

АВТОМОБИЛЬНАЯ

6
1968

В номере

Пусковые стройки под неослабный контроль
На опытных стройках Российской Федерации
К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина

НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

В. К. Мизинцов — По сетевому графику
А. Мухин — Повышать производительность
труда в мостостроении
М. Б. Гитман, М. Б. Фельдман — Выбор
экономичного варианта моста

В БОРЬБЕ ЗА КАЧЕСТВО

И. Гаврилов — Непрерывная система кон-
троля

МЕХАНИЗАЦИЯ

А. А. Дудко — Использование передвижных
дробильно-сортировочных установок

СТРОИТЕЛЬСТВО

И. Ш. Горышник — Устройство покрытий
из теплых битумоминеральных смесей с
использованием быстрогустеющего жид-
кого битума
И. А. Капанадзе — Теплые битумоминераль-
ные смеси в условиях Грузии
С. С. Фадеев — Укрепление грунтов мест-
ными вяжущими в Татарской АССР
Ю. И. Ткачев, А. А. Квиткин и др. — Укреп-
ление барханных песков нефтью и це-
ментом
Э. Г. Долгов, Ю. А. Торопин — Укрепление
обочин цементогрунтом
М. А. Тарасов — Укрепительные полосы из
силикальцитных плит
Е. И. Штильман — Изготовление пустотных
плит для малых мостов
В. С. Гринь, Г. С. Наумов — Геодезические
работы при строительстве эстакады

ПРОЕКТИРОВАНИЕ

А. Дронов — Унификация сквозных ферм
мостов
А. М. Рябухо — Аналитический метод опре-
деления развития фундаментных плит же-
лезобетонных устоев консольного типа
В. М. Замахаев — Расчет сварных балок
сталежелезобетонных мостов с учетом
местных искривлений стенки

НОВАЯ ТЕХНИКА

М. П. Молодцов — Проектирование продоль-
ного профиля дороги на ЭЦВМ с учетом
распределения земляных масс
Н. Н. Попов — Применение ЭВМ для под-
счета объема земляных работ

ИССЛЕДОВАНИЯ

В. В. Володин — Прочность бетона на рас-
тяжение при изгибе можно определять
растяжением при раскалывании

КОНСУЛЬТАЦИЯ

В. А. Правоторов — Линия размыва под
мостом
Н. Тышко — О новом виде холодного ас-
фальтобетона

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

М. В. Бунин, А. М. Холодов — Зонально-
комплексная механизация
С. М. Фатеев — Письмо в редакцию
За рубежом

ИЗ ПИСЕМ ЧИТАТЕЛЕЙ

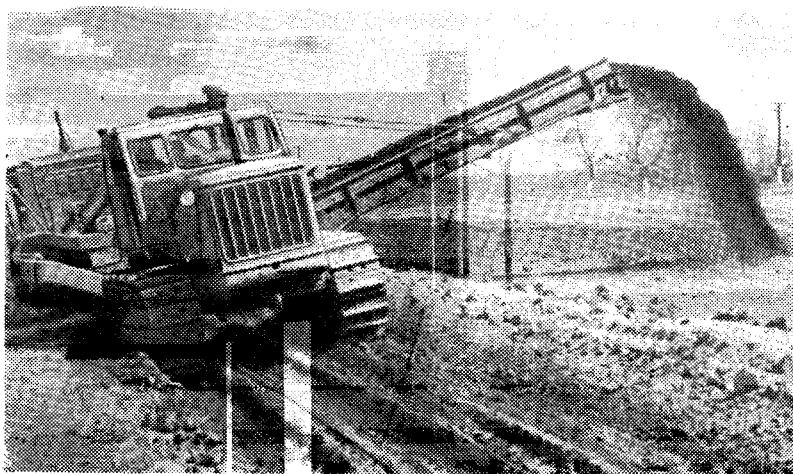
И. Л. Горовой — Еще об озеленении дорог

ИНФОРМАЦИЯ

А. Костин — На строительстве дороги Ви-
зига Койгородок
И. Гаврилов — На новую систему финанси-
рования строительных работ
Образцово-показательная сеть автомобиль-
ных дорог
И. Г. — Травматизму — решительное нет
Е. Никитин, А. Баранковский — Нормативно-
исследовательские станции — проводники
НОТ

ДОРОЖНАЯ ХРОНИКА

СЕЛУ — ХОРОШИЕ ДОРОГИ



КО ВСЕМ КОЛХОЗАМ ОБЛАСТИ

В каждом районе Полтавской области
созданы межколхозные дорожно-строи-
тельные организации. Сельские строители
дорог обязались к 1970 г. построить до-
роги с твердым покрытием к централь-
ным усадьбам всех колхозов области. В
текущем году намечено построить 200 км
дорог и возвести 400 км земляного по-
лотна. Сейчас у дорожников настала го-
рячая пора. Начался строительный сезон.

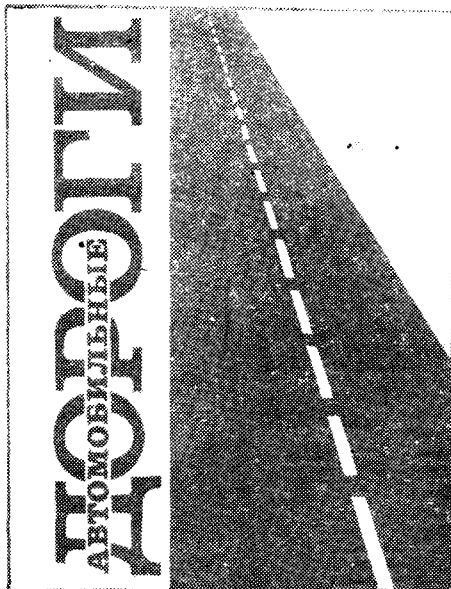
На снимках: возведение земляного по-
лотна в колхозе «Гигант» Кобелянского
района. Дорожный мастер А. Л. Гулько
ведет контроль земляных работ.



Фото И. С. Кекало.

Дороги на селе — важный элемент
экономики сельского хозяйства

ПУСКОВЫЕ СТРОЙКИ — ПОД НЕОСЛАБНЫЙ КОНТРОЛЬ



**ПРОИЗВОДСТВЕННО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
МИНИСТЕРСТВА
ТРАНСПОРТНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА
СССР**
■
XXXI ГОД ИЗДАНИЯ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. БАБКОВ, С. М. БАГДАСАРОВ, В. М. БЕЗРУК, В. Л. БЕЛАШОВ, Г. Н. БОРОДИН, Н. П. ВАХРУШИН (зам. главного редактора), Е. Н. ГАРМАНОВ, Л. Б. ГЕЗЕНЦЕВ, С. А. ГРАЧЕВ, В. В. ЗАВАДСКИЙ, Е. И. ЗАВАДСКИЙ, А. С. КУДРЯВЦЕВ, В. В. МИХАЙЛОВ, В. К. НЕКРАСОВ, А. А. НИКОЛАЕВ, А. К. ПЕТРУШИН, К. П. СТАРОВЕЛОВ, П. А. ТАЛЛЕРОВ, Г. С. ФИШЕР, В. Т. ФЕДОРОВ (главн. редактор), И. А. ХАЗАН.

Адрес редакции:

Москва, Д-89,
Набережная Мориса Тореза, 34.
Телефоны: 31-58-53, 31-85-40, доб. 57



Издательство «Транспорт»
Москва 1968 г.

№ 6 (318)
ИЮНЬ 1968 г.

Строительство автомобильных дорог вступает в решающий период, в течение которого должны быть полностью завернуты все дорожные работы и особенно — устройство дорожных покрытий. От этого будет зависеть своевременность сдачи в эксплуатацию пусковых объектов текущего года.

Какова же готовность этих объектов в настоящее время? Так, например, в Главдорстрое Министерства транспортного строительства СССР земляное полотно на пусковых объектах подготовлено для устройства оснований на 88,3%, протяженность оснований, готовых для устройства покрытий, составляет 63,5%. Как видно из этих цифр, на стройках Главдорстроя правильно планируют распределение работ на протяжении года, сосредоточивая значительную их часть на зимние кварталы и тем ликвидируя сезонность в дорожном строительстве. План I квартала 1968 г. здесь выполнен на 102,3% или 13,8% от годового объема работ. К сожалению, за этими положительными цифрами скрывается ряд трестов Главка (Юждорстрой, Куйбышевдорстрой и др.), где планы работ зимнего периода были не выполнены.

В строительных организациях Министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР план I квартала по основным источникам финансирования дорожного строительства в нынешнем году также был выполнен. Но и здесь некоторые дорожно-строительные тресты Главдорупра (Горьковский, Иркутский и др.) не выполнили установленных заданий по подрядным работам.

Аналогичное положение наблюдалось и в дорожных организациях других республик.

Приведенные примеры показывают, что, несмотря на общее удовлетворительное положение с развертыванием дорожно-строительных работ, имеется ряд организаций, которые не выполняют своих обязательств. Поэтому, наряду с дальнейшим наращиванием темпов производства основных работ, необходимо **обратить особое внимание на отстающие стройки и отдельные подразделения.** В этом деле решающую роль сыграет социалистическое соревнование.

организация которого поможет подтянуть отстающих до уровня передовых.

В современных условиях борьба за план неразрывно связана с борьбой за высокое качество работ. Строящиеся объекты необходимо сдавать только с оценкой «отлично» и «хорошо».

В прошлом году многие дороги общественного значения были сданы строителями в эксплуатацию без недоделок. В нашем журнале уже освещался опыт треста Мособлдорстрой и других организаций, из которого видно, что **при надлежащей организации работ и должном производственном контроле сдавать объекты без недоделок могут коллективы любой дорожной стройки.**

Сдача объектов в эксплуатацию без недоделок имеет важное значение и для экономики строительных организаций. Недоделки, как известно, вынуждают руководителей стройки содержать че предусмотренных сметой работников для последующего производства невыполненных работ. Это в свою очередь влечет неиспользование дорожных машин и оборудования. В итоге — значительные убытки.

Сдавать построенные дороги и мосты без недоделок — должно стать обычным правилом каждой подрядной дорожно-строительной организации. Это правило надо соблюдать неукоснительно, со всей настойчивостью.

Своевременный ввод в эксплуатацию пусковых объектов зависит также и от того, насколько правильно организовано управление производством. Многие дорожно-строительные тресты имеют в планах большое количество объектов малой протяженности (в среднем 5—6 км). Это в основном — подъезды от совхозов, колхозов, предприятий к автомагистралям или железнодорожным станциям. Здесь необходим четкий график последовательности работ на этих объектах. Нельзя думать, что начав работы на всех объектах сразу, можно достичь положительных результатов. Такая организация, как правило, приводит к разбросанности и распылению материально-технических ресурсов и рабочей силы. Как показывают подсчеты,

только переброска дорожных машин с объекта на объект приводит к снижению производительности более чем вдвое.

Сетевое планирование в масштабе треста, сосредоточение сил и ресурсов на решающих стройках — вот в чем залог успеха!

Положительным фактором при организации работ по сетевому графику является возможность **своевременного и планомерного материально-технического снабжения пусковых объектов.** На стройки будет завозиться только то количество материалов, которое предусмотрено сметой и потребностью в них. При этом контроль за использованием материалов станет значительно проще, что безусловно повысит ответственность работающих за их экономное расходование.

При такой организации производства, несомненно, улучшится и качество выполняемых работ, а объектов, находящихся одновременно в строительстве, будет меньше. Следовательно, контроль и помощь со стороны треста будет значительно усилена.

Следует особо подчеркнуть, что сосредоточенность строительных работ позволит повысить производительность труда и, следовательно, увеличит заработки рабочих. Это в свою очередь вызовет прекращение текучести кадров, и появится широкое поле деятельности по внедрению в жизнь научной организации труда и управления.

Осуществление перечисленных основных мер совершенствования организации производства должно **подготовить условия для успешного внедрения в дорожном строительстве новой системы хозяйствования.**

Своевременная сдача пусковых объектов без недоделок, с высоким качеством — лучший показатель деятельности дорожно-строительной организации.

На опытных стройках Российской Федерации

Главдорупром Минавтошосдора РСФСР последовательно проводится ряд опытных и экспериментальных работ в соответствии с планом внедрения в производство новейших достижений советской и зарубежной науки и техники.

Так, Куйбышевским управлением строительства и ремонта автомобильных дорог в 1967 г. был построен опытный участок асфальтобетонного покрытия протяжением 4 км с применением улучшенных битумов, полученных по технологии МАДИ. В текущем году за построенными участками будет вестись наблюдение.

Применение битумов, полученных по технологии МАДИ, позволяет повысить производительность смесительных установок, экономить до 16% битума, получить асфальтобетонные смеси, удобоукладываемые, легкоуплотняемые и по физико-механическим свойствам, отвечающие требованиям нового ГОСТа.

Саратовский дорожно-строительный трест на автомобильной дороге Саратов—Пенза в текущем году устроит опытный участок дорожной одежды с основанием из тощего бетона по опыту английских дорожников.

Будут внедряться также новые рекомендации Научно-исследовательской дорожной лаборатории Ростовского политехнического института по защите земляного полотна автомобильных дорог от переувлажнения (при помощи естественных электротокков земли). По этому методу в 1966 и 1967 гг. заложены опытные участки на дорогах Ростовской области. Подобные участки будут построены также в Вологодской и Костромской областях.

Успешно внедряются бескотловые электропотоочные установки для обезвоживания и подогрева битума. В настоящее время успешно функционирует более тридцати таких установок. Наибольшего успеха добились дорожники Краснодарского края.

Опытные участки дорог с трубчатыми дренами построены в Вологодской и

Ярославской областях. За этими участками организовано наблюдение. В Ярославском ДСУ-1 смонтирован и опробован станок для изготовления трубофильтров. В 1968 г. будут заложены новые опытные участки дорог с трубчатым дренажем.

В условиях острой нехватки каменных материалов на дорожное строительство наиболее целесообразным является строительство дорожных оснований из укрепленных грунтов. В этих целях Московским управлением строительства и ремонта автомобильных дорог в текущем году будет построен опытный участок покрытия автомобильной дороги из грунтов, укрепленных цементом и битумной эмульсией по методу, разработанному Союздорнии. При этом методе укрепления в грунте образуются структуры, обладающие более оптимальными свойствами, большей деформативностью и износостойчивостью, чем при раздельном укреплении только цементом или только битумной эмульсией.

В 1967 г. было пущено в эксплуатацию семь эмульсионных установок и таким образом в десяти областях страны битумная эмульсия применялась в дорожном строительстве. Наибольшего успеха добились дорожники Мурманской области, где за год было использовано 2200 т эмульсии. В текущем году будет введено в эксплуатацию еще семь эмульсионных установок.

Идя по пути изыскания и применения новых строительных материалов, удешевляющих дорожное строительство и повышающих его качество, Республиканский мостостроительный трест в содружестве с Московским автомобильно-дорожным институтом провел большую работу по применению керамзитобетона в конструкциях мостов и малых искусственных сооружений.

Хотьковский заводом налажено изготовление колец круглых труб из керамзитожелезобетона. Здесь же осваивается выпуск клееных деревянных антисептированных конструкций пролетных строений мостов.

К 100-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В. И. ЛЕНИНА

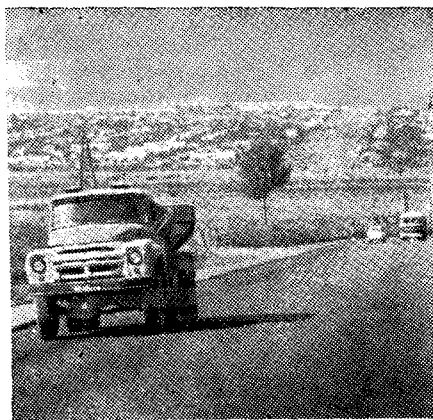
□ Хороший подарок к 100-летию со дня рождения В. И. Ленина готовят трудящиеся Новомалыклинского района Ульяновской области. Они решили до 1970 г. построить силами колхозов и местных промышленных предприятий около 100 км дорог. В результате районный центр будет иметь надежную связь с центральными усадьбами колхозов.

Строительство дорог ведется при помощи коллектива Мелекесского дорожно-строительного участка.

Большой объем работ в текущем году будет выполнен колхозами «Родина», имени Ульянова, «Правда», «Путь Ленина», «Красный Октябрь» и др.

□ В соревнование за достойную встречу 100-летия со дня рождения В. И. Ленина включился коллектив Октябрьского мостостроительного района (Московская обл.). Здесь широко развернулась борьба за звание предприятия высокой культуры производства. Вводится автоматизация производственных процессов.

Коллективом построено несколько мостов из струнбетонных пустотных плит. Новые конструкции показали хорошие эксплуатационные качества. При их изготовлении экономится до 40% арматурного металла. Плитные пролетные строения удобны в монтаже.



ПО СЕТЕВОМУ ГРАФИКУ

Главный инженер УС-1 Гушосдора В. К. МИЗИНОВ

В прошлом году на трех объектах Управления строительства № 1 Гушосдора строительные работы вели по графикам сетевого планирования и управления производством. На одном из объектов (участок дороги Георгиу-Деж — Средний Икорец) преобладали сосредоточенные земляные работы, на другом (участок дороги Миллерово—Луганск) — большое количество малых искусственных сооружений, а на третьем (участок на дороге Волгоград—Шахты) годовой объем работ составлял 807 тыс. руб.

На основу сетевых моделей графиков был заложен поточный метод организации работ в соответствии с разработанными в ДСР подробными линейными календарными графиками. Детализация работ была сравнительно небольшой — каждый из трех графиков содержал не более 200 событий.

По пусковым объектам были составлены двухцелевые графики — ввод участка дороги в эксплуатацию и выполнение годового объема работ.

Графики в процессе работ обсчитывали и анализировали непосредственно в ДСР, результаты обсчета и анализа вместе с намеченными мероприятиями два раза в месяц представляли в УС-1 для корректировки или для принятия мер, выходящих за рамки возможностей ДСР.

В первый год внедрения сетевых графиков стремились на конкретных примерах обучить возможно больший круг инженерно-технических работников методам сетевого планирования и управления, а также изучить особенности сетевых моделей на объектах дорожного строительства, поэтому в течение всего года в УС-1 вели планомерную учебную работу.

Изучение методов СПУ включили в программу зимней учебы ИТР и провели ряд семинаров с привлечением квалифицированных специалистов в этой области.

Об экономическом эффекте от внедрения сетевых графиков в УС-1 судить пока еще рано. Тем не менее коллективы таких объектов, где проводится эксперимент, несмотря на ряд трудностей, справились с основными заданиями года, и в этом определенную роль сыграли сетевые графики. Они позволили своевременно решать ряд важных производственных вопросов.

Так, в ДСР-2 в июле из графика стало видно, что срок ввода дороги в эксплуатацию будет сорван из-за отставания земляных работ, вызванного недостатком автомобилей. По предложению руководства ДСР были пересмотрены технология и способы выполнения земляных работ, а со стороны Управления строительства были приняты срочные меры по усилению ДСР землеройными средствами механизации. В результате своевременно принятых мер срок завершения земляных работ удалось сократить на 13 дней против намеченных ранее сроков.

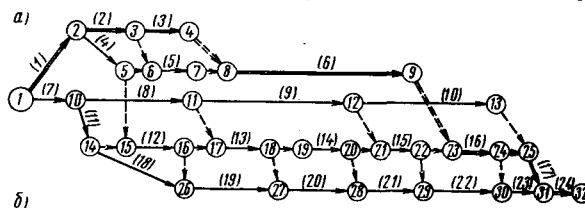
Аналогичные затруднения создавались и в ДСР-6 на строительстве круглых и прямоугольных труб. Все они также были преодолены благодаря своевременной информации, снятой с сетевых графиков.

Решающим фактором, корректирующим сроки выполнения работ на всех трех объектах на протяжении всего года, было материально-техническое снабжение. В этой обстановке наиболее ярко проявились положительные стороны сетевого графика — его динамичность и возможность обоснованного прогнозирования намечающихся срывов.

Недостатком во внедрении сетевого планирования было то, что не все графики увязывались с поквартальной и помесечной

разбивкой годового планового задания. Это вызывало неудобства и неувязки в оперативном планировании работ для низовых подразделений и соответственно сужало области применения сетевого графика как инструмента планирования. Во избежание этого необходимо, чтобы составление сетевого графика предшествовало окончательному формированию и утверждению планового задания.

На первых порах внедрения сетевых графиков в УС-1 было решено (в учебных целях) сохранить и старые линейные календарные графики. Это обусловливалось еще и тем, что мы хотели на собственном опыте уяснить недостатки и преиму-



Покрытие										
Основание										
Линейные земляные работы										
Сосредоточенные земляные работы										
Искусственные сооружения										
Километры (шпикет)	52	54	56	58	60	62	64	66	68	
План трассы										
Искусственные сооружения										
Земляные работы	Сосредоточ.	— 4000 —		7000	— 5000 —		— 6000 —			
Линейные	2000	— 4000 —		7000	— 5000 —		— 6000 —			
Основание	600	600		1200	600		1800		1200	
Покрытие асф. бет	300	300		500	300		500		300	

Сетевые графики для одного и того же строительного участка, составленные по общепринятой методике (а) и по предлагаемой в УС-1 Гущосдора (б) с привязкой к линейному графику:

№ 1 и № 2 — платежные этапы (на обоих графиках одноименные работы обозначены одинаковыми цифрами в кружках)

щества обеих моделей графиков и попытаться выработать упрощенную методику работы с ними.

Практика не подтвердила необходимости такого дублирования. Составление линейного календарного графика если и имеет смысл, то только в целях облегчения построения сетевой модели и ее оптимизации, когда производится анализ потребности технических ресурсов, рабочей силы и выбор оптимального начала и окончания работ при разворачивании и свертывании комплексного потока.

Но следует отметить, что у линейного графика имеется одно положительное качество, которого нет у сетевого графика. Это — возможность графически привязать каждую работу одновременно к календарю и, главное, к месту их расположения на трассе. На сетевом же графике практически невозможно графически увязать все работы с местом их расположения. Это обстоятельство делает график менее наглядным и усложняет пользование им.

Для дорожников представляет интерес сетевой график, показанный на рисунке (б), где работы обозначены кружками, а события и взаимосвязь между работами — стрелками. Это делает график более наглядным и простым, не изменяя объем получаемой с него информации.

На рисунке для сравнения приведены два простейших сетевых графика одного и того же дорожно-строительного процесса, составленных по общепринятой методике (рис. а) и обратной (рис. б).

Сравнение этого графика с обычным сетевым указывает на его достоинства. На нем более четко и наглядно просматривается логическая последовательность работ, движение рабочих отрядов по трассе. График более компактен.

Приемы и методика составления такого графика в принципе те же, что и общепринятого. Весь комплекс работ объекта разбивают по их основным видам (искусственные сооружения, сосредоточенные земляные работы, линейные и т. д.). Внутри каждого вида работы детализируют до желаемого уровня. На основании этих данных вычерчивают линейный график,

на котором указывают объемы работ после их детализации, а затем составляют ведомости объемов, стоимости работ и т. д. Над линейным графиком для каждого вида работ (для каждого специализированного потока) выделяется горизонтальная полоса, в которой кружками обозначают работы с привязкой их к плану трассы. Каждой работе присваивается порядковый номер и стрелками отображаются их логические и технологические взаимосвязи.

Обсчет такого сетевого графика производится теми же приемами и способами, что и графиков общепринятой модели. Каждый кружок (работа) разделяют на четыре сектора. В верхнем секторе указывают порядковый номер (шифр) работы, в нижнем — временную оценку, в левом — раннее начало работы, в правом — ее позднее окончание. По этим трем параметрам по известным формулам можно легко определить любые необходимые для анализа показатели (резервы времени, позднее начало, раннее окончание и др.).

