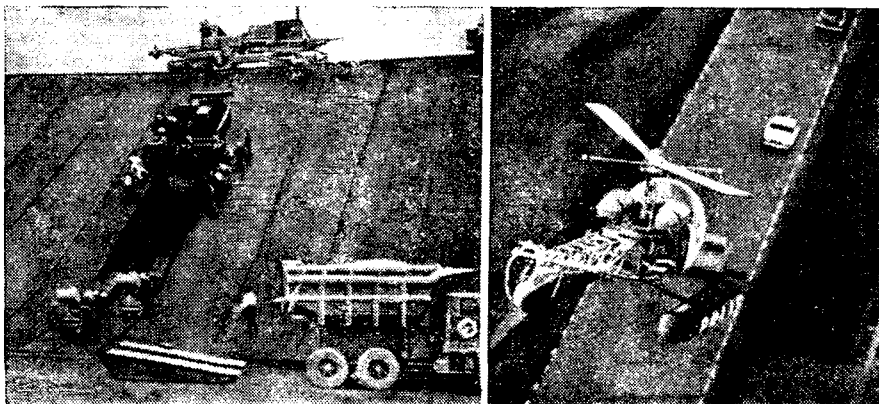


Рис. 7. Арочный железобетонный мост через р. Парану в Бразилии

Нельзя не отметить крупный арочный железобетонный мост через р. Парану (рис. 7) в Бразилии, строительство которого заканчивалось в дни работы конгресса. Арочный с заделанными пятнами свод его имеет прямоугольное полое сечение. В середине пролета высота сечения свода составляет около $1/90$, а ширина — $1/26,4$ пролета. Уширение свода к пятам существенно повышает поперечную горизонтальную жесткость арочного пролетного строения. С этой же целью береговые опоры, на которые опираются концы проезжей части, уширены до 22,6 м. В середине пролета на длине около 79 м проезжая часть совмещается с арочным сводом. По длине пролета этот мост уступает только арочному железобетонному мосту через р. Параматту в Сиднейской гавани в Австралии пролетом 305 м.

ЗА РУБЕЖОМ

Слева — укрепление битумом откосов высокой насыпи. Уклон откосов 1:1,75 (ФРГ). Справа — контроль за движением автомобилей ведет полицейский вертолет (Норвегия)



75 ЛЕТ

В декабре прошлого года отмечалось 75-летие со дня рождения и 47-летие производственной и научной деятельности виднейшего советского дорожника, одного из создателей дорожно-мостовой гидравлики, старшего научного сотрудника Союздорнии д-ра техн. наук, проф. Евгения Васильевича Болдакова.

Более 50 трудов по различным вопросам проектирования и строительства искусственных сооружений написано им. Преподавателям и студентам транспортных институтов, инженерам-изыскателям и проектировщикам мостовых переходов хорошо знакомы такие его крупные монографии, как «Мостовые переходы» (1939 г.), «Переходы через большие водотоки» (1949 г.), «Переходы через малые водотоки» (1950 г.), «Жизнь рек» (1959 г.), «Расчет отверстий искусственных сооружений по предельным состояниям» (1963 г.) и др. Е. В. Болдаков является автором новой теории ливневого стока с малых водосборов и большого количества нормативных документов по проектированию и строительству транспортных водопропускных сооружений.

Характерной чертой технической и научно-педагогической деятельности юбиляра является удовлетворение задач, которые ставит производство. Практическое применение ряда его научных разработок экономит много государственных средств. Так, внедрение в дорожное проектирование и строительство только метода учета аккумуляции воды перед искусственными сооружениями дает ежегодную экономию около 4 млн. руб.

В настоящее время ни один сколько-нибудь значительный объект дорожно-



Е. В. БОЛДАКОВ

мостового строительства не проектируется без консультаций Е. В. Болдакова. Из последних объектов можно назвать мостовые переходы через реки Амур у г. Благовещенска (1957 г.), Обь у г. Новосибирска (1958 г.), Енисей у г. Красноярска (1959 г.), Ишим у г. Петропавловска (1962 г.) и др. Уже несколько лет проф. Болдаков занимается вопросами экономической эффективности капиталовложений при устройстве мостовых переходов и разработкой физически обоснованных кривых распределения максимальных расходов.