Одним из достоинств такого сетевого графика является то, что при обсчете и анализе гораздо большая часть общего объема информации в сравнении с графиками общепринятой модели получается непосредственно с графика без привлечения дополнительных ведомостей и т. д., это упрощает и ускоряет кропотливый процесс анализа.

Особенно, на наш взгляд, такой сетевой график удобен при взаиморасчетах за выполненные работы между подрядчиком и заказчиком за полностью завершённый этап.

Однако следует оговориться, что эта модель сетевого графика еще не проверена на практике и поэтому нельзя в полной мере судить о ее достоинствах и недостатках.

На предлагаемом сетевом графике (см. рисунок) представляется возможным графически выделить (окинуть) работы каждого платежного этапа, определить обоснованные сроки завершения каждого этапа и в процессе контролировать ход работ.

В процессе строительства выполненные работы на графике закрашивают, под кружком выписывают фактические сроки начала работ, над кружком — фактические сроки завершения и фактическую продолжительность. Лицо, анализирующее такой график, без особого труда на любую дату может подготовить подробнейшую информацию о состоянии работ по завершению любого платежного этапа. Такая информация при новой форме взаиморасчетов необходима.

УДК 625.745.12.658.3.018

ПОВЫШАТЬ производительность труда в мостостроении

А. МУХИН

Специализированный мостостроительный трест Минавтошосдора РСФСР был создан почти десять лет назад. В 1967 г. в него входило уже 13 подрядных организаций и два завода железобетонных конструкций. Объем строительно-монтажных работ, выполненный в прошлом году собственными силами, составил 10,8 млн. руб. Построено и введено в эксплуатацию около 5000 пог. м мостов. Заводы и полигоны выпустили свыше 50 тыс. м³ мостовых железобетонных конструкций. За период с 1963 по 1967 г. объем работ треста возрос более чем в полтора раза. Трест стал прибыльным.

Но главный итог работы этих лет — рост производительности труда. В 1967 г. выработка по тресту составила на одного работающего 5326 руб., что на 67% превышает выработку 1963 г. Достигнутый прирост объема строительно-монтажных работ практически не потребовал дополнительной рабочей силы и был обеспечен за счет повышения производительности труда.

Как показывает обобщение этих результатов, успехи коллектива треста объясняются тем, что в его работе был взят курс на индустриализацию строительства и совершенствование планирования и управления строительным производством.

Специфика строительства мостов на автомобильных дорогах (работа на объектах, удаленных от промышленных центров и железных дорог, трудности обеспечения строек материалами и рабочей силой, строительство малых мостов, разбросанных по дороге на больших расстояниях) такова, что только при индустриальных методах работы можно добиться успеха.

В последние годы трест значительно расширил использование на стройках продукции предприятий строительной индустрии, отдавая предпочтение новым конструкциям с высокой степенью заводской готовности. Постепенно строительная площадка превращалась в монтажную, вытесняя трудоемкие «мокрые» процессы. Этому не мало способствуют новые машины и строительное оборудование, которыми оснащаются стройки.

Показателем индустриальности сооружения, как известно, является коэффициент сборности. С учетом его трест подходил к оценке проектов будущих мостов, к изучению опыта передовых мостостроительных организаций, использованию новейших достижений науки и строительной техники. Анализ различных проектов позволяет сделать заключение, что коэффициент сборности пролетных строений с проезжей частью, как правило, в 2—2,5 раза более высокий, чем опор. Следовательно, невысокий коэффициент сборности средних и больших мостов объясняется прежде всего несовершенством конструкции опор. Учитывая это, в тресте добились увеличения коэффициента сборности за счет применения крупноразмерных блоков опор и использования свай-оболочек большого диаметра.

Так, при строительстве моста через р. Оскол (Белгородская обл.) применением опор на сваях-оболочках удалось избежать устройства монолитного ростверка; оболочки были выведены под ригель. В итоге отпала необходимость таких трудоемких работ, как забивка шпунта и разработка грунта котлована с водоотливом в шпунтовом ограждении. Усовершенствование конструкций опор дало МСУ-5 прибыль в размере 56 тыс. руб. Применение только этой конструкции опор позволило повысить коэффициент сборности на 38%.

При строительстве другого моста (на дороге Елец—Липецк)

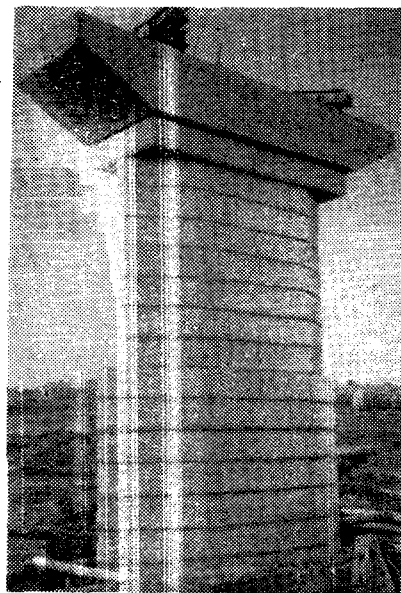


Рис. 1. Сборная железобетонная опора

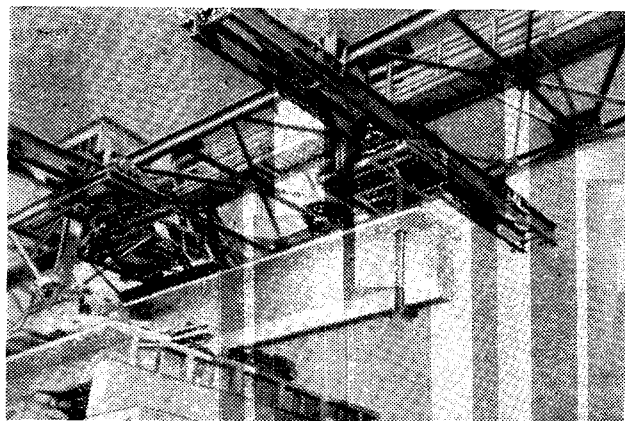


Рис. 2. Монтаж железобетонного сборного пролетного строения шлюзовым краном

необходимо было возвести опору высотой 16 м от обреза фундамента. Сооружение такой опоры из монолитного бетона потребовало бы многих недель. Это грозило срывом сроков сдачи моста. Тогда трест предложил изменить конструкцию опоры и собрать ее из блоков. Опора на всю высоту была собрана за 10 смен, в которых работало по 5—7 чел. Движение по мосту было открыто в срок.

Итак, сборные конструкции опор выручают строителей. Аналогичное положение и с конструкциями пролетных строений. Трест намерен в ближайшие годы перейти на выпуск стеновых преднапряженных балок.

В начале текущего года на Хотьковском заводе железобетонных конструкций выпущена опытная партия бездиафрагменных шпоночных балок из керамзитобетона по проекту, разработанному трестом. Изучаются проекты сталебетонных мостов с пролетными строениями, превышающими 100 м.

В последнее время ряд организаций треста освоил монтаж металлических пролетных строений на высокопрочных болтах. Замена клепочных соединений болтовыми дала возможность значительно снизить трудовые затраты на монтажных работах. С этой целью была разработана и успешно применена система накаточных тележек для надвигки металлических пролетных строений.



Рис. 3. Тележка для надвигки металлических пролетных строений

В 1966 г. на строительстве одного из мостов была осуществлена уникальная надвигка сбега из семи металлических пролетных строений по 63,6 м.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

Выбрать лучшее проектное решение, вооружить стройку необходимыми машинами и оборудованием — этого еще недостаточно для успеха дела. Важно правильно планировать работы и уметь управлять всем строительным процессом.

Первым шагом на этом пути является сокращение количества одновременно строящихся объектов. Это дает возможность концентрировать материальные и людские ресурсы на ограниченном количестве строек. Из приведенного ниже графика видно, что сокращение числа объектов в тресте в последние годы способствовало увеличению количества вводимых в эксплуатацию мостов.

С целью совершенствования планирования и управления строительным производством в тресте с 1965 г. на наиболее важных объектах применяют сетевые графики. Поскольку количество операций не превышало 300, обсчет графика производился без применения счетных машин. Однако к концу текущего года трест предполагает создать вычислительный центр с электронно-счетной машиной АСОП-1.

Как известно, основой для составления сетевых графиков являются не только нормативные материалы, но и фактические трудовые затраты по тому или иному виду работ. В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение в практику планов научной организации труда, обеспечивающих подробное изучение определенных комплексов работ.

Так, для опускания свай-оболочек в основание опор мостов в тресте (совместно с мостостроительными управлениями) была разработана карта необходимого оборудования, механизмов и приспособлений. Было определено место для каждого механизма на рабочей площадке, рассчитан состав бригады монтажников, установлена норма на погружение оболочек. Результаты такой подготовительной работы подтвердили их целесообразность.

Успешная работа подрядных организаций Мостотреста в значительной степени зависит от своевременной поставки

продукции заводами мостовых железобетонных конструкций. Очень важно обеспечить опережение промышленного производства сборного железобетона по отношению к росту плана подрядных работ. Поэтому в прошлом году промышленные предприятия треста изготовили железобетонных конструкций на 22,7% больше, чем в 1966 г., объем подрядных работ за этот же период возрос на 16,3%.

Для обмена опытом и пропаганды передовых методов организации труда, прогрессивных технических решений, способствующих росту производительности труда и улучшению качества строительства, практикуется регулярная взаимная информация. Внутри треста налажен выпуск периодической «Обзорной информации» по обмену опытом работы организаций треста. Уже выпущено шесть номеров этого сборника.

Помимо издания сборника, трест периодически проводит семинары руководящего инженерно-технического персонала организации треста, посвященные обмену опытом по организации труда, где освещаются новейшие методы руководства строительством, обобщаются и обсуждаются достигнутые результаты. Много уделяется внимания организации техники безопасности в строительстве мостов и качеству работ. На этих семинарах специалисты читают лекции и доклады на технические, экономические и организационно-хозяйственные темы. Для пропаганды передовых достижений в строительстве используются фотографии, выставки, кинофильмы, статистический плакатный материал и т. д.

Повышение производительности труда и улучшение качества работ во многом зависят от правильно организованной и хорошо продуманной системы нормирования и оплаты труда. Существенное значение имеет специализация бригад, высокая квалификация их работников. В тресте таким бригадам были переданы необходимые машины и оборудование, что способствовало значительному повышению коэффициента их использования. Одновременно с этим трест разрабатывает и внедряет технические решения, повышающие производительность имеющегося оборудования (полповоротных копров, специальных подкоптовых мостов, навесного оборудования и т. п.).

В МСУ-9 (г. Краснодар) создана специализированная комплексная передвижная бригада по строительству мостов эстакадного типа. Эта бригада самостоятельно ведет строительство таких мостов без отвлечения сил и средств с крупных объектов. Бригаде передан комплекс механизмов и оборудования. Среди членов бригады четко распределены обязанности, практикуется совмещение профессий.

Как показала практика, специализированные бригады более успешно внедряют передовой опыт и лучше осваивают новые строительные конструкции.

Организации треста приступили к составлению планов НОТ для выполнения наиболее сложных строительных работ. Недавно рассмотрен план НОТ по устройству и погружению опускных колодцев в тиксотропных рубашках. В МСУ-7 сетевой график на строительстве моста через р. Суру составлен с учетом разработок плана НОТ для опускных колодцев.

Разработка и внедрение планов научной организации труда в мостостроении только начинается.

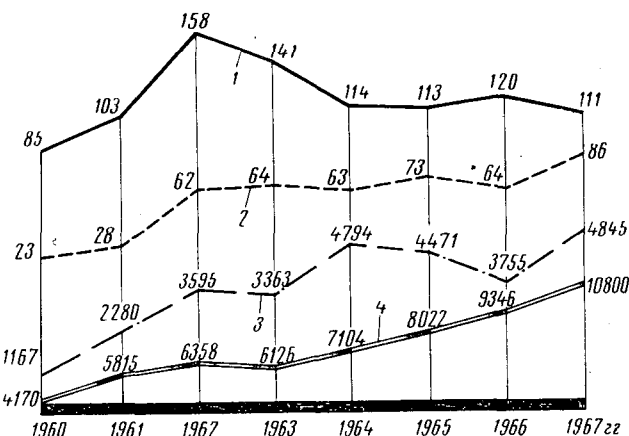


Рис. 4. Сокращение количества строящихся объектов способствует росту сдаваемых в эксплуатацию объектов: 1 — строящиеся объекты; 2 — введены в эксплуатацию (шт); 3 — то же, пог. м; 4 — выполнение плана, тыс. руб.

Выбор экономичного варианта моста

Инженеры М. Б. ГИТМАН, М. Б. ФЕЛЬДМАН

Методика сравнения вариантов конструкции моста устанавливает номенклатуру технико-экономических показателей, правила их исчисления и порядок оценки. Выбор наиболее экономичной конструкции моста производится путем сопоставления между собой показателей разработанных вариантов. Все сравниваемые варианты должны располагаться на одной и той же трассе, их следует рассчитывать по одним и тем же техническим условиям и под одни и те же нагрузки и габариты.

Для возможности сопоставления с существующими аналогичными мостами технико-экономические показатели определяются на 1 м² площади проезжей части с тротуарами. Ширину моста принимают равной расстоянию в свету между перилами, а в пролетных строениях с ездой понизу вычитают часть ширины, занимаемой главными фермами. Для неравнопролетных систем мостов определяется так называемый приведенный пролет¹, равный частному от деления суммы квадратов — длин пролетов, входящих в систему, на сумму длин.

Варианты сравнивают на основе показателей строительной стоимости, эксплуатационных расходов, расхода материалов (стали, бетона и леса), трудовых затрат и сроков строительства путем расчета приведенных затрат. Последние являются основной стоимостью варианта, определяемой только для сравнения данного варианта с другими. Это делается с целью учета влияния на экономичность этих вариантов: эксплуатационных затрат, капиталовложений в производство конструкций и материалов, сроков и трудоемкости строительства, а также степени дефицитности применяемых материалов, технологичности конструкций, необходимости постройки сложных вспомогательных сооружений.

Работы ЦНИИСа, Гипротрансмоста и Киевского филиала Союздорпроекта в области экономики мостостроения, а также методические разработки Научно-исследовательского института экономики строительства Госстроя СССР позволяют учесть при вариантном проектировании все основные факторы, влияющие на экономичность сравниваемых вариантов моста. С этой целью рекомендуется приводить затраты для каждого варианта определять по следующей формуле:

$$C_{пр} = C_d \cdot K_э + E_{стр} K_{стр}^{пр} + E_{мет} K_{мет}^{пр} + \alpha_t \frac{T - T_n}{T_n} \cdot C_d^n + \frac{0,6 K_n C_d^n}{(1 + K_n)(1 + H_n)} \times \frac{P - P_n}{P} + \frac{C_d^n}{K_t} (P - P_n) + C_{см}.$$

Первый член формулы представляет собой сметную стоимость строительства моста с коэффициентом на эксплуатационные затраты.

C_d — сметная стоимость моста по действующим нормативам; $K_э$ — коэффициент, учитывающий эксплуатационные затраты и принимаемый в соответствии с п. 4 Указаний по сравнению и оценке проектных вариантов средних и больших мостов (ВСН 108-64) равным для стальных конструкций автодорожных и городских мостов 1,05 и железобетонных и бетонных конструкций 1,0.

Эти коэффициенты можно дифференцировать в зависимости от статической схемы моста. Например, для неразрезных пролетных строений этот коэффициент должен быть меньше, чем для рамно-консольных и подвесных систем либо других схем мостов с применением стальных шарниров и уравнильных приборов в каждом пролете.

Второй и третий члены формулы определяют неучтенные сметной стоимостью варианта капиталовложения в производство конструкций и в смежные отрасли, поставляющие исходное сырье (нерудные материалы, цемент, проволока, прокат и т. д.).

$E_{стр}$ и $E_{мет}$ — нормативные коэффициенты сравнительной эффективности для промышленности строительных материалов

¹ В. Г. Андреев. Анализ эффективности новых конструкций мостов. «Транспортное строительство», 1966, № 2.

и конструкций (в том числе для заводов и полигонов мостовых железобетонных конструкций независимо от их ведомственной принадлежности) и для металлургической промышленности, равные соответственно 0,17 и 0,14.

$K_{стр}^{пр}$ — приведенные капиталовложения (в руб.) в производство материалов и конструкций, выпускаемых промышленностью, равные $K_{стр}^{уд} \times V$, т. е. произведению удельных капиталовложений в промышленность, изготавливающую конструкции и материалы (см. таблицу), на количество (объем) этих конструкций и материалов на мост в целом, включая конструкции и материалы на основное сооружение и вспомогательные устройства с учетом их оборачиваемости.

$K_{мет}^{пр}$ — приведенные капиталовложения (в руб.) в производство строительных материалов и изделий, выпускаемых металлургической промышленностью, равные произведению удельных капиталовложений в металлургическую промышленность на количество (вес) металлоконструкций на мост с учетом также 30% металла на неинвентарное вспомогательное оборудование.

Четвертый член формулы учитывает влияние трудоемкости варианта на величину приведенных затрат, где α_t — коэффициент (в соответствии с п. 10 ВСН 108-64), равный 0,08.

T — трудоемкость строительства моста в человеко-днях, определяемая на основании сметных норм затрат труда по конструктивным элементам моста.

T_n — трудоемкость строительства моста в человеко-днях по варианту, принятому за базисный (с наименьшей трудоемкостью).

Нормативы удельных капиталовложений (по данным НИИЭСа Госстроя СССР)

Материалы и конструкции	Единица измерения	Удельные капиталовложения, руб.	Коэффициент, учитывающий продолжительность строительства	Удельные капиталовложения с учетом продолжительности строительства, руб.
Конструкции				
Сборные железобетонные пролетные строения	м ³	75	1,07	80
Плиты для сталежелезобетонных пролетных строений и прочие конструкции для транспортного строительства	•	44	1,07	47
Стальные конструкции пролетных строений	т	175	1,07	187
Деревянные мостовые конструкции	м ³ в деле	22	1,07	24
Материалы и полуфабрикаты				
Горячекатаная арматура классов А-I и А-II, прокат стальных конструкций из Ст. 3 и М16С	т	180	1,21	216
Проволока углеродистая высокопрочная	•	300	1,21	363
Арматура из горячекатаной низколегированной стали марок 25Г2С, 35Г2С и др; проволока низкоуглеродистая	•	226	1,21	273
Стальные канаты	•	387	1,21	468
Тонколистовая сталь холоднокатаная	•	231	1,21	279
Различные металлоизделия	•	380	1,21	460
Прокат из алюминиевых сплавов	•	1750	1,21	2120
Каркасы арматурные:				
а) плоские	•	30	1,07	32
б) пространственные	•	50	1,07	54
Бетон тяжелый	м ³	3	1,0	3
Цемент	•	25	1,14	29
Заполнители тяжелого бетона	м ³ бетона	5,9	1,07	6,3
Заполнители для керамзитобетона	То же	9,4	1,07	10
Песок	м ³ раствора	3,7	1,05	3,9
Круглый лес	м ³	15	1,07	16
Пиломатериалы	•	20	1,14	23
Смолы эпоксидные:				
а) ЭД-5	т	1915	1,29	2470
б) ЭД-6	•	1960	1,29	2430

C_d^n — сметная стоимость базисного варианта моста.

Продолжительность строительства, определяемая на основе графиков производства работ по сравниваемым вариантам, влияет на сокращение условно постоянных накладных расходов

НЕПРЕРЫВНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ

(пятый член формулы), равных примерно 60% от общей суммы накладных расходов K_n . Здесь H_n — нормативная величина плановых накоплений; P — продолжительность строительства рассматриваемого варианта в годах; P_n — продолжительность строительства базисного варианта моста в годах.

Продолжительность строительства в свою очередь определяет дату ввода моста в эксплуатацию и соответственно влияет на окупаемость капиталовложений, что учитывается шестым членом формулы приведенных затрат, где K_T — срок окупаемости базисного варианта моста в годах.

Седьмой член формулы $C_{см}$ учитывает влияние смежных конструкций. Например, для вариантов мостов различной длины следует добавлять стоимость подходов на участке, равном разности в длине самого большого моста и рассматриваемого варианта. Следует учитывать также дополнительные работы по отсыпке подходов в случае увеличения строительной высоты и др. При сравнении между собой различных конструкций пролетных строений необходимо учитывать их влияние на объем кладки опор.

Полученные таким образом приведенные затраты отражают экономическую эффективность сравниваемых вариантов в едином стоимостном показателе. Однако они не учитывают дефицитности применяемых материалов. В настоящее же время этот фактор является очень важным, а подчас и решающим при сравнении вариантов моста из различных материалов. Согласно типовой методике НИИЭС Госстроя дефицитность какого-либо материала можно выразить «эквивалентной потребительской стоимостью» его замены другим материалом, т. е. определяют потери в народном хозяйстве от применения нужного в других областях и более эффективного материала.

Учет применения дефицитного материала может быть осуществлен следующей формулой:

$$C_{деф} = K(C_э + E_э K_э^{пр} - C_{дм} - E_{дм} K_{дм}^{пр}),$$

где $C_{деф}$ — стоимость потерь в рублях от применения дефицитного материала; она прибавляется к приведенным затратам тех вариантов, в которых применяются дефицитные материалы;

K — коэффициент, равный 0—1 в зависимости от остроты дефицитности применяемого материала и устанавливаемый на период дефицитности планирующими органами;

$C_{дм}$ — стоимость конструкций из дефицитных материалов;

$E_{дм}$ — нормативный коэффициент эффективности в промышленности дефицитных материалов и конструкций;

$K_{дм}^{пр}$ — приведенные капиталовложения в рублях в промышленность по производству дефицитных материалов и конструкций, равные произведению удельных капиталовложений (см. таблицу) на количество (вес) конструкции из дефицитных материалов с учетом вспомогательных неинвентарных сооружений;

$C_э$, $E_э$ и $K_э^{пр}$ — соответственно для примененных конструкций, заменивших в эквивалентном количестве конструкций из дефицитных материалов.

Пример учета дефицитности материалов.
При проектировании большого моста пролетные строения по 84 м из предварительно напряженного железобетона оказались дороже пролетных строений из дефицитных в настоящее время стальных конструкций на 120 тыс. руб., но при этом достигнута экономия 1200 т металла. Какие пролетные строения выгоднее: железобетонные или металлические?

Если считать, что в пролетах, где металл должен применяться бесспорно, эквивалентом 1 т металлоконструкций являются 2,5 м³ сборного железобетона и что стоимость этих конструкций равна соответственно 480 руб. за тонну и 270 руб. за 1 м³, а коэффициент остроты дефицитности равен 1, то размер потерь в народном хозяйстве от использования дефицитного металла составит:

$$C_{деф} = 1200(2,5 \times 270 + 0,17 \times 2,5 \times 80 - 480 - 0,14 \times 187) = 1200 \times 203 = 243\,600 \text{ руб.}$$

В данном примере экономия металла в железобетонном пролетном строении более выгодна. При коэффициенте остроты дефицитности меньше 0,5 экономия металла не компенсировала бы удорожания железобетонного пролетного строения.

Приведенные затраты с предлагаемым дополнением по учету дефицитности материалов могут объективно характеризовать наиболее экономически эффективный вариант моста.

В Российской Федерации дирекции строящихся дорог функционируют более чем в пятидесяти областях, краях и АССР. Проведенные в начале текущего года зональные совещания в Кемерово, Ростове-на-Дону и Курске по вопросу улучшения качества работ и усилению технического контроля на строительстве автомобильных дорог и мостов показали, что некоторые дирекции еще не имеют четкой технической и организационной направленности в вопросах улучшения контроля, во взаимодействиях с подрядными организациями, что явно снижает результаты их работы. Естественно, поэтому, что коллективы одних дирекций работают лучше, другие слабее, а третьи только начинают свой трудовой путь, подчас, не зная, с чего его начинать.

Об опыте одной из лучших дирекций Ростовской области рассказывается в данной статье.

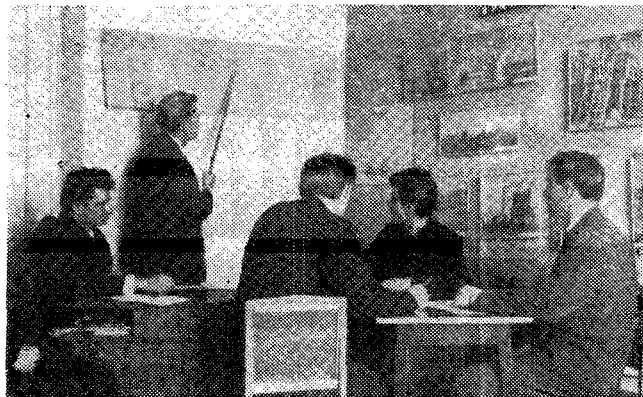
Создана она в 1964 г. в небольшом составе — начальник, главный инженер, три старших инженера, инженер, ст. бухгалтер, шофер. Организатором дирекции был А. И. Логвинов, имеющий большой опыт строителя. Сейчас он вместе с главным инженером В. Ф. Свиридовым руководит работой дирекции.

Знание дела и учеба помогают работникам дирекции добиваться хороших результатов, особенно в отношении качества дорожного строительства. Например, в прошлом году 97% работ сданы с оценкой «отлично» и «хорошо» и только 3% — «удовлетворительно».

За время существования дирекции в Ростовской области построено 325 км капитальных дорог (это кроме дорог, построенных эксплуатационными и производственными дорожными участками и другими организациями). Дирекция ведет такие объекты, как Сальск—Пролетарская—Орловский—Зимовники, Егорлыкская—Ставрополь, Обливская—Каргинская и многие другие.

У дирекции восемь подрядных организаций. В текущем году работы ведутся на 29 объектах, разбросанных на 250—300 км друг от друга. Конечно, всюду успеть, все досмотреть, во всем принять участие очень трудно. И тем не менее дирекция с максимальным использованием всех своих творческих возможностей, умелым выискиванием и реализацией любых резервов ведет дело успешно.

Прежде всего создана непрерывная система контроля соответствия строительных объектов техническим проектам, соблюдения технологии и правил производства работ на всех стадиях производства. Это — главное в деятельности дирекции, оно приносит огромную пользу государству. Что греха таить, не так давно было совсем иначе. До 1964 г., например, дороги в области строили с большими недостатками. Одной из основных причин тому было небрежное отношение стро-



Техническая учеба коллектива дирекции строящихся дорог Ростовской обл. Ведет занятие гл. инженер дирекции В. Ф. Свиридов

ителей к качеству. Это вызывало в последующие годы переделки, преждевременный ремонт. Только на дорогах Батайск—Сальск и Миллерово—Вешенская через четыре года после сдачи их в эксплуатацию было израсходовано на ремонт более 700 тыс. руб.

С первых дней своей деятельности дирекция повела борьбу против таких явлений. На первых порах это вызвало обострение отношений с подрядчиками. Одна сторона доказывала справедливость своих требований, другая (строители) часто игнорировала требования первой.

Правда, вначале дирекция не использовала полностью предоставленные ей права. Но вскоре положение стало изменяться, повысились требования к качеству, налаживались взаимоотношения с подрядчиками.

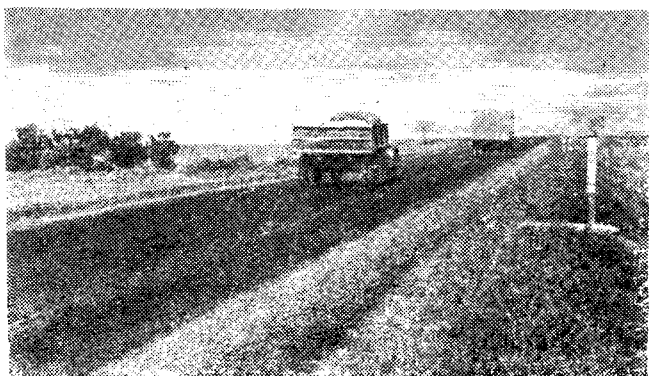
Случалось, к примеру, и такое. На АБЗ в г. Сальске (ДСУ-1, производитель работ И. П. Сентищев) было обнаружено, что прогрохотка материалов осуществляется неудовлетворительно, так как в отсек для материалов размером 25—40 мм фактически поступает щебень размером 0—40 мм. А в отсек 5—15 мм идет материал 0—15 мм. Поэтому невозможно было подобрать высокое качество смеси. Щебень же для поверхностной обработки был сильно загрязнен, что значительно снижало качество работ по обработке дорожных покрытий.

Контролеры дирекции заявили резкий протест и остановили завод. Собрали производственное совещание. Пригласили на него инженерно-технических работников, бригадиров, ведущих рабочих АБЗ и ДСУ-1. Разговор состоялся прямой, острый, принципиальный. Контролеры и руководители ДСУ-1 вскрыли ошибки работников завода, дали рекомендации по устранению недостатков.

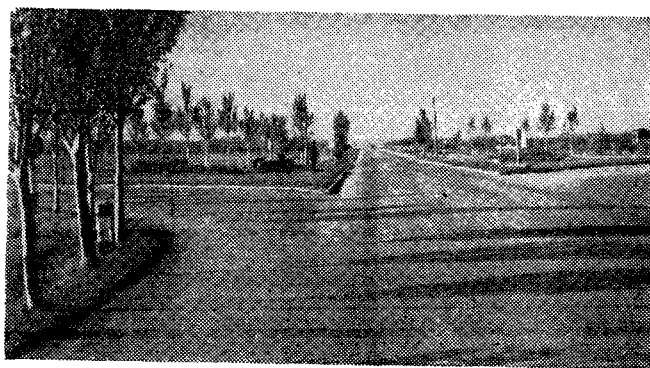
Вмешательство инженеров дирекции в дела строителей, как правило, вызывает конкретную необходимость. В результате проверки инспектор не ограничивается только выявлением недостатков, дефектов, брака и докладом об этом «по инстанции», а оказывает по возможности на месте незамедлительную практическую помощь строителям в устранении выявленных недостатков. В этом и заключается оперативность дирекции как неременное условие действенности контроля.

С чего же начинается свою работу инженер-инспектор? В практике работы дирекции существует твердо установившееся правило: еще в зимний период в ходе технической учебы инженеры дирекции детально изучают технические проекты, СНиП, ГОСТы, проекты организации работ, технологические карты, учетную документацию, разрабатывают систему контроля на данный год и на данный объект в зависимости от вида и рода работ.

Все это положительно сказывается на дальнейшей работе инспектора, настраивает его на умелые, осмысленные действия на объектах работ.



Шероховатое покрытие на дороге Ростов — Ставрополь. Проектная документация на строительство этой дороги была тщательно рассмотрена коллективом дирекции



Транспортная развязка на дороге Ростов — Ставрополь (в районе Батайска)

Работники дирекции ведут большую работу среди инженерно-технических работников подрядных организаций по ознакомлению их с Положением о технадзоре: правах, обязанностях,

ответственности. Особенно сильное воздействие на строителей имеет использование контролером права на приостановку работ, понуждение на их переделку в связи с низким качеством или другими недостатками. И, как правило, у тех строителей, у кого это случается, в дальнейшем исключаются факты повторных явлений.

В прошлом году на строительстве одного из участков дороги Ростов—Ставрополь строители, не сдав технадзору основание, приступили к укладке покрытия. Контролеры дирекции обнаружили, что толщина основания занижена на 5, а местами до 10 см. Участок длиной 700 м пришлось перекрыть дополнительно слоем чернощебеночной смеси. Можно не рассказывать здесь, какие выводы для себя сделали из этого случая строители. Урок оказался поучительным для многих из них.

Положительным фактором в деятельности Ростовской дирекции является то, что здесь объекты работ закрепляются за инженерами-инспекторами с самого начала до полного их окончания. Этим ликвидирована обезличка в контроле, повышена ответственность контролеров за организацию и качество работ на стройке.

Качество строительства автомобильных дорог в настоящее время стало понятием более широким. Оно включает проблемы создания выразительного архитектурного облика дорожных сооружений, комплексности их выполнения, наиболее удобного и рационального размещения зданий линейной службы, автопавильонов, озеленительных защитных лесонасаждений и т. д. За всем этим следят работники дирекции.

Конечно, нелегко найти эквивалентную оценку труда коллектива дирекции в целом и каждого ее сотрудника в отдельности: построенная дорога может быть долговечной, а может и не оказаться таковой. Это станет ясным через два-три года, а может и через много лет. И все же труд Ростовской дирекции — начальника А. И. Логвинова, гл. инженера В. Ф. Свиридова, ст. инженеров Г. Г. Гурина, В. П. Харченко, В. М. Михайленко и инж. А. А. Коханова — нельзя сегодня не заметить. Эта дирекция в системе Минавтошосдора РСФСР пока является лучшей и может служить примером для других.

Ст. инженер Инспекции по качеству строительных работ Минавтошосдора РСФСР
И. Гаврилов

**Работники строительных дирекций,
делитесь своим опытом!**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДВИЖНЫХ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ УСТАНОВОК

Канд. техн. наук А. А. ДУДКО

Одним из основных резервов снижения себестоимости строительства является использование местных строительных материалов (щебня, гравия и песка), месторождения которых часто располагаются в непосредственной близости от строящейся дороги. Для этих целей используются передвижные дробильно-сортировочные установки, которые после выполнения намеченного объема работ с минимальными затратами перемещаются на другие объекты. Такие установки (малой, средней и большой производительности) в настоящее время выпускаются заводами Министерства строительного, дорожного и коммунального машиностроения СССР.

В дорожно-строительных организациях используются установки средней производительности СМ-739 и СМ-740, состоящие из двух агрегатов первичного и вторичного дробления. Такие установки предназначены для переработки взорванных скальных пород крупностью до 340 мм в сортированный щебень размером до 25 мм. В ряде случаев указанная установка может эффективно использоваться и при разработке гравийно-песчаных месторождений (это подтверждает опыт дорожников Таджикской ССР — см. рис. 1).

Для асфальтобетонных смесей обычно требуется каменный материал размером до 70 мм (нижний слой покрытия) или до 25 мм (верхний слой). Такой рядовой материал с оптимальным соотношением отдельных фракций можно получить и из гравийно-песчаной массы, содержащей до 25—30% песка. Для этого надо дробильное оборудование (агрегаты СМ-739, СМ-740) настроить на определенный режим работы¹.

Для приготовления каменного материала размером до 70 мм применяется один агрегат (СМ-739), работающий в открытом цикле, причем щель щековой дробилки (СМ-741) устанавливают в пределах 50—55 мм. Для приготовления материала размером до 25 мм используются оба агрегата установки. При высоком содержании крупного гравия и валунов в исходном материале щель щековой дробилки должна быть в пределах 55—60 мм, а конусной — 14—15 мм. С уменьшением количества ма-

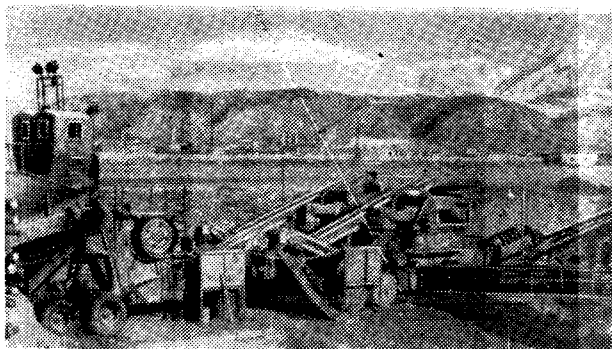


Рис. 1. Параллельный монтаж двух установок СМ-739, СМ-740 со спиральным классификатором 1-КС-10

¹ Подобный способ приготовления каменных материалов для асфальтобетона широко применяется дорожно-строительными фирмами США, Франции и Англии при использовании передвижных дробильно-сортировочных установок в приотрасловых карьерах

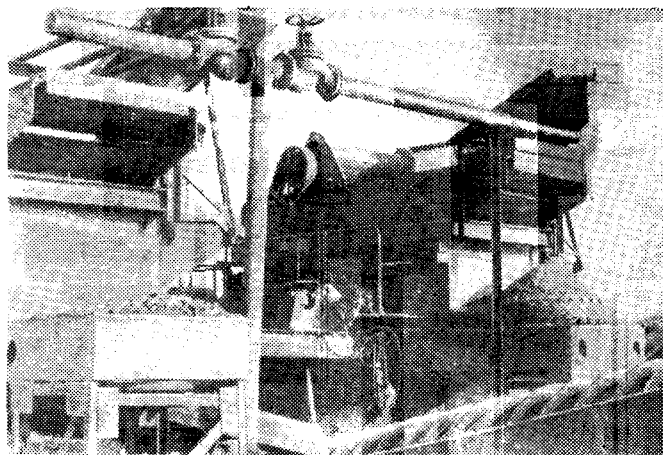


Рис. 2. Узел мойки и установки агрегатов СМ-740:

териала таких размеров разгрузочную щель дробилки головного агрегата уменьшают. Это делается для того, чтобы часть материала размером до 25 мм выходила непосредственно из агрегата СМ-739, снижая тем самым нагрузку на конусную дробилку. Повышенное количество (до 50%) песка и гравия размером до 25 мм при незначительном количестве валунов (до 10—19%) требует уменьшения щели щековой дробилки до 40—45 мм, а конусной — до 10—12 мм.

Контрольные замеры производительности показали, что при оптимальном режиме выработка указанной установки за 1 ч чистого времени составляет 40—50 т.

Для сборных конструкций мостов и других высокоответственных сооружений требуется хорошо отсортированный чистый каменный материал. Для этого на агрегате СМ-740 над вибрационным грохотом СМ-742 устанавливают брызгальные устройства (рис. 2). Здесь в конусную дробилку СМ-561 поступает материал, не содержащий илистых включений, пульпы и песок самотеком по лотку направляются в спиральный классификатор 1-КС-10.

На ряде карьеров для комплекта установок СМ-739, СМ-740 монтируют параллельно, а между ними устанавливают один спиральный классификатор, который при содержании песка до 25—30% обеспечивает нормальную работу всей установки.

Практика дорожного строительства потребовала создания высокопроизводительного передвижного оборудования, позволяющего принимать исходный материал крупностью до 510 мм. С этой целью в институте ВНИИстройдормаш был создан оптимальный комплект из 11 агрегатов, позволяющий компоновать 12 технологических схем установок в зависимости от конкретных горно-геологических условий и требований к товарному щебню.

В отличие от двухагрегатной установки (СМ-739, СМ-740) новый комплект состоит из агрегатов, каждый из которых выполняет только одну технологическую операцию. Такое решение не только упрощает конструкцию, снижает вес и габаритные размеры отдельных агрегатов, но и позволяет использовать одни и те же машины в различных сочетаниях для переработки изверженных, гравийно-песчаных и осадочных горных пород.

Все агрегаты монтируются на тележках с пневмоколесами и тормозами, что позволяет транспортировать их по автомобильным дорогам со скоростью 20—25 км/ч. На агрегатах используются индивидуальные приводные электродвигатели, питаемые трехфазным током напряжением 220/380 в.

Управление машинами осуществляется с общего пульта, смонтированного в кабине оператора, которая может располагаться как на агрегате крупного дробления (СМД-83), так и вне установки, в зоне, удаленной от источников пыления и шума.

В качестве рабочего оборудования установлены различные типы серийно-изготавливаемых дробилок и грохотов, положительно зарекомендовавших себя в эксплуатационных условиях. Для переработки прочных и абразивных горных пород предназначены щековые и конусные дробилки, а для переработки малоабразивных пород — роторные дробилки.

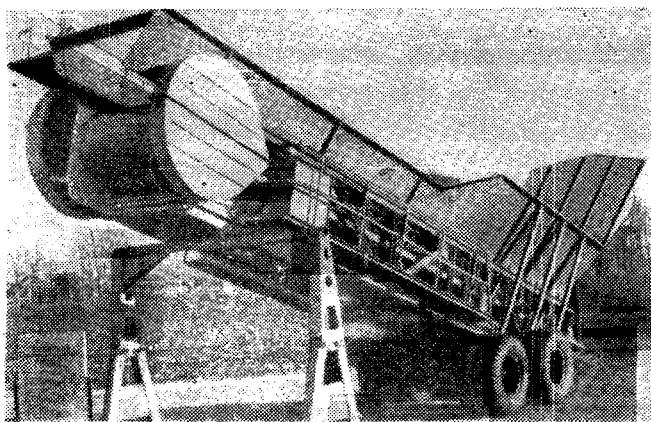


Рис. 3. Передвижной загрузочный бункер с пластинчатым питателем С-885

В 1965—1967 гг. Выхунским заводом ДРО и Костромским заводом Строммашина были изготовлены, испытаны на Щучинском карьере треста Каздорстройматериалы и приняты Государственной комиссией к серийному производству первые шесть агрегатов для переработки прочных и абразивных скальных пород в сортированный щебень различной крупности (см. таблицу на стр. 11).

Для загрузки головного дробильного агрегата используется загрузочный бункер (С-885) емкостью до 12 м^3 с пластинчатым питателем (рис. 3). Производительность питателя от 70 до $210 \text{ м}^3/\text{ч}$ регулируется изменением скорости движения ленты за счет применения четырехскоростного электродвигателя.

Агрегат крупного дробления (СМД-83) используется для переработки горных пород прочностью до $2500 \text{ кг}/\text{см}^2$ (рис. 4). На раме агрегата, снабженной двумя ходовыми тележками, смонтирована щековая дробилка СМ-16-Б. В зависимости от технологической схемы установки щековая дробилка может использоваться с различной величиной разгрузочной щели ($75\text{—}150 \text{ мм}$)¹.

Агрегат среднего дробления (С-905) предназначен для переработки материала крупностью $100\text{—}200 \text{ мм}$, поступающего с верхнего сита агрегата промежуточной сортировки, до размера, обеспечивающего нормальную загрузку агрегата мелкого дробления. В тех случаях, когда комплект агрегатов предназначен для выдачи крупного щебня, в агрегате С-905 осуществляется окончательное дробление материала до требуемой

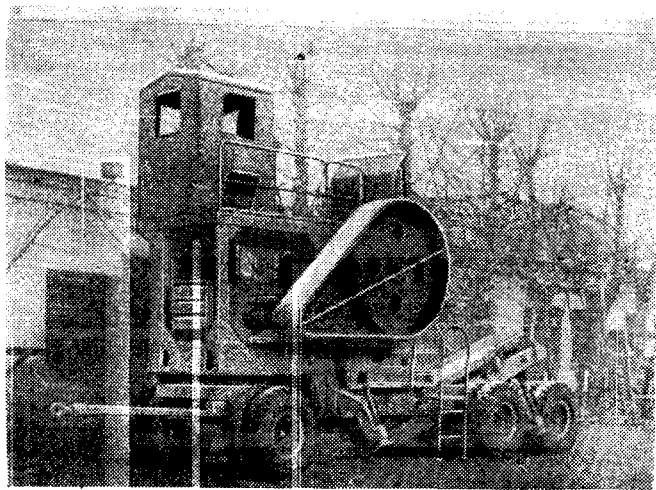


Рис. 4. Агрегат крупного дробления СМД-83

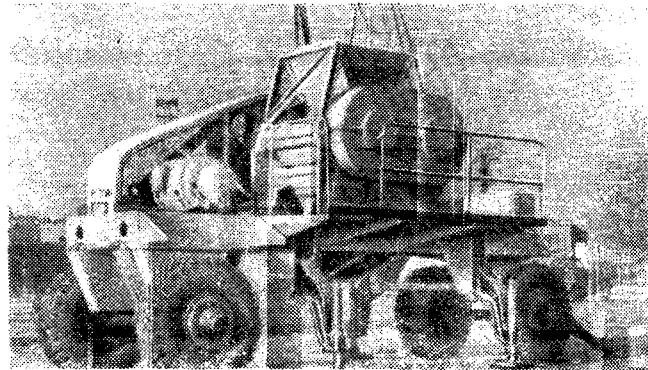


Рис. 5. Агрегат среднего дробления С-905

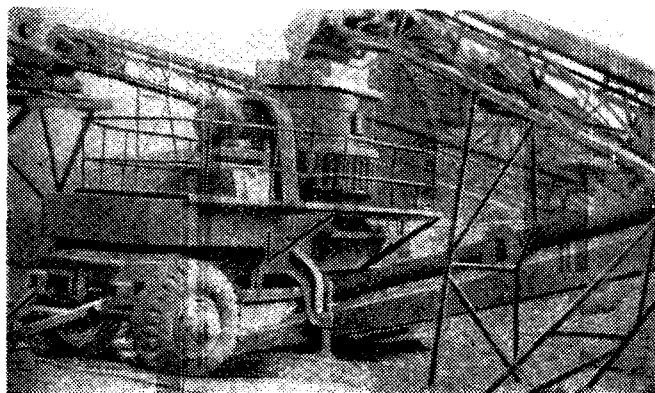


Рис. 6. Агрегат мелкого дробления С-987

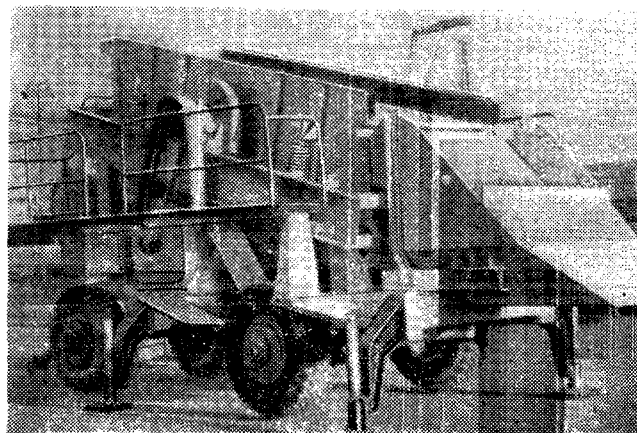


Рис. 7. Агрегат промежуточной сортировки С-906

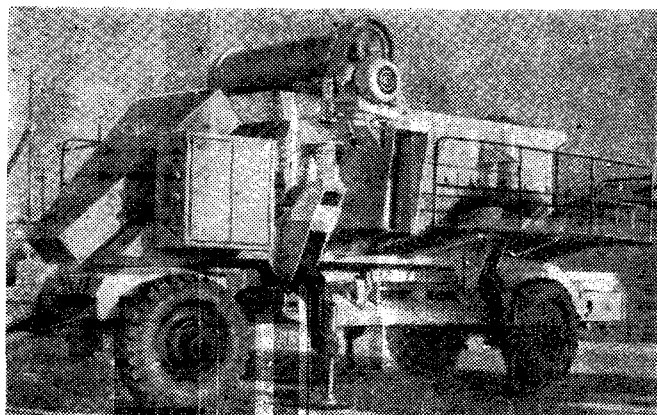


Рис. 8. Агрегат окончательной сортировки С-907

¹ Агрегат СМД-83 в настоящее время экспонируется на ВДНХ (раздел «Строительство»)

крупности и установка работает по схеме двух- или трехстадийного дробления.

На агрегате С-905 (рис. 5) используется щековая дробилка с двумя подвижными щеками ДРО-307. Эта дробилка вследствие синхронного движения подвижных щек имеет в два раза большую производительность и в 5—6 раз меньший расход дробящих плит, чем щековая дробилка сложного движения СМ-166А с загрузочным отверстием такого же размера.

Агрегат мелкого дробления (С-987) предназначен для переработки материала, поступающего от первых агрегатов, в щебень крупностью 40 или 25 мм. На агрегате (рис. 6) смонтированы конусная дробилка СМ-560А (диаметр конуса 900 мм), приводной электродвигатель и система смазки.