На ближайшие годы Евгений Васильевич намечил большой объем исследований. Советские дорожники от всей души желают ему дальнейших творческих успехов во благо нашего общего дела.



НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В целях популяризации достижений науки и техники, опыта передовых дорожных строек и автомобильных хозяйств, а также для повышения теоретического и практического уровня дорожников и автомобилистов Коллегия Минавтошосдора Эстонской ССР, Президиум республиканского комитета проф. союза и Президиум правления республиканского НТО городского хозяйства и автомобильного транспорта организовали Народный Университет технического прогресса на автомобильном транспорте и в дорожных хозяйствах.

Университет имеет два факультета: дорожный и автотранспортный. Утвержден Совет университета, состав которого из девяти человек работает с первых общественных начал.

Слушателей зачисляют в университет по рекомендации дорожных и автомобильных хозяйств. В текущем году на автомобильный факультет зачислено 50 человек, а на дорожный — 20 человек. Особое внимание было обращено на привлечение к учебе инженеров и техников-практиков, не имеющих специального технического образования.

Лекторский состав подобран из квалифицированных преподавателей Таллинского политехнического института и специалистов Минавтошосдора, проектно-исследовательской конторы минавтошосдора и Центральной лаборатории строительных материалов.

По отзывам слушателей университета лекции, прочитанные т. Тармаком «Планирование и финансирование дорожно-строительного производства» и т. Кульвером «Новые дорожные и строительные машины 19 стран мира», были прослушаны с большим интересом.

Слушателей университета интересует очень многое и они задают множество вопросов по новой технике и технологии.

*Председатель дорожной секции
НТО ГХ и АТ ЭССР М. Рабинович*

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

объявляет

ПРИЕМ СТУДЕНТОВ

на I-й курс дневных, вечернего и заочного факультетов по специальностям: «Автомобильные дороги».

«Мосты и тоннели».

«Строительство аэродромов».

«Строительные и дорожные машины и оборудование».

«Автоматизация и комплексная механизация строительной промышленности».

«Автоматические установки» (только на дневное отделение).

«Гидропневмоавтоматика и гидропередачи» (только на дневное отделение).

«Автомобильный транспорт».

(Техническая эксплуатация автомобилей, ремонт автомобилей, организация автомобильных перевозок, организация и безопасность движения, исследование и испытание автомобилей, исследование и испытание автомобильных двигателей).

Заявления принимаются:

Заочный факультет — с 1 апреля по 25 июля.

Дневные факультеты — с 20 июня по 31 июля.

Вечерний факультет — с 20 июня по 20 августа.

Заявления о приеме подаются на имя ректора института с указанием факультета и избранной специальности.

К заявлению прилагаются документы в соответствии с правилами приема.

Документы направлять по адресу: Москва, А-319, Ленинградский проспект, 64, Приемная комиссия. Телефоны: Д 7-00-08, доб. 3-41, 3-30.

**Готовится номер нашего журнала,
посвященный качеству дорожных работ.
Пишите о своем опыте.**

Технический редактор Р. А. Горячкина

Корректоры Р. М. Рыкунина, Н. М. Клименко

Сдано в набор 30/XII—1964 г.

Подписано к печати 6/II—1965 г.

Бумага 60×90¹/₈ Печ. л. 4,0

Уч.-изд. л. 6,36

Заказ 5857

Т-00155

Цена 50 коп.

Тираж 13145 экз.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТРАНСПОРТ» Москва, Басманный тупик, 6а

Типография издательства «Московская правда» Москва, Потаповский пер., 3

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОЖНЫХ РАБОТАХ

ИНДЕКС
70004

Введение 3-4 капселя полисилоксанового
каучука СКТН-1 в битумный котел
емкостью 10-12 тонн
МГНОВЕННО
ПРЕКРАЩАЕТ
ВСПЕНИВАНИЕ БИТУМА

ВО ИЗБЕЖАНИЕ
НЕСЧАСТНЫХ
СЛУЧАЕВ
ПРИ РАЗОГРЕВЕ
БИТУМА

ПРИМЕНЯЙТЕ СКТН-1

СЕРИЯ ИЗ ПЯТИ ПЛАКАТОВ БУДЕТ ИЗДАНА
в 1965 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВОМ

«Т Р А Н С П О Р Т»

Цена 50 коп.