Агрегат промежуточной сортировки (С-906) предназначен для отделения от продукта дробления агрегатов СМД-83, С-905 и С-987 материала заданного размера. На агрегате (рис. 7) используется двухъярусный наклонный вибрационный грохот эксцентрикового типа С-652, на котором амплитуда колебаний задается жесткими кинематическими связями и не зависит от нагрузки на сито. Это особо важно при промежуточном грохочении, когда подача материала может изменяться в значительных пределах.

Агрегат окончательной сортировки (С-907) предназначен для разделения материала заданного размера, поступающего от агрегата промежуточной сортировки, на требуемые товарные фракции. Агрегат (рис. 8) оборудован двухъярусным горизонтальным виброгрохотом инерционного типа С-898, который обеспечивает высокую точность разделения.

Технологическая схема установки, собираемой из указанных агрегатов, для приготовления крупного щебня размером до 70 мм заключается в следующем. Горную массу автомобилей-самосвалами или другими транспортными средствами подают в приемный бункер С-885, которым затем загружают агрегат крупного дробления СМД-83. Раздробленный материал поступает на транспортер, а потом на агрегат промежуточной сортировки С-906. Материал с верхнего яруса сит размером крупнее 70 мм поступает в агрегат среднего дробления С-905, а щебень 40—70 мм со второго яруса сит идет в штабеля. Материал, прошедший отверстия сит второго яруса (40 мм), рассеивается на заданные размеры агрегатом окончательной сортировки С-907. Производительность установки собранной по такой схеме — 70 м³/ч.

Использование двух агрегатов С-905 позволяет повысить производительность установки до 1000 м³/ч при той же крупности товарного щебня.

Для получения щебня размером до 40 мм добавляется агрегат С-987 с конусной дробилкой, работающей со щелью 15—18 мм. Производительность такой установки — 80 м³/ч.

В настоящее время завершается освоение остальных передвижных агрегатов: загрузочного бункера с лотковым питателем для переработки гравийно-песчаных материалов, агрегатов крупного и мелкого дробления малоабразивных горных пород с роторными дробилками размером 1000 и 630 мм, а также транспортеров с шириной ленты 650 и 800 мм.

В заключение следует отметить, что описанный комплект передвижных дробильно-сортировочных агрегатов наиболее экономичен при приготовлении большого количества каменных материалов в сжатые сроки. Экономический эффект от внедрения одного комплекта таких машин составляет 18,5 тыс. руб. в год.

Строительство

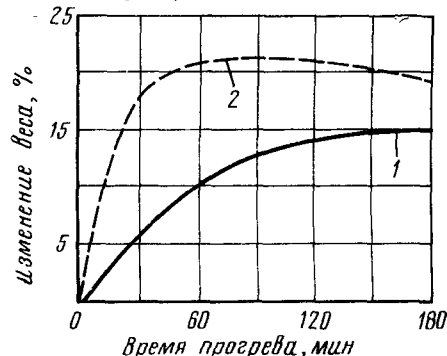
УДК 625.85.002

Устройство покрытий из теплых битумоминеральных смесей с использованием быстрогустеющего жидкого битума

Инж. И. Ш. ГОРЫШНИК

Одним из главных преимуществ жидких быстрогустеющих битумов по сравнению со средне- и медленногустеющими является то, что их применение обеспечивает большую начальную прочность и быстрое формирование асфальтобетона покрытия. Между тем требования к быстрогустеющим битумам и указания по их применению отсутствуют. Промышленность быстрогустеющие битумы не выпускает.

Трестом «Уфимдорстрой» Главдорстроя были приготовлены и применены жидкие быстрогустеющие битумы. Свойства их приведены в табл. 1. В быстрогустеющих битумах при температуре 90° происходит испарение легких компонентов до 25% от веса битума (см. рисунок).



Изменение веса битума при температуре 90°C:
1 — битум БНД 90/130—70%, бензина—30%; СКТН-0,0001%; 2 — то же, без полимера

При приготовлении, транспортировании и укладке теплых смесей с применением быстрогустеющих битумов для сохранения необходимой удобоукладываемости в битум следует вводить антииспаритель, который замедляет интенсивность испарения легких составляющих в определенный отрезок времени. В отечественных и зарубежных работах отсутствуют сведения

Индекс	Наименование агрегата	Рабочее оборудование		Габаритные размеры, мм			Вес, т	Установочная мощность, кВт
		тип	основной параметр, мм	длина	ширина	высота		
С-885	Передвижной загрузочный бункер для скальных пород	Пластиначатый питатель	1000×9000	10650	3570	5000	19	18
СМД-83	Агрегат крупного дробления изверженных горных пород	Щековая дробилка	600×900	8850	3300	3910	25,6	75
С-905	Агрегат среднего дробления изверженных горных пород	Щековая дробилка с 2-мя подвижными щеками	250×900	7300	3420	5060	13,5	75
С-987	Агрегат мелкого дробления изверженных горных пород	Конусная дробилка	900	8200	2800	3350	15,85	57,8
С-906	Агрегат промежуточной сортировки	Эксцентриковый виброгрохот	1500×3750	6850	3300	3500	8,35	11,7
С-907	Агрегат окончательной сортировки	Инерционный виброгрохот	1500×3750	8660	3260	3400	9,0	8,7



Таблица 1

Показатели	Марки битума	
	БГ 70/130	БГ 130/200
Вязкость по стандартному вискозиметру ζ_{60}	70—130	130—200
Фракции, испаряющиеся при температуре (% по объему):		
до 225°C более	4	2
315°C	7	5
360°C менее	15	12
Свойства остатка битума после отбора фракций при температуре до 360°C:		
глубина проникания при 25°C	80—150	80—150
растяжимость при 25°C, более	60	60
температура вспышки, °C	27	27
нагрева, °C	70—90	80—110

по применению антииспарителей и их влиянию на вязкость быстрогустеющих битумов. В связи с этим нами были исследованы некоторые виды антииспарителей, предложена их оптимальная концентрация, позволяющая регулировать технологический процесс приготовления и применения смесей, а также скорость формирования покрытий. В качестве добавки в битум, выполняющей функции антииспарителей, были рекомендованы полиметилсилоксановые и полиэтилсилоксановые жидкости. Названные жидкости термостойки, могут применяться при рабочих температурах соответственно 70—110°C. Кроме того, эти добавки обладают антипенными свойствами. Такими полимерами, отвечающими предъявляемым требованиям, являются СКТН, СКТН-1, ПМС-100, № 5. Абсолютная вязкость полиорганосилоксановых жидкостей колеблется в широком интервале от 0,65 до 18×10^4 спз.

Введение антииспарителей с большим молекулярным весом способствует созданию непроницаемой поверхности и снижает интенсивность испарения в определенный момент времени на 50—65%. Оптимальной концентрацией является введение 0,0001—0,00001% антииспарителя от веса битума, т. е. на 10 т битума 10—100 г полимера. Данная концентрация обеспечивает простоту и легкость введения в битум, а низкая стоимость (10—20 руб. за 1 кг) этих полимеров позволяет широко применять их в дорожном строительстве. Увеличение концентрации антииспарителя обуславливает большую длительность его действия.

Процесс формирования битумоминерального материала изучали по следующей методике. Для смеси применяли быстрогустеющий битум $\zeta_{60} = 70$ сек. По стандартной методике приготавливали 6 серий образцов по 9 штук в каждой и одновременно такое же количество образцов на названном битуме с введением антииспарителя СКТН в количестве 0,0001% от веса битума.

Образцы выдерживали при температуре 20°C. Каждую серию образцов испытывали через 1,4; 1,2; 5; 20; 30 суток после их приготовления, причем первую серию — ускоренным методом.

Физико-механические свойства определяли по стандартной

Таблица 2

Период формирования смеси	Наличие антииспарителя	Физико-механические показатели					Вязкость при 20°С, 10% пуаз
		Объемный вес, г/см³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Предел прочности при сжатии, кг/см²		
					R вод 20	R ₃₀	
1 ч	Нет	2,45	2,59	0,25	26	10,0	2,37
Одни сутки	Есть	2,44	3,30	0,52	18	7,5	1,4
	..	2,46	2,41	0,23	28	11,0	2,67
Двое суток	..	2,46	3,10	0,20	23	9,0	2,16
	..	2,47	2,30	0,18	29	12,0	2,95
То же	..	2,46	2,32	0,19	26	10,0	2,29
	..	2,48	2,21	0,17	31	12,5	3,1
Пять суток	..	2,47	2,20	0,13	30	12,0	2,58
	..	2,48	2,20	0,15	33	13,0	3,28
20 .	..	2,48	2,21	0,10	33	14,0	3,35
	..	2,48	2,20	0,10	33	14,0	3,37
30 .	..	2,48	2,20	0,10	33	14,0	3,40
	..	2,48	2,20	0,10	33	14,0	3,40

методике, а вязко-пластические свойства характеризовали эффективной вязкостью среднезернистой смеси при 20°C в пуазах по методу осаживания цилиндров, предложенного Я. Н. Ковалевым для песчаного асфальтобетона (табл. 2).

Как свидетельствуют данные испытаний, изменение свойств в различное время показывает, что введение антииспарителя в быстрогустеющий битум позволяет регулировать механизм формирования структуры битумоминерального материала, основанного на испарении разжижителя.

Выводы.

Применение антииспарителей позволяет обеспечивать замедление интенсивности испарения легких составляющих. В качестве антииспарителей рекомендуется использовать полиметилсилоксановые и полиэтилсилоксановые жидкости. С абсолютной вязкостью в пределах 1×10^3 — 18×10^4 сантипуаз. Оптимальная концентрация антииспарителей должна быть 0,0001—0,00001% от веса битума.

УДК 625.855.32(479.22)

Теплые битумоминеральные смеси в условиях Грузии

И. А. КАПАНАДЗЕ

Обследование состояния черных дорожных покрытий на территории Грузии показало, что наиболее частым видом их деформаций является сдвиг. Теплый асфальтобетон, обладающий повышенным внутренним трением и сопротивлением сдвигу, может быть успешно применен в Грузии.

В лабораторных условиях были проведены исследования холодного асфальтобетона на быстрогустеющем битуме (вязкий битум с глубиной проникания 75—90 разжижали бензином в соотношении 80% битума и 20% бензина).

Учитывая своеобразные климатические условия ряда районов Грузии, содержание минерального порошка свели к минимуму, так как при износе покрытия наблюдается не износ крупных минеральных частиц, а выкрашивание асфальтояужного вещества, связь которого с более крупными частицами сравнительно слаба.

Опыты показали хорошие результаты испытаний физико-механических свойств этих смесей.

Таблица 1

Физико-механические свойства	Горячий асфальтобетон (по ГОСТ 9128—67)	Холодный асфальтобетон (по ВСН 93—63)	Способ смешения на месте (по ВСН 123—65)	Теплая битумоминеральная смесь (исследования в лаборатории)
Предел прочности при сжатии (при 20°C образцы диаметром и высотой 50,5 мм), кг/см², не менее	24	15	8	35
Водонасыщение, % по объему	1,5—3	4—10	2—7	2,5—3
Набухание, % по объему, не более	0,5	2	3	1,5
Коэффициент водоустойчивости				
$K = \frac{R_{вод}}{R_{20}}$, не менее	0,9	0,6	0,5	0,9

Как видно из табл. 1, показатели физико-механических свойств битумоминеральной смеси, приготовленной и испытанной в лабораторных условиях, выше показателей смеси, полученной способом смешения, а также холодной асфальтобетонной смеси и приближаются к техническим свойствам горячего асфальтобетона.

При этом необходимо учесть и экономическую сторону. Приготовленная нами смесь в 2—2,5 раза дешевле горячего асфальтобетона.

Для проверки в производственных условиях в июле 1967 г. на одной из дорог был построен опытный участок дорожного покрытия из теплой битумоминеральной смеси.

Автомобильная дорога расположена в IV климатической зоне. Интенсивность движения — 2500—3000 автомобилей

в сутки. Причем в состав автопарка входят тяжелые машины: МАЗ-525 и БелАЗ-540 — 5%. КраЗ — 20%, МАЗ-505 — 10%.

Дорожная одежда на этой дороге в соответствии с интенсивностью движения и типами автомобилей принята усовершенствованной, капитальной. Тип покрытия — двухслойный асфальтобетон: верхний слой мелкозернистый толщиной 3 см, нижний крупнозернистый толщиной 5 см.

Опытный участок устраивали из теплой мелкозернистой битумоминеральной смеси следующего состава:

гравий размером — 15–8 мм — 50%; 8–5 мм — 12%; 5–2 мм — 13%; 2–1 мм — 7%; 1–0,5 мм — 9%; 0,5–0,25 мм — 4%; 0,25–0,15 мм — 3%; 0,15–0,075 мм — 2%; гашеная известь — 0,7%; битум вязкий (с глубиной проникания 75–90) — 5%; разжижитель (бензин) — 1%.

Смесь приготавливали при температуре 80–100°C, предварительно нагревая каменный материал до 100°C, а битум — до 80–100°C.

Укладывали смесь вручную при температуре воздуха плюс 15–18°C и температуре смеси плюс 40–50°C. Толщина слоя — 3 см. Уплотняли покрытие легким, а затем тяжелым катком. Вслед за этим была сделана поверхностная обработка толщиной 1 см.

Результаты испытаний смесей из смесителя и вырубков, взятых в процессе эксплуатации данного участка покрытия, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Возраст образцов	Место взятия пробы	Физико-механические показатели			
		Объемный вес, г/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Сопротивление сжатию волонасыщенного образца при 20°C, кг/см ²
3 дня 40 дней 40 "	Из смесителя	2,3	3,6	1,49	25
	Из покрытия	2,3	3,2	1,20	—
	Переформованные, из				
	вырубок	2,3	3,0	0,90	37

При обследовании опытного участка через 1,5 месяца эксплуатации (при вышеуказанной интенсивности движения) отмечено его хорошее состояние. На поверхности покрытия отсутствуют всякого вида деформации и трещины.

Из результатов испытаний уложенной битумоминеральной смеси видно, что показатели физико-механических свойств превосходят требуемые по техническим правилам на холодный асфальтобетон, достигая показателей, рекомендуемых техническими правилами для горячих смесей.

Проведенные наблюдения дают возможность считать целесообразным применение теплых смесей, приготовленных на быстротвердеющем битуме для устройства дорожных покрытий в условиях Грузии.

УДК 625.731.2:624.138.22 (471.41)

Укрепление грунтов местными вяжущими в Татарской АССР

Инж. С. С. ФАДЕЕВ

Применение местных вяжущих материалов для укрепления грунтов значительно удешевляет строительство дорог. В качестве вяжущего может быть использована высокоомолистая нефть, которая в условиях нефтепромысловых районов Татарской АССР является местным материалом и наиболее доступна.

Месторождения тяжелой нефти в Татарии из-за значительного содержания в ней бензино-лигроиновых и керосиновых фракций не имеют промышленного значения и не эксплуатируются нефтеперерабатывающей промышленностью. В то же время, тяжелая нефть содержит значительное количество смолисто-асфальтовых веществ и по групповому составу близка к тяжелой нефти Казахстана [1].

Тяжелая нефть Татарской АССР содержит 20–25% смол, 3–7 асфальтенов, 2–5 парафина, 2–3,5% серы. Однако эти данные группового состава тяжелой нефти, полученные нефтяниками, не окончательны и требуют уточнения, поскольку оп-

ределены различными методами и без указания места отбора пробы. Тем не менее значительное содержание смолисто-асфальтовых веществ в тяжелой нефти дает основание считать, что она может быть использована в качестве вяжущего. В последнее время подобная нефть применялась в дорожном строительстве Казахстана и Средней Азии.

По просьбе Управления строительства и ремонта автомобильных дорог при Совете Министров Татарской АССР возможность использования тяжелой нефти (сырой) для укрепления грунтов изучается в дорожной лаборатории Саратовского политехнического института с 1965 г. под руководством А. С. Еленовича.

Поскольку на территории Татарской АССР наиболее широко распространены лессовидные суглинки, они и были взяты при исследовании. В этих лессовидных суглинках содержится 12–25% глинистых частиц (мельче 0,005 мм), а число пластичности грунта колеблется от 10 до 17%.

По минералогическому составу частицы лессовидных суглинков представляют главным образом обломки кварца (60–70%) и в меньшем количестве полевых шпатов (10–30%) и слюды (2–4%). Содержание карбонатов кальция (CaCO₃) в них достигает 10–25%. В качестве вяжущего использовалась высокоомолистая нефть с вязкостью $S_{60}^5 = 60$ сек и для сравнения — жидкий битум Б-5. С целью повышения активности грунта к органическим вяжущим добавляли молотую негашеную известь с активностью 65%.

Методика приготовления и испытания образцов соответствовала СН 25-64.

Физико-механические свойства укрепленного казанского лессовидного суглинка с числом пластичности 14% и содержанием 22% CaCO₃ приведены в таблице.

Смеси	Состав грунтовой смеси, %				Объемный вес, г/см ³	Водонасыщение, % по объему	Набухание, % по объему	Прочность при сжатии R _{вод} , кг/см ²
	известь	битум	нефть	вода				
1	—	6	—	9	2,1	5,5	2,4	8,3
2	3	4	—	12	2,1	0,1	—	30,0
3	—	—	6	9	2,0	13,5	10,0	3,1
4	3	—	4	12	2,0	3,3	—	13,0

Карбонаты кальция в исследуемых лессовидных суглинках повышают их адсорбционную способность, вследствие чего улучшаются свойства укрепленного грунта [2]. Несмотря на положительное действие карбонатов, грунт, укрепленный битумом Б-5, имеет довольно невысокие свойства (смесь 1). Очевидно, одной из причин таких невысоких показателей является энергетическая неуравновешенность минеральной массы грунта [3].

Лессовидные суглинки содержат большое количество минералов (75–90%), несущих на своей поверхности отрицательные заряды (кварц, полевые шпаты и др.). Кальцит и доломит, которых в грунте всего 10–25%, хотя и обладают высоким положительным зарядом, не могут достигнуть величины суммарного отрицательного заряда других минералов. Поэтому одним из путей улучшения свойств укрепленных грунтов является введение в грунт 2–3% высокоактивной извести, имеющей высокий положительный заряд.

Введенная в грунт известь активно взаимодействует с ним, изменяет природу поверхности минералов и создает условия для образования тонких пленок битума, прочно удерживаемых на поверхности минеральных частиц адсорбционными связями.

Очевидно, те же процессы протекают и при укреплении активизированных грунтов нефтью.

Лессовидный суглинок, укрепленный битумом, после введения в него 3% извести резко повышает свою водостойкость, а предел прочности при сжатии увеличился более чем в три раза (смесь № 2).

Аналогичная закономерность наблюдается в случае укрепления грунта тяжелой нефтью. Введение 3% извести (смесь 4) позволило снизить водонасыщение в четыре раза, ликвидировать набухание, а прочность при сжатии увеличить больше чем в четыре раза по сравнению со смесью 3, укрепленной только нефтью.

Правда, физико-механические свойства битумогрунта гораздо выше, чем нефтерунта, что, очевидно, объясняется различной вяжущей способностью битума и нефти. Тем не менее свойства укрепленного нефтью активизированного грунта отвечают требованиям СН 25-64 и выше, чем у грунта, укрепленного промышленным битумом.

Выводы

Применение высокосмолистой тяжелой нефти для укрепления грунтов в дорожном строительстве Татарской АССР технически возможно и целесообразно.

Низкая стоимость нефти (3—5 руб. за 1 т), возможность получения ее в нефтепромысловых районах благоприятствуют широкому применению нефти в дорожном строительстве Татарии. Необходимо не только продолжить исследования сферы применения тяжелой нефти, но и расширить опытное строительство дорог из грунтов, укрепленных нефтью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Попандопуло. Нефтерунтовые дорожные одежды в районах засоленных грунтов. «Автомобильные дороги», 1966, № 8.
2. С. С. Фадеев. Укрепление лессовидных суглинков вяжущими. Материалы ХХХ научно-технической конференции. Секция строительного и дорожно-строительного факультетов. Саратов, 1967.
3. В. П. Афанасьев. Роль минералогического состава при укреплении грунтов. Материалы совещания по закреплению и уплотнению грунтов. Тбилиси, 1964.

УДК 625.855.5(575.1)

Укрепление барханных песков нефтью и цементом

Ю. И. ТКАЧЕВ, А. А. КВИТКИН, З. Х. САИДОВ,
И. Л. АБДУРАХИМОВ, В. Н. ВЕСЕЛОВА, Т. П. ИВАНОВА,
Ю. В. БУТЛИЦКИЙ

В ряде районов страны, в частности в Узбекской ССР, широко распространены такие грунты, использование которых в качестве исходного материала для укрепления вяжущими затруднительно. К ним относятся барханные пески, занимающие около 26% площади Узбекистана.

При проектировании и строительстве дорог в таких районах большое значение приобретает обеспечение устойчивости земляного полотна, возведенного из барханных песков, от выдувания и устройства диафрагмы из глинистых грунтов для предохранения от «продавливания» земляного полотна под дорожной одеждой.

До настоящего времени в практике строительства для устройства такой диафрагмы обычно используют суглинистые грунты. Это мероприятие очень трудоемко, экономически не всегда оправдано, а самое главное не дает должного эффекта.

Как показали исследования, проведенные Л. Н. Ястребовой и М. Ф. Иерусалимской, укрепление барханных песков битумом обычно не дает положительного результата, а использование цемента не всегда возможно ввиду недостатка воды в этих районах.

Следует отметить, что опыт применения барханных песков, укрепленных вяжущими материалами, в производственных условиях как в СССР, так и за рубежом весьма скромен.

В связи с этим в 1966 г. лабораторией укрепления грунтов Среднеазиатского филиала Сюздорнии по заданию Уздор-

стройтреста Минавтошосдора УзССР были проведены лабораторные исследования укрепления барханных песков джаркурганской нефтью и цементом. В сентябре—ноябре 1966 г. совместно с ДСУ № 4 этого же треста на одной из дорог Узбекской ССР осуществлено опытное строительство основания под усовершенствованное облегченное покрытие.

Автомобильная дорога относится к IV технической категории с расчетной интенсивностью движения до 300 авт/сут. Земляное полотно отсыпано из барханных песков высотой до 1,3 м. Грунтовые воды залегают на глубине 20 м от дневной поверхности.

Климат района строительства типичный для условий Средней Азии: абсолютный максимум температур +48°C, абсолютный минимум (в январе) —20°C. Среднегодовое количество осадков составляет 140 мм, 70% которых выпадает в зимне-весенний период. В производственных условиях были укреплены местные грунты: барханный песок и пылеватый суглинок (характеристика которых приведена в табл. 1).

В качестве вяжущего применена местная джаркурганская нефть с вязкостью $C_{60}^5 = 15$ сек и портландцемент марки 500. Физико-механические показатели свойств укрепленного грунта приведены в табл. 2.

Таблица 2

Смесь	Содержание, %			Объемный вес, г/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %	Предел прочности при сжатии, кг/см ²				
	нефти	извести	цемента				$R_{20}^{вод}$	R_{20}	R_{50}		
1	11	—	—	1,93	Образцы в воде развалились		—	1,8	1,7		
2	9	—	—	1,90	4,0	0,6	—	2,2	1,2		
3	9	—	—	1,88			4,8	5,6	5,1		
4	9	—	—	1,89			2,7	4,5	4,0		
5	11	—	—	1,90			2,5	4,4	3,0		
6	9	5	—	1,89			1,9	2,2	1,7		
7	9	3	—	1,92			2,9	1,6	2,4	2,9	1,5

Относительно лучшие результаты показала грунтовая смесь, содержащая 80% барханного песка и 20% пылеватого суглинка, имеющая влажность границы текучести 2,3%, оптимальную влажность 12,2%, объемный вес скелета грунта 1,59 кг/см³ (кроме этого были испробованы смеси с соотношением песка и суглинка 70 и 30%, 60 и 40%), в частности смесь 3 (см. таблицу 2), укрепленная 9% джаркурганской нефти и 5% цемента.

Укрепление грунта осуществлялось механизированным звеном в составе: фрезы Д-530 (ведущая машина); автогрейдер Д-144 — 1; автогудронатор (ЗИЛ-164) — 2; поливомоечная машина (ЗИЛ-130) — 2, каток ДСК-1 — 1, самоходный каток Д-399 (6,8 т) — 1 шт.

Перед устройством основания земляное полотно тщательно планировали и уплотняли прицепным катком ДСК-1 на пневмошинах за 3—4 прохода по одному следу с увлажнением грунта до оптимальной влажности, равной 7%.

Затем на земляное полотно завозили пылеватый суглинок в количестве 364 м³ на 1 км, естественная влажность которого составляла на первом участке 19—22%, а на втором и третьем — 11,5%.

Грунт разравнивали за три прохода автогрейдера на ширину 6—7 м. Затем за два прохода фрезы (по одному следу) на первой передаче суглинок размельчали и одновременно перемешивали с барханным песком.

После размельчения влажность грунтовой смеси составляла на одном из участков 6%, на других 8%. Далее вручную рассыпали цемент и увлажняли смесь до оптимальной влажности, равно 12,2%, и снова перемешивали фрезой.

Нефть вводили в грунт в заданном количестве через распределительную систему фрезы Д-530.

Готовую смесь разравнивали автогрейдером за пять проходов.

Из-за отсутствия тягача на пневмошинах укрепленный грунт пришлось уплотнять гладким самоходным катком Д-399 (а не катком на пневмошинах), что особого эффекта не дало.

Наблюдения, проведенные в июле 1967 г., показали, что опытный участок находится в хорошем состоянии, несмотря на то, что он простоял без покрытия зимне-весенний период 1966—1967 гг., который характеризовался значительными осадками и отрицательными температурами воздуха.

Таблица 1

Грунты	Содержание (%) частиц размером, мм				Влажность границы текучести, %	Влажность границы раскатывания, %	Число пластилинности	Оптимальная влажность, %	Максимальная плотность, г/см ³
	0,5—0,25	0,25—0,15	0,15—0,074	<0,074					
Суглинок легкий пылеватый	—	—	—	77,5	25,7	17	8,7	16,9	1,79
Барханный песок	0,27	92,33	4,41	2,99	2,3	—	—	7,1	1,54

Укрепленный грунт в виде вырубок или переформированных образцов испытывали на прочность путем определения модуля деформации вдавливанием круглого штампа $d=2,5$ см.

Относительную прочность основания определяли непосредственно на дороге ударником Дорнии. Используя эмпирическую зависимость, установленную М. Н. Троицкой, можно по числу ударов N определить модуль деформации испытываемого материала: $E=15,5 N$ кг/см². Результаты испытаний приведены в табл. 3.

Таблица 3

Участок	Модуль деформации E при $\lambda = 0,04$			Результаты полевого обследования			
	Образцы, переформованные из вырубков, отобранных		Вырубки	Октябрь 1966 г.		Июль 1967 г.	
	в октябре 1966 г.	в июле 1967 г.		N	E , $кг/см^2$	N	E , $кг/см^2$
1	600	750	650	36	560	48	745
2	650	700	700	40	620	52	805
3	500	560	560	37	575	50	775
4	—	570	400	23	360	30	465
5	—	620	560	22	340	32	495
6	—	500	420	19	290	26	400
7	—	550	400	16	250	20	310

Данные показывают относительный рост прочности основания во времени. Более высокие показатели прочности на первых трех участках являются результатом уплотнения материала под действием движения автомобилей (в противоположность участкам 4—7, где движение было открыто лишь в мае 1967 г.). Следует также отметить удовлетворительную сходимость значений модулей деформации, полученных по эмпирической формуле М. Н. Троицкой и определенных в лаборатории. Учитывая, что участок, построенный с основанием из песка, укрепленного нефтью, находится в местности, где почти полностью отсутствует влага и не промерзают грунты, нет причин опасаться, что он может разрушиться, тем более что в настоящее время на нем устраивается нефтегравийное покрытие.

Имеющееся расхождение между свойствами материала, определенными в лаборатории, и его поведением в натуральных условиях говорит о недостатках существующей методики оценки свойств укрепленных грунтов для различных природно-климатических условий. Подобное положение зачастую приводит к тому, что материалы по показателям лабораторных результатов бракуются, в то время как они могли бы с успехом быть использованы в строительстве.

Применение слоя барханного песка, укрепленного нефтью толщиной 14 см вместо 24-сантиметрового слоя гравия, дальность возки которого составляет 60 км, позволило получить экономно на 1 км около 4000 руб. и высвободить до 85% автомобилей.

Выводы

Применение барханных песков, укрепленных комплексным методом (добавками нефти и цемента), является в условиях среднеазиатских республик эффективным средством снижения стоимости строительства за счет отказа от применения привозного каменного материала и устройства диафрагмы из суглинистого грунта.

Наиболее эффективным средством для уплотнения такого укрепленного грунта являются катки на пневмошинах, применение которых в значительной степени повышает физико-механические свойства полученного материала.

В настоящее время можно рекомендовать:

ориентировочный состав укрепленного грунта (80% барханного песка + 20% суглинистого грунта; вяжущее — 9% джаркурганской нефти + 5% портландцемента марки 400—500);

требования к материалу — прочность при сжатии R_{20} не менее 4 и R_{50} не менее 3 кг/см².

Необходимо продолжить исследования и опытные работы по укреплению барханных песков добавками джаркурганской нефти и цемента, а также по изучению их работы в дорожной одежде в условиях недостатка влаги, что является характерным для условий Узбекской, Туркменской и Казахской республик.

УКРЕПЛЕНИЕ ОБОЧИН ЦЕМЕНТОГРУНТОМ

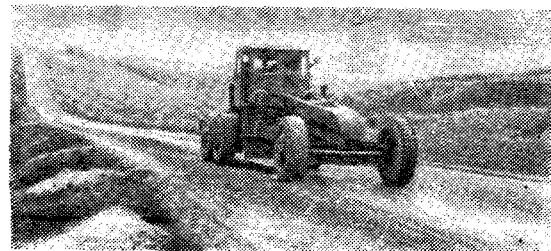


Рис. 1. Уплотнение цементогрунта колесом автогрейдера

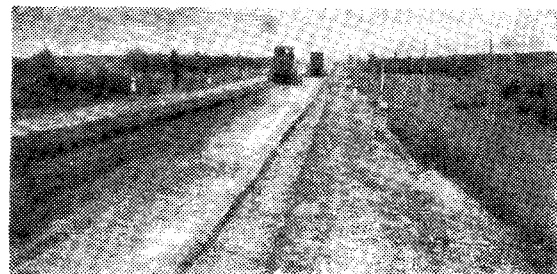


Рис. 2. Перемешивание смеси автогрейдерами



Рис. 3. Укладка смеси в корыто и профилирование



Рис. 4. Уплотнение цементогрунта

В 1965—1966 гг. в дорожных хозяйствах Гүшосдора Мин-автотосдора РСФСР проводилось экспериментальное укрепление обочин цементогрунтом. Основные преимущества этого способа укрепления обочины состоят в следующем: возможность применения грунтов и местных малопрочных материалов взамен привозных, что позволит значительно снизить стоимость строительства, хорошая технологичность, обеспечивающая при правильной организации работ высокую производительность;

более светлый цвет обочины, улучшающий ее видимость, особенно в ночное время.

При укреплении обочин цементогрунтом следует руководствоваться следующими соображениями: минимальная ширина укрепленной полосы должна быть достаточной для стоянки автомобилей (при их вынужденной остановке), а в населенных пунктах обочины следует укреплять на всю ширину. В тех случаях, когда обочину укрепляют, чтобы создать упор кромке дорожной одежды, устраивается бордюрная полоса шириной не менее 0,5 м, которая должна быть равнопрочна дорожной одежде. Во всех остальных случаях толщину укрепленного слоя обочины не рассчитывают, а принимают из конструктивных соображений, но не менее 10 см. Практически установлено, что толщина цементогрунтового слоя обочины в 15 см пригодна для дорог с интенсивным движением.

Так как укрепленные обочины не рассчитывают на динамические нагрузки, возникающие при движении автомобилей, движение по ним запрещается. Для выполнения этого условия желательно отделять проезжую часть от обочины сплошной белой линией.

Подбор составов цементогрунта для строительства участков с укрепленными обочинами производился ЦНИЛ Гушосдора Минавтошосдора РСФСР по обычной методике, изложенной в Указаниях СН 25-64; полевой контроль при строительстве также осуществлялся этой лабораторией.

Наиболее пригодными для укрепления цементом являются несцементированные обломочные грунты, отвечающие требованиям табл. 13 СНиП II-Д-5-62.

Эти грунты при обработке цементом требуют не размельчения, а лишь разрыхления. Поэтому качество перемешивания грунта с цементом выше, а технологический процесс значительно упрощается благодаря исключению наиболее трудоемкой технологической операции — размельчения грунта.

Наилучшие результаты при укреплении несцементированных обломочных грунтов получаются, когда их гранулометрический состав близок к оптимальному, однако целесообразность введения гранулометрических добавок всегда должна подтверждаться технико-экономическим расчетом. В некоторых случаях для достижения заданных физико-механических свойств цементогрунта более выгодно увеличить расход цемента.

Первые два опытных участка были построены осенью 1965 г. на дороге Москва—Харьков. Строительство вели при пониженных температурах воздуха 0—+5°C. Для укрепления обочин применяли цементогрунтовые смеси № 1 и 2 (см. таблицу) без введения каких-либо добавок. Смеси готовили в асфальтосмесителе Г-1. Время приготовления одного замеса, включая перемешивание и выгрузку, — 20—25 мин. Смесь доставляли к месту укладки на автомобилях, раскладывали в подготовленное корыто и уплотняли колесами автогрейdera (рис. 1). Коэффициент уплотнения был в пределах 0,93—0,97. Готовый участок закрывали слоем песка толщиной 3—4 см и в течение 10 дней поливали водой.

№ смеси	Предел прочности цементогрунта в возрасте 28 дней, кг/см ²	Содержание цемента, %	Марка цемента	Грунт
1	25	8	300	Песок мелкий, одномерный
2	40	12	300	
3	32	12	500	Песок мелкий, оптимального состава
4	52	10	500	

Обследование, проведенное в мае 1966 г., показало, что, несмотря на неблагоприятные погодные условия в момент строительства и в зимний период (переход температуры через 0° наблюдался свыше 50 раз), лишь на участке с 8% цемента (смесь № 1) поверхность цементогрунта разрыхлилась на глубину 2—5 см, а участок с 12% цемента (смесь № 2) был в хорошем состоянии, без каких-либо дефектов.

На дороге Москва—Харьков обочины устраивали из цементогрунтовой смеси № 3 на участке протяженностью 1650 м. Смесь готовили в бетоносмесителе С-302 емкостью 1200 л.

Из смесителя укрепленный грунт поступал в автомобилесамосвалы, которые подвозили его к месту укладки и выгружали в корыто, там его разравнивали автогрейдером.

Уплотнение производили двумя автогрейдерами (рис. 2), окончательную укатку 5-тонным гладковальцовым катком.

Так как вся работа выполнялась осенью, уход за уложенным цементогрунтом заключался только в поливке его водой дважды в день.

На дороге Ленинград—Киев в августе 1966 г. из цементогрунта устроили бордюрную полосу шириной 0,75 м и толщиной 18 см. Протяженность опытного участка — 3400 м. При строительстве использовали цементогрунтовую смесь № 4, которую готовили смешением на дороге с помощью автогрейдеров. Технология приготовления смеси была следующей.

Автогрейдер, оборудованный дополнительным ножом, вырезал на обочине корыто шириной 75 и глубиной 18 см и выкладывал грунт на проезжую часть.

Цемент распределяли с помощью самодельного передвижного бункера с дозирующим оконцем, что не обеспечивало необходимой точности и равномерности дозирования. Перемешивали смесь на половине проезжей части двумя автогрейдерами. Длина захватки была 100—150 м. Для увлажнения смеси до оптимальной влажности использовали поливомоечную машину.

Увлажненную смесь перемешивали двумя автогрейдерами за 12—15 проходов каждого. Качество перемешивания сухой и увлажненной смеси определяли визуально — по однородности цвета.

Готовую смесь укладывали автогрейдерами в корыто, профилировали (рис. 3) и уплотняли вначале автогрейдерами, затем гладковальцовым 5-тонным катком (рис. 4).

Обследование, проведенное летом 1967 г., показало, что оба участка, построенные в 1966 г., находятся в хорошем состоянии.

На основании экспериментальных работ по строительству обочин из цементогрунта, выполненных хозяйствами Гушосдора в 1965—1966 гг., можно сделать следующие выводы.

1. Устройство обочин из укрепленного цементом грунта значительно улучшает их состояние, повышает связность, механическую прочность и погодоустойчивость.

2. Мелкие одномерные пески пригодны для устройства цементогрунтовых обочин, но применение таких песков требует большего расхода цемента и тщательного перемешивания смеси.

3. Применение мелких песков оптимального гранулометрического состава позволяет снизить расход цемента и значительно улучшает физико-механические свойства цементогрунта.

4. Наибольшая производительность и наиболее высокое качество цементогрунта достигаются при приготовлении цементогрунтовой смеси в бетоносмесителе С-302 благодаря более точной дозировке компонентов и принудительному перемешиванию. В этом случае результаты испытаний полевых и лабораторных образцов полностью совпадают.

5. Асфальтосмеситель Г-1 можно применять для приготовления цементогрунта, но при обработке цементом мелких одномерных песков качество цементогрунта из-за свободного перемешивания ухудшается, а производительность уменьшается. Прочность полевых образцов, как правило, ниже лабораторных на 15—20% при одинаковом расходе цемента.

6. Обработка цементом мелких песков способом смешения на месте с помощью автогрейдеров не желательна, так как из-за плохого перемешивания получается цементогрунт, весьма неоднородный по качеству.

7. Уплотнять цементогрунтовую смесь на обочине можно любыми катками, однако наилучшие результаты с наименьшими затратами получаются при уплотнении катками на пневмошинах. Поэтому при отсутствии таких катков следует применять автогрейдеры или груженные автомобили и лишь для окончательного уплотнения и отделки использовать гладковальцовые катки. При любом способе коэффициент уплотнения не должен быть ниже 0,98.

8. Устраивать цементогрунтовые обочины необходимо при температуре не ниже +10°C.

9. При устройстве цементогрунтовых обочин без защитного слоя типа поверхностной обработки следует применять цементогрунт по прочности не ниже 1-го класса (СН 52-64, табл. 2).

10. Строительство цементогрунтовых обочин экономически целесообразно. Например, используя цементогрунт взамен щебня при строительстве 3300 м² обочин на дороге Москва—Харьков, получили экономию в сумме 2046 руб.

Э. Г. Долгов, Ю. А. Торопин

УКРЕПИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОСЫ ИЗ СИЛИКАЛЬЦИТНЫХ ПЛИТ

М. А. ТАРАСОВ

На автомобильной дороге Москва—Куйбышев в 1964 г. для устройства укрепительной полосы вдоль проезжей части впервые были применены силикальцитные плиты, изготовленные из местных материалов — извести и песка. По своим строительным качествам силикальцит близок к цементному бетону и в ряде случаев успешно с ним конкурирует.

Исследованиями Всесоюзного научно-исследовательского и проектного института силикальцита и ВНИИ строительных материалов и конструкций установлено, что в производственных условиях может быть получен силикальцит (силикатный бетон) значительной прочности (свыше 500 кг/см^2) и морозостойкости. Благодаря высоким физико-механическим свойствам из силикальцита можно изготовить плиты, способные в эксплуатации заменить железобетон при уменьшении их стоимости на 10—25%.

Силикальцитные плиты, примененные для устройства укрепительных полос, имели следующие физико-механические показатели: объемный вес — $1600\text{--}1800 \text{ кг/м}^3$, прочность при сжатии — $480\text{--}610 \text{ кг/см}^2$, прочность на растяжение при изгибе — $60\text{--}75 \text{ кг/см}^2$.

Участок дороги с укрепительными полосами из силикальцитных плит расположен на подъезде к г. Пензе и характеризуется большой интенсивностью движения (свыше 5000 автомобилей в сутки). Проезжая часть дорог имеет ширину 6 м, покрытие — асфальтобетонное.

Для устройства укрепительной полосы применены плиты двух типов: неармированные размером $100 \times 50 \times 20 \text{ см}$ и армированные $100 \times 50 \times 16 \text{ см}$ с расходом арматуры $17,8 \text{ кг}$ на 1 м^2 плиты.

Плиты укладывали как на естественное основание из песчано-пылеватого грунта, так и на основание из песка толщиной 20 см и из щебня толщиной 10 см.

Корыто вдоль кромок проезжей части вырезали автогрейдером (рис. 1). При сильно уплотненных обочинах из связанных грунтов их предварительно рыхлили. Дну корыта придавали поперечный уклон, равный поперечному уклону проезжей части. Щебеночное и песчаное основание уплотняли автогрейдером (20 проходов колеса по одному следу) с предварительной поливкой водой.

Плиты укладывали автокраном АҚ-32 (рис. 2). Обжатие и окончательную посадку осуществляли восьмью проходами колес автогрейдера. Соединяли плиты между собой, сваривая закладные части. В качестве варианта на одном из участков плиты уложены без прикрепления одна к другой.

Заключительной операцией после сварки стыковых соединений являлось заполнение швов битумной мастикой. Для лучшего сцепления мастики с плитами торцы последних перед укладкой обмазывали разжиженным битумом.

Трудоемкость устройства укрепительных полос из силикальцитных плит на дороге Москва—Куйбышев в зависимости от типа оснований составила 45—50 чел.-дней на 1 км полосы.

Наблюдения за состоянием и работой укрепительных полос из силикальцитных плит показывают, что армированные плиты, изготовленные с соблюдением всех технологических требований, находятся в хорошем состоянии. На отдельных же неармированных плитах появились трещины. В лучшем состоянии находятся плиты, уложенные на щебеночное основание и скрепленные между собой сваркой закладных частей.

Опыт устройства и эксплуатации укрепительных полос из сборных силикальцитных плит подтверждает их технико-экономические преимущества по сравнению с аналогичными железобетонными конструкциями.

Более низкая стоимость силикальцитных плит определяется дешевизной исходных материалов. Сырьевая база силикальцита — песок и известь — имеются повсюду. Известь почти вдвое дешевле цемента, расход ее на изготовление силикальцитных изделий также вдвое меньше, чем цемента.

Строительные изделия из силикальцита готовят, как известно, при помощи оборудования, применяемого обычно на заводах железобетонных изделий. Единственной дополнительной операцией при этом является тонкий размол извести

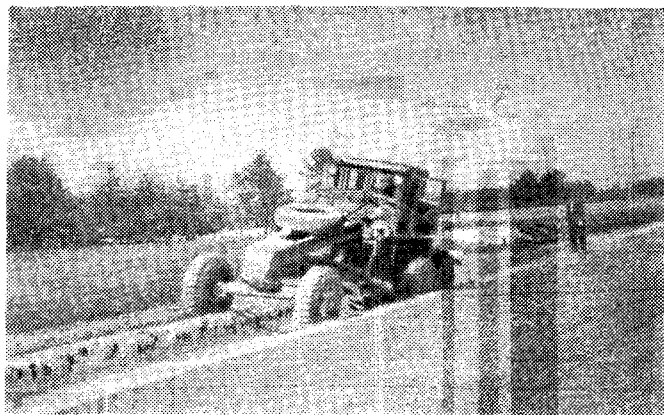


Рис. 1. Устройство корыта вдоль кромок покрытия

и песка. Кроме того, термовлажностная обработка в пропарочных камерах заменяется автоклавной. Расход пара при автоклавной обработке меньше, чем при пропаривании, поэтому стоимость термовлажностной обработки для силикальцитных изделий меньше стоимости обработки обычного бетона.

В конечном счете себестоимость силикальцитных плит оказывается намного меньше, чем бетонных. Прейскурантная стоимость армированных силикальцитных плит установлена 25 руб. за 1 м^3 , что на 16 руб. дешевле стоимости железобетонных плит (Ценник № 1 средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции. Ч. IV, «Местные материалы»).

В результате экономическая эффективность применения силикальцитных плит для устройства укрепительных полос составит не менее 3,2 тыс. руб. на каждый километр дороги.

Укрепительные полосы из силикальцитных плит имеют ряд других преимуществ по сравнению и с укрепительными полосами из монолитного цементобетона. Изготовление силикальцитных плит возможно круглый год, что позволит наиболее полно использовать оборудование ЦБЗ и рабочую силу дорожных организаций, особенно в зимнее время.

Устройство укрепительных полос из силикальцитных плит может быть полностью механизировано с использованием машин, имеющихся в каждом дорожном хозяйстве. Кроме того, оно при соответствующей подготовке не ограничено временем года и может вестись в любую погоду.

Имея белый цвет, укрепительные полосы из силикальцитных плит резко отличаются от цвета черных покрытий и служат хорошим ориентиром для водителей, особенно в ночное время, что способствует повышению безопасности движения.

Укрепительная полоса из силикальцитных плит имеет гладкую и плотную поверхность, вследствие чего при загрязнении она хорошо очищается и промывается дождевой водой, не теряя своего внешнего вида.

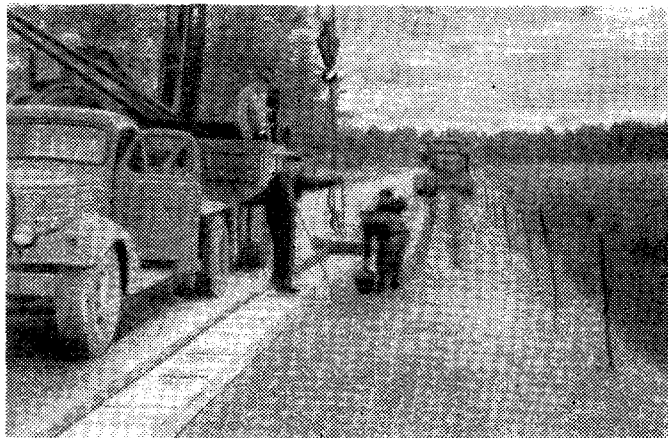


Рис. 2. Укладка силикальцитных плит

Изготовление пустотных плит для малых мостов

Е. И. ШТИЛЬМАН

По разработкам Госавтодорожной строительными организациями треста Укрдорстрой, райдоротделами и ДЭУ на Украине построены десятки мостов с пролетными строениями из струбетонных пустотных плит длиной 11,36 и 16,76 м. Такие конструкции малых мостов оказались не только наиболее простыми и удобными для монтажа, но и экономичными.

Благодаря значительному упрощению монтажа пустотных элементов их стоимость снижается на 10—15% по сравнению с другими типами балок.

Указанные преимущества пустотных конструкций особенно проявляются при строительстве мостов на сельских дорогах, ведущемся районными и межколхозными организациями. В дальнейшем конструкции пустотных плит были включены в проект унифицированных пролетных строений, разработанных Союздорпроектом.

Однако недостатки применявшейся до недавнего времени технологии изготовления пустотных плит в протяжных струбетонных стендах с применением сворачиваемых пустотообразователей сдерживали широкое распространение этих конструкций. На этих стендах, как известно, было предусмотрено расположение по длине нескольких плит, последовательно бетонируемых вслед за натяжением арматуры (рис. 1, а).

Учитывая это, в Госавтодорожной разработали новые технологические приемы изготовления пустотных конструкций, основанные на применении трубчатых жестких несворачиваемых пустотообразователей (пуансонов) с большей или меньшей конечностью.

Через 2—3 ч после бетонирования с помощью тянущих домкратов пуансоны извлекают на длину 20—25 см с тем, чтобы нарушить их сцепление с бетоном. Затем в камеру пускают пар, а после затвердения бетона перерезают проволоки, вынимают плиты из стенда и подают на пост окончательного извлечения пустотообразователей.

При таком способе изготовления необходимо соблюдать увеличенные расстояния между торцовыми щитами соседних опалубочных форм для того, чтобы можно было обеспечить свободное выдергивание пустотообразователей и в этом же просторстве расположить приспособления для выдергивания. Увеличенные расстояния между опалубочными формами приводят к неэкономичному использованию стенда и излишним потерям арматуры. Кроме того, несмотря на первоначальное извлечение пуансонов, не предотвращается повторное их сцепление с бетоном.

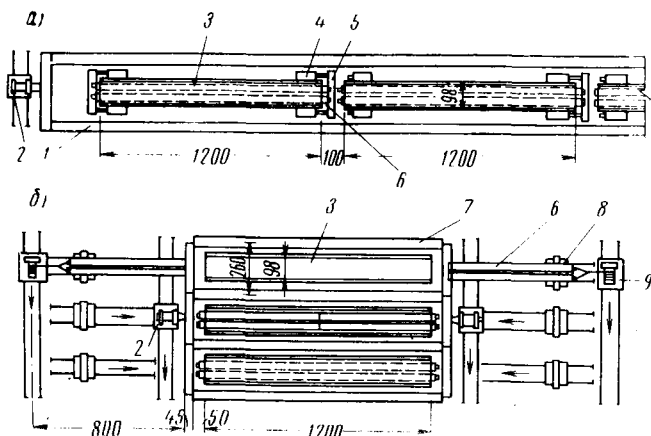


Рис. 1. Технологические схемы изготовления пустотных плит:

а — в протяжном стенде; б — в батарее коротких стендов; 1 — протяжной стенд; 2 — натяжной домкрат; 3 — опалубка; 4 — домкрат в нише опалубки; 5 — траверса; 6 — пустотообразователь; 7 — короткий стенд на одну плиту; 8 — тележка для пустотообразователя; 9 — лебедка на тележке

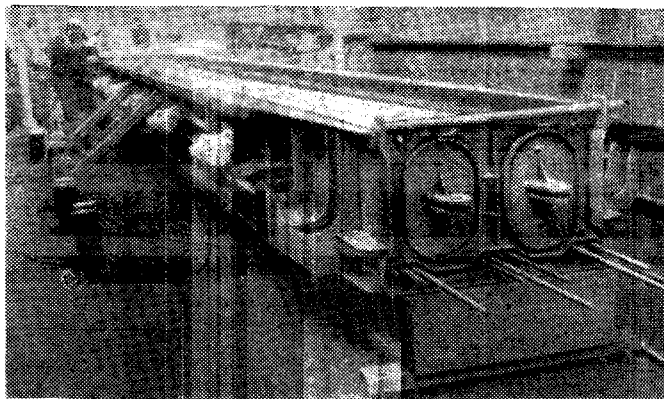


Рис. 2. Общий вид опалубки с установленными пустотообразователями

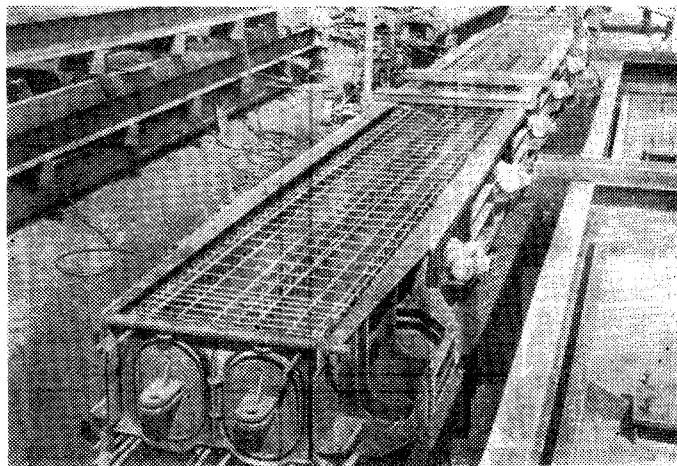


Рис. 3. Оснастка в сборе со смонтированным арматурным каркасом

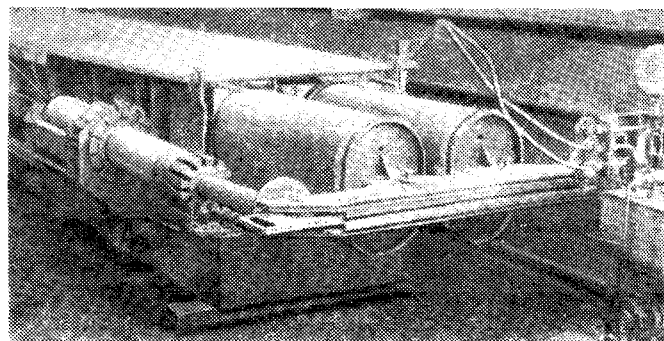


Рис. 4. Извлечение пустотообразователей домкратами после бетонирования

Значительные преимущества дает изготовление пустотных плит в коротком стационарном стенде, рассчитанном на длину одной плиты. В таких стендах пустотообразователи можно извлекать из свежесделанного бетона сначала на 20—30 см с помощью домкратов, вслед за этим на полную длину с помощью лебедки.

При расположении нескольких таких стендов в ряд (рис. 1, б) удобно выполнять последующие операции, например на одном стенде смазывать опалубочную форму и укладывать нижнюю ненапрягаемую арматуру, на другом натягивать арматуру и вставлять пустотообразователи в опалубку, на третьем укладывать вертикальную и верхнюю ненапрягаемую арматуру, на четвертом — бетонировать плиту и извлекать пуансоны, на пятом пропаривать изделия и т. д.

На Артемовском ремонтно-механическом заводе Минавтошосдора УССР было изготовлено несколько таких комплектов оснастки для изготовления плит длиной 12 м.

Опалубочная форма состоит из поддона и двух боковых щитов, шарнирно к нему прикрепленных; двух торцовых щитов с отверстиями для пуансонов и напрягаемой арматуры; четырех овальных пустотообразователей; распорок, препятствующих выпучиванию щитов. По концам боковых щитов устроены специальные ниши — упоры, в которые устанавливают домкраты для выдергивания пуансонов из бетона. В рабочем положении домкраты упираются с одной стороны в эти ниши, а с другой — в специальные траверсы, которые шарнирно соединяют с захватными петлями, находящимися на внешних концах пустотообразователей. Внутренние концы последних подвешивают к распоркам специальными болтами, регулирующими их в проектное положение. Для уплотнения бетона понизу поддона каждой формы установлено по три, а на боковых щитах по шесть вибраторов.

При изготовлении мостовых конструкций с овальными отверстиями 325×475 мм пустотообразователи вследствие большой длины изделий предусмотрено извлекать в обе стороны от середины плиты. Увеличение в два раза размера пустот создает опасность обрушения свода из свежееуложенного бетона над отверстием, а извлечение пустотообразователей от середины к краям может вызвать появление трещин в средней части плиты. Поэтому с целью противодействия таким явлениям и для уменьшения тяговой силы извлечения пуансонов им придана небольшая коничность (до 0,005).

Изготовление плиты ведут в такой последовательности. На поддон укладывают нижнюю арматурную сетку. В отверстия торцовых щитов пропускают стержни напрягаемой арматуры. Затем вставляют пустотообразователи и закрепляют их внутренние концы болтами и поперечными распорками (рис. 2). После этого в отверстия щитов пропускают верхние стержни, укладывают вертикальные сетки ребер и горизонтальные сетки верхней полки. В ниши у торцов опалубки устанавливают домкраты, а захватные петли пуансонов соединяют болтовыми шарнирными вкладышами с траверсами (рис. 3).

Плиту бетонировали от одного торца к другому. Смесь с В:Ц:0,45 быстро уплотняли вибраторами, прикрепленными к опалубке.

Через 2 ч после начала бетонирования пустотообразователи извлекали (рис. 4), с одной стороны, при помощи домкратов на длину 30 см (усилие отрыва равнялось 10—13 т).

Дальнейшее извлечение пустотообразователей было приостановлено и возобновлено лишь на второй день через 15 ч. Усилия отрыва каждого пуансона равнялись уже 13—15 т, что свидетельствует о повторном сцеплении пустотообразователей с бетоном. Этот факт указывает на неудобство частичного выдергивания пустотообразователей в протяжном стенде.

С другой стороны, опалубки пуансоны извлекли через 3 ч после бетонирования. Усилия отрыва находились в тех же пределах. Дальнейшее извлечение пуансонов тяговой силой автомобиля ГАЗ-253 осуществлялось без каких-либо затруднений.

После извлечения пустотообразователей отверстия в плите имели гладкую поверхность без раковин и трещин. Обрушения сводов над пустотами, несмотря на применение пластичного бетона, не наблюдались. При раскрытии боковых щитов плита (рис. 5) имела хороший внешний вид без каких-либо трещин на боковых гранях.

Сборный стенд для изготовления пустотных плит был установлен на Коростеньском заводе треста Укравоттрансстрой.

Как показал опыт изготовления пустотных плит, производительность одного стенда составляет не менее двух изделий в неделю (при односменной работе).

При изготовлении плит в коротких стендах прядевая и в особенности проволоочная арматура неэкономичны в связи с большими потерями металла в промежутках между плитой и анкерными устройствами. Кроме того, большое количество арматурных элементов и небольшое расстояние между ними затрудняют установку домкратов и анкерных закреплений арматуры. Выгоднее применить меньшее количество более мощных арматурных элементов.

Практика обширного опытного строительства мостов со стержневой напрягаемой арматурой на Украине дает основание для ее применения и в пустотных плитах. Возможность использования инвентарных захватов для натяжения стержневой арматуры сокращает вынужденные потери металла до 3—4% вместо 12—13% при армировании проволоками, как это принято в проекте унифицированных плит. В связи с этим в плитах, изготавливаемых на Коростеньском заводе железобетонных конструкций, для армирования применяют стержни диаметром 22 или 25 мм из стали марки 35ГС.

бетонных конструкций, для армирования применяют стержни диаметром 22 или 25 мм из стали марки 35ГС.

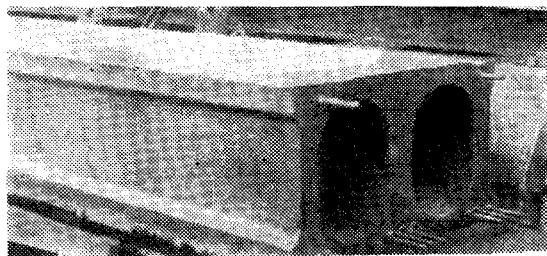


Рис. 5. Пустотная плита длиной 12 м после распалубки

В заключение следует подчеркнуть, что технология изготовления плит с большими пустотами в стационарных коротких стендах заслуживает широкого распространения не только из-за простоты изготовления элементов, но и сравнительно небольших затрат на оборудование стендов.

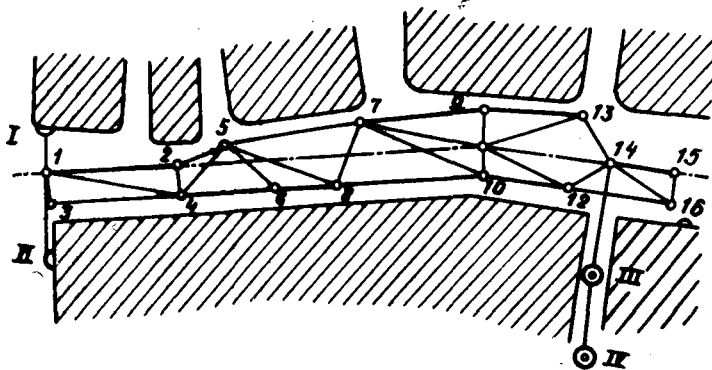
УДК 624.3.001.2

Геодезические работы при строительстве эстакады

В. С. ГРИНЬ, Г. С. НАУМОВ

На Самотечной площади Москвы сооружена эстакада протяженностью 700 м. Проектировщики удачно использовали значительное понижение рельефа по Садовому кольцу в этом месте для назначения эстакады при решении транспортной развязки в двух уровнях.

Координаты оси эстакады, заданные Главным архитектурно-планировочным управлением, вынесены от пунктов городской полигонометрии (I, II, III, IV на рисунке). Однако геодезическая опора могла удовлетворить только требованиям ориентировки эстакады. Для создания более «жесткой» основы, требующейся для детальной разбивки опор и производства других работ необходимо построить сеть специального назначения по программе, разрабатываемой для каждого отдельного случая¹. Основным требованием при этом является не абсолютная точность определения положения этих точек относительно существующей геодезической основы, а их взаимное расположение в пределах отдельного комплекса². При построении таких сетей необходимо знать точность построения,



Сеть микротриангуляции при разбивке эстакады:
I—IV — пункты городской полигонометрии;
1—16 — точки триангуляции

¹ Инструкция по топографо-геодезическим работам поселкового и промышленного строительства. СН-212. М., 1962.

² К. А. Звонарев. Снижение трудоемкости маркшейдерских триангуляций. М., Углетехиздат, 1957.

определить форму сети, выбрать способ детальной разбивки сооружения.

Нормами СНиП III-Д.2-62 для геодезических работ при строительстве эстакады в городских условиях предусмотрена точность измерения базисов длиной до 200 м не менее 1/10000. Исходя из стесненных условий строительства эстакады (ограниченная видимость, интенсивное движение), была запроектирована сеть микротриангуляции (представленная на рисунке). Опорные точки расположены по оси эстакады по отстоящей от нее на 30 м параллельной дублирующей оси (3—10—16). Кроме того, намечены дополнительные опорные точки, с которых можно вести детальную разбивку. Эти точки необходимы также и для получения выгодного рисунка сети в целях меньшего накопления ошибки и возможности уравнивания всей сети.

Всего измерено шесть базисных сторон (1—2, 4—6—8, 7—9—13, 14—15) при помощи базисного прибора Б-3 с относительной ошибкой 1/43000. Нужно отметить, что сравнительно большое число базисов для сети, состоящей из 15 треугольников, вызвано большой ошибкой (в некоторых треугольниках доходила до 62 единиц шестого знака логарифма, что вызывало смещение точки на 6 мм) геометрической связи.

Углы в сети микротриангуляции измеряли односторонним теодолитом Т-40. Уравнивание сети проводили по упрощенным схемам, т. е. поправки вводили только в измеренные углы. По измеренным базисам и уравненным углам вычисляли координаты всех опорных пунктов. Точность определения сторон сети получена не ниже 1/15000.

При выборе способа детальной разбивки опор учитывалась возможность промеров от опорных точек, вынесенных на тангенсы, а также небольшие отклонения кривой от тангенса. Параметры для разбивки рассчитывали аналитически по формулам для случая разбивки опор кривой от тангенсов. При этом, чтобы получить параметры с необходимой точностью, которая согласно требованиям СНиПа лежит в пределах ± 3 —5 мм, расчеты проводили по восьмизначным тригонометрическим таблицам на автоматической вычислительной машине.

Для разбивки центров опор на местности использовали стальную компарированную рулетку, обеспечивающую точность не выше 1/5000. Так как расстояние от тангенсов до центров опор по кривой находилось в пределах от 1 до 9 м, необходимая точность отложения угла обеспечена применением теодолита ТТ-5. При средней квадратичной ошибке отложения угла, не превышающей $\pm 20''$, смещение точки на расстояние до 15 м будет не более $\pm 1,5$ мм.

Применение способа разбивки от тангенса упрощает работы, так как с точки, отложенной на нем, можно получить центр опоры и наметить продольную ось, что способствует повышению точности работ и сокращает время процесса разбивки.

При геодезических работах разбивка эстакад способом микротриангуляции ошибка в определении сторон не должна превышать 1/10000. Необходимо обеспечить высокую точность линейных измерений при меньших затратах, для чего нужно внедрять короткобазисный метод и использовать малогабаритные электрооптические дальномеры, что позволяет построить более рациональные сети, упрощающие линейные и угловые измерения.

Детальную разбивку проще выполнять с точек, вынесенных на тангенсы, что подтверждено результатами исполнительной съемки опор эстакады — по полученным отклонениям средняя предельная ошибка в положении опор равна ± 12 мм.

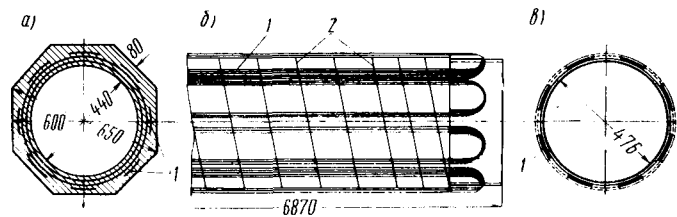


Рис. 1. Центрифугированный стержень:

а — поперечное сечение; б — арматура стержня; в — то же; 1 — пучки арматуры; 2 — спиральная арматура с шагом 150 мм;

Унификация сквозных ферм мостов

Канд. техн. наук А. ДРОНОВ

На кафедре «Строительных конструкций и мостов» КАДИ с 1956 г. разрабатываются новые конструкции железобетонных автодорожных и городских мостов со сквозными фермами¹. Уже составлены две серии проектов: первая — для пролетов от 40 до 80 м с применением цельноперевозимых ферм или длинномерных блоков ферм длиной до 40 м, высотой 3,6 м и вторая — для пролетов от 60 до 140 м с фермами, собираемыми из линейных центрифугированных элементов. Конструкции мостовых ферм унифицированы, что позволяет организовать их поточное изготовление при соблюдении высокой точности размеров.

Детально разработаны проекты разрезных и неразрезных пролетных строений под нагрузкой Н-30 и НК-80 длиной 42, 63 и 84 м (при различном сочетании длин пролетов мостового перехода) для габаритов проезда Г-7, Г-8, Г-9 с тротуарами по 1—1,5 м.

В основу унификации положены два вида изделий.

Первое изделие — центрифугированный полый бетонный стержень, армируемый по методу ЦНИИСа или высокопрочной проволокой, непрерывно навитой на зубья металлических патрубков (на концах стержня) и спиралью (рис. 1). Патрубки оголовков отливают или штампуют из стали или сваривают из калиброванных стальных труб. Продольную проволоку натягивают гидравлическим домкратом с помощью захватов, укрепляемых за патрубки оголовков, с последующей передачей усилия натяжения на металлическую форму.

Второе изделие — узел фермы — изготавливают в двух вариантах: из железобетона с жесткой арматурой из перфорированных металлических труб одного диаметра с патрубками оголовков стержней (рис. 2) и предварительно напряженного железобетона с теми же опалубочными размерами, но с закладными определенно направленными металлическими патрубками. Стержни с узлами ферм соединяют или с помощью закладных патрубков «в стык» электросваркой при сборке на подмостях, или фрикционными болтами при монтаже «в навес», для чего патрубки снабжены фланцами. Узлы ферм изготавливают в жестких металлических полуформах и бетонируют с торца форм с применением вибраторов.

При опытным изготовлении железнодорожных ферм пролетом 56,2 м точность «сухих» стыков и проектная длина элементов достигнута благодаря предварительному монтажу центрифугированных элементов на сборочной площадке.

Для конструкций ферм автодорожных мостов КАДИ со сварными стыками производят контрольную проверку и прирезку стыкуемых патрубков на площадке-кондукторе типа ЦНИИС (по 2—3 панели). В фермах же со стыками на фрикционных болтах закладные патрубки сборные. Они состоят из патрубка-стержня и отдельного более короткого патрубка с фланцем, соединяемого (на временных болтах) с одноименным фланцем узла фермы. При контрольной проверке точности длины стержней фермы на площадке-кондукторе производится прирезка, сварка обеих частей закладного патрубка и отсоединение его от фланца узла.

Оба заводских изделия и металлические стыки в отличие от конструкции ферм ЦНИИС проектируют с расчетом их полной готовности к монтажу и восприятию полной нагрузки немедленно после сварки стыков или сбалчивания фланцев (одностадийный принцип изготовления ферм). При этом монтаж аналогичен сборке металлических ферм и отличается лишь несколько большим весом монтажных элементов.

Расчетная высота ферм первой серии для всех пролетов одинакова и равна 3 м. В пролетном строении длиной 63 м

¹ См. статью автора в журнале «Автомобильные дороги», 1961, № 11.

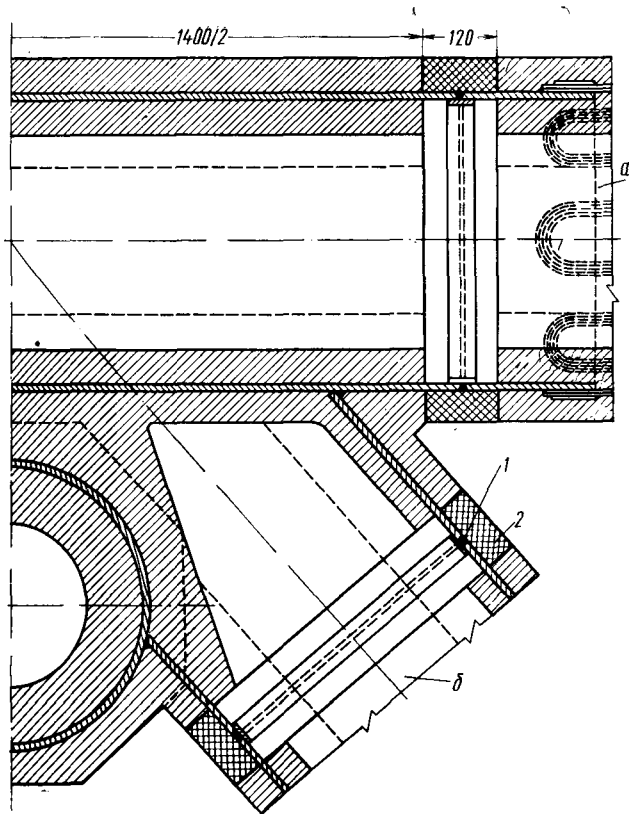


Рис. 2. Сечения верхнего узла фермы в сборе:
а — элемент пояса; б — раскос;
1 — сварной шов; 2 — бетон омоноличивания

при Г-9 с тротуарами по 1,5 м (проект инж. А. А. Кравца) центрифугированные элементы фермы в поперечнике имеют вид пустотелого восьмигранника, вписывающегося в окружность диаметром 650 мм с толщиной стенок 80 мм, а в наиболее напряженных элементах нижнего пояса — 160 мм.

Особенностью геометрии конструкции является эксцентричное присоединение раскосов к поясам ферм. Благодаря эксцентриситету ($e=200$ мм) удалось увеличить расстояние между узлами до 9 м в ферме пролетом 63 м и до 7 м при пролете 42 м ($e=500$ мм), а также унифицировать для ферм таких пролетов величину угла наклона раскосов к горизонту ($\alpha=30^\circ$). Расчетами установлено полезное влияние эксцентриситета на распределение усилий в разрезных фермах.

Поперечное сечение верхнего пояса ферм состоит из трех центрифугированных стержней-восьмигранников, благодаря чему оно имеет форму тавра. По сближенным стержням-восьмигранникам верхнего пояса ферм устраивают настил проезжей части.

По сравнению со сплошными железобетонными балками решетчатые фермы из центрифугированных элементов экономичнее по расходу бетона на 30% и в два раза легче. Преимущество по сравнению со стальными балками, объединенными с железобетонной плитой, заключается в замене низколегированной стали центрифугированным железобетоном по экономически выгодному эквиваленту: 1 т металла — 3 м³ железобетона.

Вторая серия проектов разработана для мостов через реки I—II классов с пролетами 63, 84, 126 и 144 м.

На рис. 3 показано поперечное сечение виадука с двумя фермами длиной 63+84+63 м с ездой поверху. Особенностью конструкции является совместная работа настила проезжей части с фермами, для чего центрифугированные стержни-восьмигранники одной высоты с поясами ферм уложены в одной плоскости с ними (проект инженеров В. М. Гольдштейна и С. Б. Сигал).

Над промежуточными опорами в этих случаях целесообразно устроить вуты также из центрифугированных элементов на протяжении 2—3 панелей ферм с высотой над опорами, в два раза большей, чем в пролете.

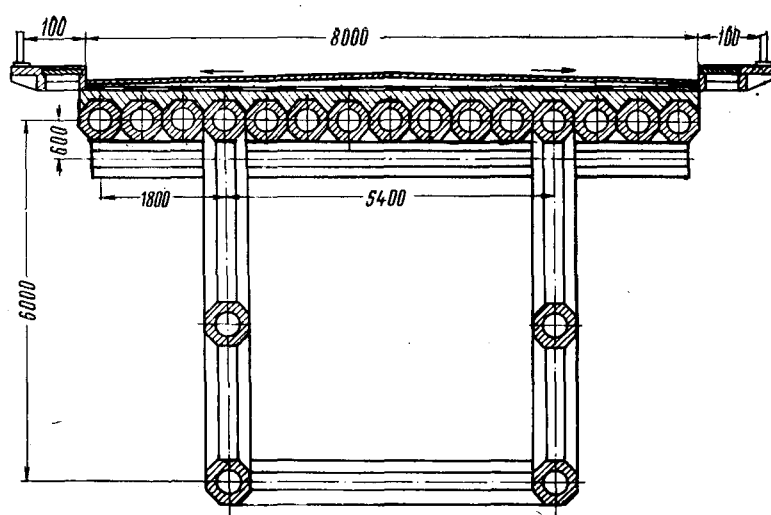


Рис. 3. Поперечное сечение виадука

Используя большую, благодаря вутам, высоту ферм над опорами, вдвое превосходящую высоту ферм в пролете, можно осуществить перераспределение усилий в элементах ферм с помощью приложения домкратной силы к нижним поясам ферм над промежуточными опорами, направленной вверх. Система конструкций ферм допускает сборку пролетного строения навесным или полунавесным способом. В случае применения в узловых соединениях сварных стыков, собираемых с помощью инвентарных муфт с прорезями, монтаж можно осуществлять при помощи вспомогательных промежуточных опор во всех пролетах.

Проведенные подсчеты показывают, что для систем с фермами из центрифугированных элементов требуется на 35% меньше металла, чем для лучших отечественных систем с рамно-подвесными сквозными фермами. Сравнение же с металлическими фермами с ездой поверху показывает, что для замены 1 т стали требуется центрифугированного железобетона всего лишь 1,5 м³, что, как очевидно, экономически выгодно.

Конструкции автодорожных мостов с фермами из центрифугированного железобетона, монтируемыми из готовых заводских изделий, обеспечивают пропуск нагрузок после сварки или сбаличивания металлических стыковых соединений. Они экономичны по расходу материалов, обеспечивают индустриальность изготовления элементов и их быстрый монтаж на месте строительства.

УДК 624.21.021.15.001.1

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ УСТОЕВ КОНСОЛЬНОГО ТИПА

А. М. РЯБУХО

Плитные железобетонные мостовые устои консольного типа таврового или уголкового сечения требуют трудоемких расчетов для определения целесообразных размеров вертикальных и фундаментных плит и развития консолей последних.

Аналитического решения такой задачи нет. Обычно размеры мостовых устоев подбирают методом последовательных приближений, проверяя напряженное состояние элементов с заранее заданными размерами. Это вызывает известные затруднения при расчете, так как в случае тонкостенных железобетонных конструкций необходимо учитывать не только передачу заданных расчетных давлений на грунт основания, но и требуемую прочность и устойчивость сооружения в целом и отдельных его частей.

Решение задачи усложняется и тем, что при требуемом коэффициенте запаса устойчивости устоя при скольжении и расчетных сопротивлениях грунта основания размеры фундаментной плиты и ее консолей изменяются в зависимости от характера загрузки сооружения постоянными и временными

горизонтальными и вертикальными нагрузками. Это приводит к определению таких размеров, которые обеспечивали бы надежную работу устоя при любом сочетании нагрузок.

Вместе с тем работа мостовых устоев почти аналогична работе подпорных стен под нагрузкой и отличается главным образом восприятием устоем и его основанием опорного давления от собственного веса пролетного строения и временной нагрузки.

Передача на устой тормозных сил только несколько увеличивает суммарную горизонтальную нагрузку и опрокидывающий момент, но не изменяет характера работы устоя как подпорной стены. Поэтому в основу аналитического расчета устоев можно положить принципы и методику, изложенные нами в монографии «Проектирование консольных железобетонных и обыкновенных массивных подпорных стен» (М., Коммунистиздат, 1953).

Имея в виду, что в большинстве случаев береговые опоры (устои) устраиваются с неглубокими заложениями фундаментов, на работе которых не сказывается гидростатическое давление воды, расчетные зависимости для определения размеров фундаментных плит устоев и развития их консолей выводятся нами для общего случая, т. е. для устоя, поддерживающего насыпь с горизонтальным очертанием верха, согласно схеме, приведенной на рисунке.

При выводе расчетных формул приняты следующие обозначения:

- H — высота насыпи над поверхностью земли, м;
- h_1 — глубина заложения фундамента, м;
- g — временная равномерно распределенная нагрузка, Т/м²;
- γ_p — расчетный объемный вес грунта насыпи по СН 200-62, принятый при определении горизонтального давления на тыльную поверхность устоя, т/м³;
- $h_0 = \frac{g}{\gamma_p}$ — высота временной равномерно распределенной нагрузки над устоем, приведенной к весу насыпи, м;
- $\gamma = \mu \gamma_p$ — фиктивный объемный вес грунта насыпи, т/м³;
- $\mu = 1,07$ — коэффициент, учитывающий влияние веса железобетонной конструкции устоя;
- $\sigma_{\max} = R$ — расчетное сопротивление грунта под подошвой фундаментной плиты, Т/м²;
- $p = \gamma H$ — фиктивное вертикальное давление от веса грунта над фундаментной плитой, Т/м²;
- E — суммарная горизонтальная нагрузка, зависящая от характера загрузки призмы обрушения, устоя и пролетного строения постоянными и временными нагрузками, Т;
- M_0 — опрокидывающий момент от действия на устой горизонтальных нагрузок, Тм;
- R_0 — опорное давление от пролетных строений, Т;
- a — расстояние от оси приложения опорного давления до передней грани вертикальной стенки, м;
- f — коэффициент трения подошвы фундамента по подстилающему грунту;
- l — длина фундаментной плиты, м;
- K — вылет передней консоли, м;
- $\zeta = \frac{K}{l}$ — отношение длины передней консоли к длине фундаментной плиты.

По аналогии с выводами расчетных формул для определения размеров фундаментных плит подпорных стен принимаем:

$$\frac{h_1}{H} = \beta, \quad \frac{h_0}{H} = \delta, \quad c = 1 + \beta + \delta$$

$$\text{и } t = 1 + \delta.$$

Заменяя вертикальное давление от веса грунта и собственного веса железобетонной конструкции фиктивной нагрузкой p , действующей на подошву фундамента, получим вертикальную нагрузку (см. рисунок):

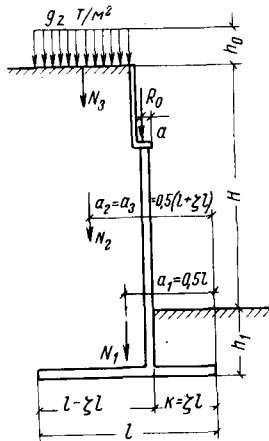


Схема и расчету фундаментных плит железобетонных устоев

$$\Sigma N = pl(c - \zeta t) + R_0 \quad (1)$$

и момент, удерживающий устой от опрокидывания,

$$M_y = 0,5 pl^2(c - \zeta t) + R_0(a + \zeta l). \quad (2)$$

Наименьшую величину вертикальной нагрузки, обеспечивающей требуемый коэффициент запаса k , устойчивости устоя от скольжения его по основанию, найдем из зависимости:

$$k_1 = \frac{\Sigma N f}{E}, \quad \text{откуда, принимая } \frac{k_1}{f} = \alpha, \quad \text{получим:}$$

$$\Sigma N = \alpha E. \quad (3)$$

Длину фундаментной плиты l найдем из выражения (1), учитывая зависимость (3):

$$l = \frac{\alpha E - R_0}{p(c - \zeta t)}. \quad (4)$$

Значение ζ , характеризующее развитие длины передней консоли K , определим или из условия использования расчетного давления на грунт $\sigma_{\max} = R$ под крайней гранью передней консоли, или из условия минимального сжимающего усилия под задней консолью σ_{\min} , т. е.

$$\sigma_{\max} = \frac{4 \Sigma N}{l} + \frac{6 M_0}{l^2} - \frac{6 M_y}{l^2}, \quad (5)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{6 M_y}{l^2} - \frac{6 M_0}{l^2} - \frac{2 \Sigma N}{l}. \quad (6)$$

Величины горизонтальной нагрузки E и опрокидывающего момента M_0 определяются по формулам теории сыпучих тел и нормам СН 200-62, а поэтому, подставляя в зависимости (5) и (6) значения ΣM из формулы (1), M_y из (2) и l из (4), получим уравнение вида:

$$A \zeta^2 - B \zeta + C = 0, \quad (7)$$

решая которое, и найдем значение ζ , характеризующее отношение длины передней консоли K к полной длине фундаментной плиты l .

При использовании расчетного сопротивления грунта $\sigma_{\max} = R$ под передней гранью консоли K коэффициенты при ζ^2 , ζ и свободный член будут равны:

$$A = pt(3 + n) + p^2 t^2 (\Delta - m),$$

$$B = pt(4 + y) + npc + 2p^2 ct (\Delta - m),$$

$$C = pc(1 + y) + p^2 c^2 (\Delta - m) - \sigma_{\max},$$

где

$$y = \frac{4R_0}{\alpha E - R_0}; \quad \Delta = \frac{6M_0}{(\alpha E - R_0)^2};$$

$$n = \frac{6R_0}{\alpha E - R_0}; \quad m = \frac{6R_0 a}{(\alpha E - R_0)^2}.$$

Решая уравнение (7), найдем значение ζ , соответствующее фиктивной массе устоя, в которой не отражено фактическое распределение грунта и железобетона по длине фундаментной плиты, а поэтому расчетная величина отношения длины передней консоли к общей длине фундаментной плиты будет равна:

$$\zeta_1 = \mu \zeta.$$

Зная ζ_1 , полную длину фундаментной плиты определим по формуле (4), а давление на грунт под задней гранью основания устоя найдем из зависимости:

$$\sigma_{\min} = 3p(c - \zeta_1^2 t) - 2p(c - \zeta_1 t) + \frac{R_0}{l}(6\zeta_1 - 2) - \frac{6}{l^2}(M_0 - R_0 a). \quad (8)$$

В случае если невозможно достичь расчетного сопротивления грунта под передней гранью фундаментной плиты, а также если нельзя допустить растягивающих напряжений под задней гранью фундамента, отношение ζ определяют решением уравнения (6) после приведения его к виду уравнения (7) при заданном значении минимального давления на грунт σ_{\min} .

В последнем случае коэффициент A при ξ^2 будет таким же, как при использовании σ_{\max} , а B и C будут равны:

$$B = pt(2 + 0,5y) + npc + 2p^2ct(\Delta - m),$$

$$C = -pc(1 + 0,5y) + p^2c^2(\Delta - m) + \sigma_{\min}.$$

Найденному значению развития передней консоли ξ и l при заданном давлении на грунт под задней гранью фундаментной плиты будет соответствовать давление под передней гранью фундамента:

$$\sigma'_{\max} = 4p(c - \xi_1 t) - 3p(c - \xi_1^2 t) +$$

$$+ \frac{R_0}{l}(4 - 6\xi_1) + \frac{6}{l^2}(M_0 - R_0 a). \quad (9)$$

Устойчивость устоя при сдвиге и опрокидывании (при σ_{\max} или при σ_{\min}) для определенных размеров фундаментной плиты проверяют по указаниям СН 200-62, но оценку запаса устойчивости устоя против опрокидывания с достаточной точностью можно получить при найденных значениях M_0 и M_y , определенных по формуле (2).

Таким же путем можно рассчитать размеры массивных бетонных и каменных полуобсыпных устоев. В последнем случае фиктивная нагрузка определяется по объемному весу кладки с введением поправочного коэффициента $\mu' = 0,9$, учитывающего заполнение лазух грунтом.

Изложенный метод позволяет аналитическим путем определить размеры фундаментов и развития консолей, соответствующие определенному сочетанию постоянных и временных нагрузок при монтаже пролетных строений и эксплуатации моста.

Окончательные размеры передней и задней консолей фундамента принимаются близкими к наибольшим величинам, найденным при всех возможных случаях загрузки устоя.

УДК 624.21.09.001.24

Расчет сварных балок сталежелезобетонных мостов с учетом местных искривлений стенки

Инж. В. М. ЗАМАХАЕВ

Постановка задачи. В сварных балках мостов всегда наблюдаются искажения проектных форм, являющиеся неизбежным результатом процесса сварки.

К числу таких искажений относятся местные искривления стенки, обычно возникающие в пределах отсека, ограниченного поясами и соседними ребрами жесткости. Эти искривления могут усугубляться дефектами формы листового проката, ударами в процессе транспортирования и монтажа и в итоге достигать величин, иногда превосходящих существующие нормативные допуски. Наличие таких искривлений в конструкции часто вызывает известные сомнения. Однако в практике эксплуатации и испытания мостов не зафиксировано случаев потери или снижения несущей способности балок в подобных случаях. С целью изучения этого явления на кафедре «Мосты» МАДИ были проведены теоретические исследования работы балки, имеющей существенное искривление стенки в пределах отсека.

Особенности общего решения. Расчетная схема задачи предполагает в общем случае одновременное действие момента, поперечной и нормальной сил, а также местного давления временной нагрузки на длине отсека стенки в балке с вертикальными ребрами. Отсек рассматривается как гибкая прямоугольная пластинка с начальным искривлением и плоским жестким контуром.

Пластинку рассчитывали вариационным методом с использованием аппарата нелинейной теории оболочек малой кривизны подобно тому, как это было предложено доктором техн. наук Б. М. Броуде в работе «Предельные состояния стальных балок» (1953 г.) для случая равномерного сжатия пластинки по двум сторонам.

Усложнение расчетной схемы по сравнению с упомянутой работой потребовало введения в функцию напряжений наряду

с членами бигармонического полинома, тригонометрических и гипербола-тригонометрических бесконечных рядов. Для определения постоянных функции напряжений были использованы статические условия в сечениях балки, условия взаимодействия стенки с поясами и условия деформации контура. Нормальные и касательные напряжения в конструкции определяли как вторые производные функции напряжений.

Расчет конкретного пролетного строения. Из-за большого объема вычислений и, в частности, необходимости решения системы уравнений третьей степени широкое использование результатов решения затруднительно без применения ЭВМ.

При подготовке к составлению программы для ЭВМ выполнен расчет с использованием размеров конструкции и геометрических характеристик сталежелезобетонного автодорожного пролетного строения ($l_p = 42,5$ м), представленных на рис. 1.

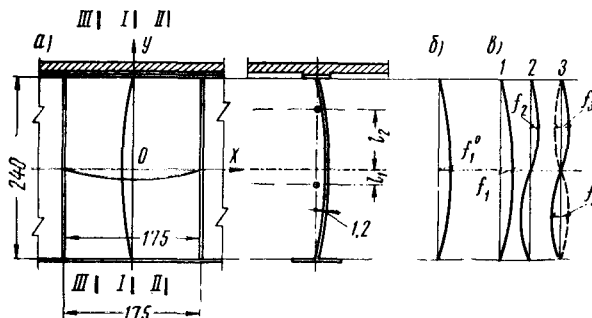


Рис. 1. Расчетная схема:
а — конструкция балки; б — задаваемое очертание начального искривления стенки; в — предполагаемые дополнительные искривления стенки;
1 — одна полуовал в обоих направлениях (по сечению I—I); 2 — две полуовала в вертикальном и одна в горизонтальном направлениях (по I—I); 3 — две полуовала в обоих направлениях (сплошная линия по II—II; пунктирная — по III—III)

Ось исследованной панели находится на расстоянии 8,125 м от левой опоры и на 34,375 м от правой. Высота стенки — 240 см, толщина — 1,2 см, ширина отсека — 1,75 м. Сечение верхнего пояса — 42 см², нижнего — 120 см², приведенное к стали сечение плиты составляет 805 см². Расчетный момент на первой стадии работы — 340 Тм, на второй — 875 Тм. Расчетная поперечная сила по стадиям — 40 и 82 Т.

В соответствии с требованиями вариационных методов форма начального и дополнительного искривлений задавалась заранее в виде тригонометрической функции двух переменных. При этом приближенное выражение дополнительного искривления включало три независимые вариации с линейными параметрами f_1 , f_2 и f_3 (рис. 1, б, в), что дало возможность решать систему уравнений третьей степени приближенным графо-аналитическим способом.

Расчет на обеих стадиях работы балки проводили по одной методике, но с соответствующим изменением геометрических характеристик сечения, действующих усилий и значения начального искривления. Величина искривления для второй стадии определялась как сумма начального и дополнительного искривления на первой стадии (до включения в работу плиты). Были рассмотрены два случая закрепления стенки у поясов: жесткое опирание и полная заделка.

Особенности нарастания искривления стенки. На первой стадии загрузки балки (до включения в работу железобетонной плиты) отсек стенки находится в условиях внецентренного сжатия (рис. 2, а).

В этом случае все параметры дополнительного искривления получаются положительными, очертание его в сечении по оси балки показано на рис. 2, в. На второй стадии, после включения в работу плиты проезжей части и перемещения нейтральной оси вверх (рис. 1, а), стенка при загрузке балки испытывает внецентренное растяжение. Дополнительное искривление на этой стадии характеризуется отрицательными значениями параметра f_1 (рис. 2, в), т. е. уменьшением суммарной стрелки в центре отсека. Как показал произведенный расчет, при существенном начальном искривлении это уменьшение стрелки f_1 может даже превысить ее нарастание на первой стадии.

Как видно из графика рис. 2, д, дополнительное искривление в случае заделки стенки в поясах получается значительно меньшим по сравнению с условиями жесткого опирания, особенно при малых начальных искривлениях. В частности, расчет показал, что в исследованной панели на первой стадии работы балки местная устойчивость может быть обеспечена только при учете заделки стенки в поясах.

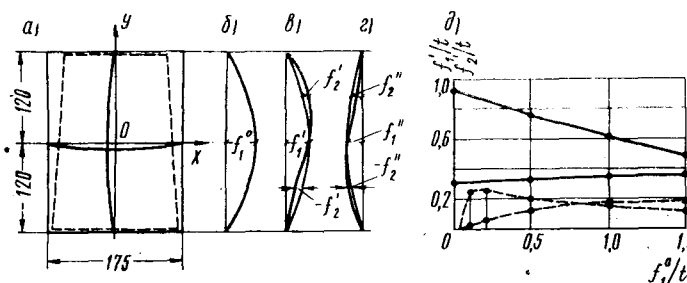


Рис. 2. Нарастание искривления стенки: а — схема деформации контура отсека стенки; б — начальное искривление стенки на оси отсека; в — дополнительное искривление на первой стадии загрузки балки; г — то же, на второй стадии; д — зависимость линейных параметров дополнительного искривления на первой стадии от степени начального искривления (сплошная линия — жесткое опирание стенки на пояса, пунктирная — заделка); 1 — изменение величины f_1/t ; 2 — то же, f_2/t

Значения стрелки f_3 в исследованной панели оказались небольшими. На первой стадии работы они не достигают 10% толщины стенки, а на второй — находятся в пределах точности вычислений.

Дополнительные напряжения. Расчет показал, что наличие начального искривления стенки является причиной возникновения дополнительных напряжений в конструкции и, в частности, в поперечных сечениях балки.

В осевом сечении исследованной панели на первой стадии работы более существенным оказалось перенапряжение верхнего пояса. Так, при $f_1^0 = 1,8$ см (1,5 т) и при условии полной заделки стенки в поясах оно составило 90 кГ/см² (рис. 3, а).

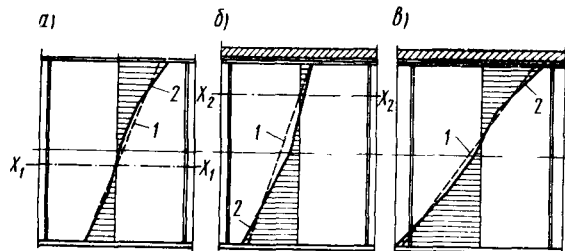


Рис. 3. Распределение нормальных напряжений в вертикальных сечениях балки: а — первая стадия работы балки; б — вторая стадия; в — суммарная эпюра σ при плоской стенке (1) и при f_1/t (2)

На второй стадии работы балки (рис. 3, б) при тех же условиях наблюдается перенапряжение обоих поясов. В результате двух стадий загрузок балки эпюры нормальных напряжений получают очертание, приведенное на рис. 3, в.

В сечениях по краям отсека эпюры дополнительных нормальных напряжений имеют примерно такое же очертание, но с ординатами, меньшими на 10—15%.

Для грубой оценки несущей способности стенки могут быть построены эпюры максимальных напряжений с учетом краевых напряжений на поверхности стенки. Рассмотрение таких эпюр в осевом сечении исследованной панели показало отсутствие опасных перенапряжений в стенке, за исключением зоны, примыкающей непосредственно к нижнему поясу.

Эпюра дополнительных нормальных напряжений в горизонтальных сечениях отсека имеет вид косинусоиды. На первой стадии работы балки в стенке возникают растягивающие напряжения величиной 50—100 кГ/см², а на второй стадии — не-

значительные сжимающие напряжения. В ребрах жесткости на первой стадии величина дополнительных сжимающих напряжений составляет 100—150 кГ/см².

Дополнительные касательные напряжения достигают наибольших значений у поясов на первой стадии работы и составляют в четвертях длины отсека около 50—70 кГ/см².

Увеличение деформативности конструкции. Перенапряжение поясов можно рассматривать как результат некоторого уменьшения характеристик осевой и изгибной жесткости балки.

Зная средние по панели напряжения в поясах, можно определить уменьшающие поправочные коэффициенты K_0 и K_n к расчетным значениям площади сечения и момента инерции балки при данном начальном искривлении ее стенки и данной нагрузке.

Определение величин K_0 и K_n в рассматриваемом примере показало, что с увеличением начального искривления они уменьшаются, но по затухающей кривой.

Влияние начального искривления сказывается более существенно на осевой деформативности балки. В частности, при $f_1^0 = 1,2$ см и при условии заделки стенки в поясах значение K_0 на первой стадии равно 0,85, а на второй — 0,98. Значения K_n соответственно составляют 0,98 и 0,99. Уменьшение степени заделки существенно снижает величины этих коэффициентов.

Следует отметить, что при отсутствии нормальной силы в балке увеличение осевой деформативности означает лишь некоторое дополнительное укорочение балки и не сказывается на ее несущей способности.

Сравнительные расчеты. В целях возможного упрощения вычислений был проделан ряд параллельных сравнительных расчетов применительно к условиям рассмотренного примера.

В частности, сравнение результатов показало, что при определении параметров дополнительного искривления можно не учитывать дополнительные касательные напряжения между стенкой и поясами, а также влияние ребер жесткости (в случае неопорных ребер). В то же время рассмотрение стенки как отдельной пластинки увеличивает значения параметров дополнительного искривления на 10—15%.

Местное давление временной нагрузки Н-30 вызывает некоторое дополнительное уменьшение стрелки f_1 на второй стадии и более существенное возрастание стрелки f_2 с увеличением начального искривления. Результатом может быть некоторый рост краевых напряжений в верхней четверти высоты стенки.

Сравнение результатов расчета при различной ширине отсека выявило сложную зависимость дополнительного искривления и дополнительных напряжений от формы отсека, различную для условий заделки и опирания.

Заключение. При проектировании и проверочных расчетах сварных балок мостов необходимо учитывать особенности их работы, связанные с наличием искривлений стенки, появившихся в процессе сварки, а также при транспортировании и монтаже балок.

Разработанная методика дает возможность учесть влияние искривлений стенки на напряженное состояние и деформации балки с вертикальными ребрами жесткости. Для расчета необходимо знать действующие усилия, размеры конструкции и очертание начального искривления в панели.

Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволяют сделать предварительный вывод, что допускаемые нормами начальные искривления стенки балок сварных мостов, как правило, не представляя опасности для несущей способности конструкции.

Однако влияние начальных искривлений стенки может существенно возрастать при недостаточной жесткости поясов на кручение. Это следует особо иметь в виду при расчете и монтаже сталежелезобетонных балок на первой стадии работы, когда более слабый пояс находится в сжатой зоне.

После выполнения многочисленных решений на ЭВМ должны быть получены данные, которые позволяют сформулировать более определенные практические рекомендации по размерам допускаемых начальных деформаций в сварных балках металлических автодорожных мостов, необходимые для уточнения существующих параметров.

Проектирование продольного профиля дороги на ЭЦВМ с учетом распределения земляных масс

Инж. М. П. МОЛОДЦОВ

Оптимальное положение проектной линии в плане и профиле определяется в настоящее время по минимуму экономического критерия приведенных годовых строительно-эксплуатационных затрат. Вследствие большой трудоемкости этих расчетов к ним прибегают лишь при определении основных условий проектирования: направления трассы, основной величины уклона и т. д. Применение ЭЦВМ для проектирования продольного профиля дорог значительно расширяет возможности вариантного проектирования.

Однако существующие методы также имеют и некоторые недостатки. В частности, стоимость возведения земляного полотна определяется по профильному объему, что может привести к ошибкам при выборе оптимального положения проектной линии, особенно в условиях холмистого рельефа, где выемки иногда составляют 30—40% от общего количества земляных работ. Кроме того, нельзя непосредственно в процессе проектирования определить влияние объема земляных работ на их стоимость и положение проектной линии профиля. Существующие методы распределения земляных масс как обычные, так и методы с применением ЭЦВМ, основаны на условии стабильности запроектированного профиля, который обычно не исправляется по результатам распределения земляных масс.

Чтобы избежать эти недостатки, необходимо несколько усовершенствовать методы сравнения вариантов продольного профиля, в результате чего можно было бы выявить непосредственно в процессе проектирования взаимное влияние положения проектной линии и величины объема земляных работ.

Предлагаемый упрощенный метод определения стоимости земляных работ непосредственно в процессе проектирования профиля на ЭЦВМ основан на использовании, так называемого, графика равностоимостных работ. График представляет собой геометрическое место точек равной стоимости работ как с применением продольного перемещения грунта (из насыпи), так и поперечного (из выемок в кавальеры или из резервов в насыпи). Он составляется на основе сравнения стоимости земляных работ при различных сочетаниях землеройных и транспортных машин.

Для расчета графика частично применена методика В. Б. Алексеева¹, в которой при определении расстояний перемещения грунта учитывается величина рабочих отметок насыпей (выемок) и затраты на устройство и ликвидацию съездов и въездов на земляное полотно.

Расстояние поперечного перемещения l_n определяется из выражения

$$l_n = s + l_c = \sqrt{\frac{v}{F} \left(\frac{L}{2} + \frac{p_2}{p_1} \right)},$$

где s — расстояние между съездами, м;

l_c — длина съезда (въезда), м;

v — объем работ по ликвидации съезда, м³;

F — площадь поперечного сечения земляного полотна, м²;

L — длина отсылаемого участка земляного полотна, м;

p_1 — стоимость перемещения 1 м³ грунта на расстояние 1 м, руб.;

p_2 — стоимость дополнительных работ по ликвидации съезда, руб.

¹ В. Б. Алексеев. К вопросу применения кривой объемов для распределения земляных масс, М., 1953.

Для каждой пары взаимосвязанных земляных массивов имеются также два сечения, для которых справедливо равенство

$$l_{\Sigma} = l_{nn} + l_{nv} + A_{\Phi},$$

где l_{Σ} — эквивалентное расстояние от точки проектной линии с нулевой отметкой до сечения массива, в котором стоимость возведения земляного полотна одинакова как при продольном перемещении грунта из выемки в насыпь, так и при поперечных способах работы, м;

l_{nn} — расстояние поперечного перемещения грунта из резерва в насыпь, м;

l_{nv} — то же, из выемок в кавальер, м;

A_{Φ} — фиктивное расстояние перемещения грунта, равновеликое по стоимости одному дополнительному набору и выгрузке грунта при поперечном перемещении (не- сложными расчетами определено — для бульдозеров $A_{\Phi}=5$ м, для скреперов $A_{\Phi}=70$ м), м.

В случае примерного подобию земляных массивов насыпи и выемки

$$l_{nn} \approx l_{nv} = l_n, \text{ тогда}$$

$$l_{\Sigma} = 2l_n + A_{\Phi}.$$

По этой формуле рассчитаны эквивалентные расстояния в метрах:

Рабочая отметка, м . . .	2	4	6	8	10	12	14	16
При разработке бульдозером	115	304	—	—	—	—	—	—
То же, скрепером	235	329	402	468	538	602	662	715
То же, с помощью автотовозки	—	—	—	—	—	650	870	1115

График равностоимостных работ, приведенный на рисунке, построен с учетом сравнения работы скреперов при продольном перемещении грунта с работой бульдозеров на поперечном перемещении для рабочих отметок $h \leq 2$ м и сравнения работы скреперов при поперечном перемещении с работой экскаватора и автомобилей-самосвалов при продольном перемещении грунта для $h > 12$ м.

Построенный график можно применить для определения оптимальной границы продольного перемещения грунта из выемок в соседние насыпи. Для этого график, вычерченный в масштабах продольного профиля дороги, накладывают на продольный профиль (см. рисунок) так, чтобы ось абсцисс совпала с проектной линией профиля, а начало координат было совмещено с нулевой отметкой (точкой перехода из выемки в насыпь). При этом граница продольного перемещения определится точкой пересечения O кривой графика равностоимостных работ с поверхностью земли. Эту операцию выполняют в обе стороны от точек нулевых отметок.

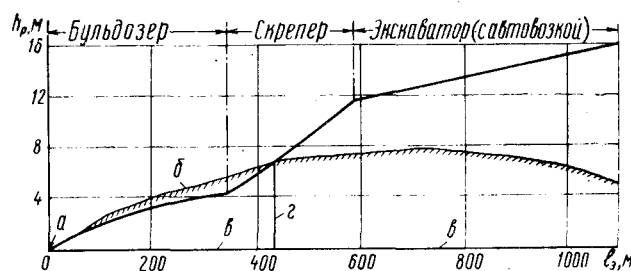


График равностоимостных работ для определения границы продольного перемещения грунта: a — нулевая точка продольного профиля; b — поверхность грунта (черная линия продольного профиля); v — проектная линия; z — оптимальная граница зоны продольного перемещения грунта с помощью скрепера

При аналитическом определении оптимальной границы рационального способа работ целесообразно объединить процессы проектирования профиля и определения объема земляных работ. Тогда предлагаемый способ может явиться составной частью общего метода проектирования продольного профиля на ЭЦВМ, разработанного Киевским автомобильно-дорожным институтом.

Алгоритм решения в части поставленной задачи по определению объема земляных работ состоит в последовательном

сравнении получаемых рабочих отметок с относительным превышением линии графика над осью абсцисс или над проектной линией. Равенство их значения определит границу продольного перемещения грунта. Объем работ подсчитывается непосредственно в процессе проектирования. Единичная стоимость определяется в зависимости от способа работ и расстояния перемещения.

В случае неравенства объемов отсекаемых частей выемки и насыпи начало координат графика фиктивно сдвигается на величину

$$\Delta l = \frac{\Delta V}{\delta V_n + \delta V_v},$$

где ΔV — разность объемов отсекаемых частей массивов, м;
 δV_n ; δV_v — единичные приращения объемов в выемке и насыпи, м.

Этот сдвиг начала координат, естественно, приведет к изменению положения границ продольного перемещения и равенству объемов.

Стоимость возведения земляного полотна Q подсчитывается по выражению

$$Q = \rho_1 V_{пр} + \rho_2 V_{пн} + \rho_3 V_{пв},$$

где ρ_1 ; ρ_2 ; ρ_3 — единичные стоимости производства работ, способ выполнения которых выбирают в зависимости от того, в какой из зон графика располагается граница продольного перемещения — бульдозерной, скреперной или экскаваторной разработки грунта;

$V_{пр}$ — объем грунта, перемещаемого в продольном направлении;

$V_{пн}$ — то же, в поперечном из резерва в насыпь;

$V_{пв}$ — то же, из выемки в кавальер.

При проектировании продольного профиля на ЭЦВМ составляют блок-схему программы определения стоимости земляных работ по их объему, которая может явиться подпрограммой общего метода расчета.

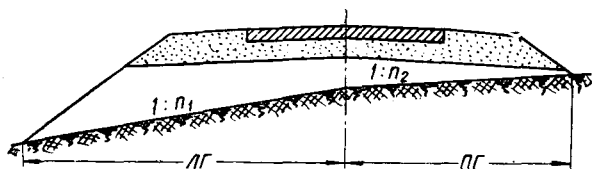
Применение ЭВМ для подсчета объема земляных работ

Н. Н. ПОПОВ

Электронные вычислительные машины (ЭВМ) до сих пор еще не достаточно широко применяются в практике отечественных дорожных проектных организаций. С одной стороны, это объясняется тем, что нет должного обмена опытом использования ЭВМ при проектировании дорог, с другой — недостатками существующих программ, их малой универсальностью и приближенностью получаемых результатов. Между тем ЭВМ дают возможность не только резко сократить время вычисления работ, но и позволяют в некоторых случаях получать более точные результаты по сравнению с «обычными» методами.

На кафедре «Автомобильные дороги» Ленинградского инженерно-строительного института составлены три программы (для электронных вычислительных машин «Урал-1», «Минск-2», «Минск-22») подсчета объемов земляных работ для конструкции земляного полотна, показанной на рисунке.

Так, составлена программа для быстродействующей ЭВМ «Минск-2», имеющей в комплекте рулонный телеграфный ап-



Конструкция земляного полотна с верхней частью, отсыпанной из дренирующего грунта

парат РТА-50; это позволяет получать результат расчета в виде готовых ведомостей. Поскольку использование программы предполагается в основном для дорог, проектируемых во II климатической зоне, с часто встречающимися заболоченными участками, введен подсчет объемов выторфовывания при расположении земляного полотна на болотах I и II типов. В программе предусмотрено задание различных по абсолютной величине поперечных уклонов местности справа и слева от оси дороги. Для более точного подсчета работ на косягорных участках с поперечным уклоном местности 1:5 и круче подсчитывают объемы земляных работ по нарезке уступов.

Данные, полученные на ЭВМ «Минск-2», и образец результатов подсчета, приведены ниже. При желании результат может быть отпечатан и на бумажной ленте. Скорость работы программы — 600—700 поперечных сечений за 1 ч.

При разработке программы с целью упрощения алгоритма не был предусмотрен подсчет объемов для насыпей, имеющих уложенные откосы, выемок, разделанных под насыпь, для пойменных насыпей и некоторых других видов проектных поперечных профилей. Это допущение вполне возможно для подсчетов на стадии проектного задания.

Для определения экономической эффективности применения программы, сравнивалось время на выполнение подсчетов на ЭВМ «Минск-2» и расчетов без применения ЭВМ. Для участка дороги 1,5 км (65 пикетов и плюсов) подсчет объемов на ЭВМ осуществлен почти за 1 ч (50 мин — подготовительные операции и 8 мин — машинное время). Обычный способ нанесения проектных поперечных профилей на заранее вычерченные поперечники, определение площадей набором ординат, выполнение соответствующих подсчетов и составление ведомости заняли 15 ч рабочего времени квалифицированного техника. Таким образом, скорость подсчетов на ЭВМ в 12—15 раз выше по сравнению с обычными методами.

Для ЭВМ «Минск-22» составлена программа в автокоде АКИ — «Минск-2», позволяющая подсчитывать объемы земляных работ для дорог, проходящих в равнинной местности. Программой предусмотрен подсчет для 25 различных, часто встречающихся во II климатической зоне типов земляного полотна. В случае необходимости для непредусмотренных типов земляного полотна в программу подсчета легко ввести соответствующие дополнения. По этой программе возможен подсчет объемов насыпей и выемок на участках без призмы, с сечением в виде призмы и других очертаний, снимаемого дерна под насыпями и в выемках, выторфовывания, а также призматональных поправок. Составлен, кроме того, вариант программы, по которому подсчитываются и площади укрепления откосов земляного полотна. Результат расчета выдается на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ-128) в виде готовой ведомости пикетного подсчета объемов земляных работ.

Эффективность этой программы проверена в производственных условиях Ленфилиалом Гипроавтопранса при подсчете объемов для проектируемой дороги протяжением около 200 км (4700 пикетов и плюсов). На подсчет объемов затрачено 42 ч, из них 4 ч — машинное время ЭВМ «Минск-22» и 38 ч — на различные подготовительные операции. Выполнение этих вычислений обычным способом заняло бы 35—40 дней работы техника. Применение ЭВМ в данном случае позволило увеличить скорость расчетов по крайней мере в 5—6 раз, а также получить более точные результаты.

Использование ЭВМ при проектировании дорог во многих случаях, несомненно, дает экономический эффект. Задачей проектных организаций в настоящее время является установление творческого контакта и координирование действий для более эффективного использования ЭВМ в процессе проектирования.

Ведомость пикетного подсчета объемов земляных работ

ПК	L	H	F _n	F _v	ЛГ	ПГ	V _n	V _v	V _y	V _d	V _t
29300	100	76	0	2	913	913	42	163	0	180	0
29323	23	69	0	3	923	923	0	74	0	42	25
29400	77	133	3	2	800	800	267	145	0	133	52

Примечание. ПК — пикет, м; L — расстояние от предыдущего до рассматриваемого пикета (плюса) м; H — рабочая отметка, см; F_n — полусумма смежных площадей (насыпь), м²; F_v — то же (выемка), м²; ЛГ, ПГ — левая и правая границы пересечения откосов с поверхностью земли, см; объемы: V_n — насыпи, V_v — выемки, V_y — нарезаемых уступов, V_d — снимаемого дерна и V_t — выторфовывания, м³.

ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ МОЖНО ОПРЕДЕЛЯТЬ РАСТЯЖЕНИЕМ ПРИ РАСКАЛЫВАНИИ

Канд. техн. наук В. В. ВОЛОДИН

В настоящее время основной прочностной характеристикой дорожного бетона является растяжение при изгибе $R_{ри}$. Однако было бы весьма желательно заменить определение $R_{ри}$ более простыми испытаниями на растяжение при раскалывании образцов-цилиндров $R_{рп}$. По-видимому это можно было бы сделать, если бы существовало определенное устойчивое соотношение между $R_{ри}$ и $R_{рп}$.

При сравнении фактических эпюр предельных напряжений обоих видов испытаний (на изгиб и на раскалывание) замечаем, что качественно они очень похожи друг на друга (см. рисунок). Для наглядности на этом рисунке показана только одна верхняя половина эпюры предельных напряжений при испытании образцов-цилиндров на раскалывание. Экспериментальными исследованиями А. Д. Осипова было показано, что при подобных испытаниях разрушение начинается в центре сечения образца и далее распространяется к периферии. Поэтому с точки зрения механизма разрушения можно рассматривать две симметричные половинки образца-цилиндра (верхнюю и нижнюю) как балки при изгибе, в которых разрушение начинается с растянутых волокон. Отсюда можно предположить, что механизм разрушения бетонных образцов при испытаниях на растяжение при изгибе и на растяжение при раскалывании одинаков и, следовательно, при одинаковом качестве материала (бетона) образцов-балок и образцов-цилиндров должно быть устойчивое соотношение между $R_{ри}$ и $R_{рп}$. Это соотношение не должно зависеть ни от состава бетона, ни от его прочности, возраста и влажности, ни от размеров образцов (в пределах тех размеров, которые нормируются при стандартных испытаниях), а будет меняться только при изменении методики испытаний на изгиб и на раскалывание.

Указанное соотношение экспериментально исследовалось многими авторами, но почти у всех получены различные значения $K = R_{ри} : R_{рп}$, которые нельзя сравнивать между собой, потому что они были получены при различных методах проведения экспериментов и у большинства авторов на основании очень малочисленных данных.

С целью количественного определения соотношения для составов бетонов, наиболее широко применяемых при строительстве покрытий дорог и аэродромов, в лаборатории бетона и неорганических вяжущих Союздорнии под руководством канд. техн. наук А. Н. Зашепина в 1964—1965 гг. были проведены опыты в лабораторных и производственных условиях.

В лабораторных условиях испытывали образцы из бетона в возрасте 28 суток с сравнительно широким диапазоном прочностей — балки размером $15 \times 15 \times 55$ см на изгиб двумя силами (ГОСТ 10180—62), цилиндры диаметром 15 и длиной 30 см на раскалывание с фанерными прокладками шириной 15 мм и толщиной 3 мм при интенсивности роста нагрузки $0,6—0,7$ кг/см² в секунду. Оба испытания проводили на одном прессе. Всего было испытано 108 балок и 108 цилиндров. При этом соотношение K колебалось от 1,31 до 1,64 (в среднем 1,44), а среднее отклонение составило 4,6%.

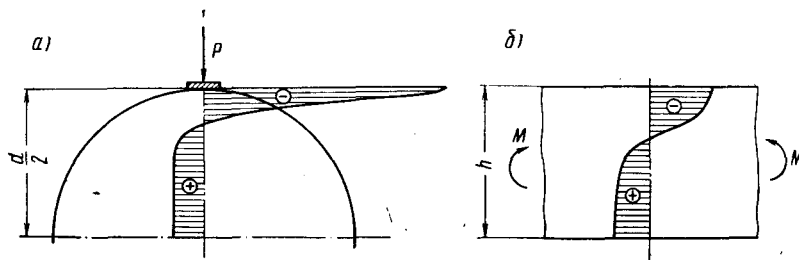
При сравнении результатов наших опытов с данными других авторов можно заключить, что значение исследуемого соотношения, полученное нами, очень близко к значениям соот-

ношения, полученным теми авторами, у которых методика проведения соответствующих экспериментов была идентична нашей.

Анализируя наши данные, можно сказать, что соотношение для выполненных опытов не зависит от прочности бетона и вида крупного заполнителя (в качестве которого был использован гранитный и известняковый щебень, а также гравий); разброс значений переходного коэффициента K находится в пределах обычных для испытаний бетона допусков, т. е. $\pm 10\%$ (за исключением одной из 18 серий). Нашими специальными опытами было также показано, что это соотношение не зависит от изменения размеров образцов-цилиндров в пределах от 13×13 см до 15×30 см. Кроме того, на основании литературных данных (по работам В. М. Москвина и А. М. Подвального, Н. А. Моцанского, К. А. Мальцева и др.) установлено, что степень изменения предела прочности бетона на растяжение как при изгибе, так и при раскалывании практически одинакова при равных изменениях влажности бетона для балок и цилиндров.

Проверку полученного в лаборатории соотношения между $R_{ри}$ и $R_{рп}$ проводили в производственных условиях на строительстве автомобильной дороги Москва — Севск. Образцы таких же размеров, что и на лабораторной стадии работ, готовили на трассе из бетонной смеси, укладываемой в основание, и уплотняли на передвижном вибростоле в течение 1—1,5 мин. Образцы хранились на обочине земляного полотна под влажным песком до дня испытаний (28 суток). Испытывали образцы по тем же методикам, что и в лабораторных опытах, но только на разных прессах: изгиб на 5-тонном, раскалывание на 250-тонном. В данном случае было испытано 39 балок и 39 цилиндров, сформованных в течение 13 смен, и был получен переходный коэффициент $K = 1,55$. Некоторое отличие переходного коэффициента, полученного в производственных условиях, от лабораторного мы объясняем тем, что в первом случае испытания на изгиб и на раскалывание проводили на разных прессах. Но в общем разброс K здесь тоже небольшой и только в двух случаях из 13 выходит за пределы 10%.

На основании всего изложенного можно сказать, что между пределом прочности бетона на растяжение при изгибе и на растяжение при раскалывании для обычных (тяжелых) бетонов имеется устойчивое соотношение, которое подтверждается как идентичностью механизмов разрушения балок на изгиб и цилиндров на раскалывание по анализу эпюр предельных на-



Фактические эпюры предельных напряжений при испытании бетонных образцов:

а — цилиндров на раскалывание; б — балок на изгиб; d — диаметр образца-цилиндра; h — высота образца-балки; P — сжимающая нагрузка; M — изгибающий момент

пряжений, так и экспериментальными данными. Оно не зависит ни от прочности бетона, ни от его состава и влажности, ни от размеров образцов-цилиндров (в исследованных пределах). Для производственного контроля качества бетона при строительстве дорожных и аэродромных покрытий можно рекомендовать значение переходного коэффициента $K = 1,5$. Таким образом, наличие этого устойчивого переходного коэффициента открывает возможность определения $R_{ри}$ в готовом покрытии по результатам испытания кернов на раскалывание, что значительно практичнее и более технологично по сравнению с испытанием балок, закладываемых в покрытие во время строительства.

ЛИНИЯ РАЗМЫВА ПОД МОСТОМ

Действующие нормы проектирования мостов (СН-П-И-Д.7-62) требуют строить линию размыва дна реки под мостом для определения необходимой глубины заложения фундаментов. Вопрос этот имеет практическое значение, так как от глубины заложения зависит конструкция, способы сооружения и стоимость фундаментов.

Линию размыва строят по глубинам после размыва, которые часто определяют по формуле, включенной в «Наставление по изысканиям и проектированию железнодорожных и автомобильных мостовых переходов» Министерства транспортного строительства, изданное Главтранспроект в 1961 г.

Однако указанная формула дезориентирует проектировщиков и лишает возможности разобраться в сущности явления потому, что при ее выводе искажены характер явления и граничные условия.

По наставлению глубина после размыва на данной вертикали живого сечения под мостом определяется формулой

$$h_{\text{пр}} = \left(\frac{\alpha h^{\frac{5}{3}}}{0,68 d^{0,28} \beta} \right)^{\frac{1}{1+x}}, \quad (1)$$

где

$$\alpha = \frac{Q_p}{\frac{5}{H_{\text{др}}^3} h_{\mu}}, \quad (2)$$

$h_{\text{пр}}$ — глубина после размыва; Q_p — расход воды; $H_{\text{др}}$ — средняя глубина под мостом до размыва; L — отверстие моста в свету; μ — коэффициент сжатия; h — глубина данной вертикали до размыва; d — средний диаметр частиц грунта; β — безразмерный коэффициент, зависящий от вероятности превышения расчетного расхода; x — степенной показатель, зависящий от рода грунта.

Рассмотрим формулу (1), для чего приведем ее к виду, удобному для анализа. Подставив в нее $h = H_{\text{др}}$, получим согласно наставлению, общий коэффициент размыва, равный:

$$P = \frac{H_{\text{пр}}}{H_{\text{др}}} = \left(\frac{Q_p}{L_{\mu} 0,68 d^{0,28} \beta} \right)^{\frac{1}{H-x}} : H_{\text{др}}, \quad (3)$$

где $H_{\text{пр}}$ — средняя глубина под мостом после размыва.

Кроме того, введем обозначение:

$$P_v = \frac{h_{\text{пр}}}{h}, \quad (4)$$

назвав P_v коэффициентом размыва на вертикали.

Определяя $h_{\text{пр}}$ по формуле (1) и используя формулу (3), получим:

$$P_v = P \left(\frac{h}{H_{\text{др}}} \right)^{\frac{2-3x}{3(1+x)}}$$

или, обозначив $\frac{2-3x}{3(1+x)}$ через m , окончательно:

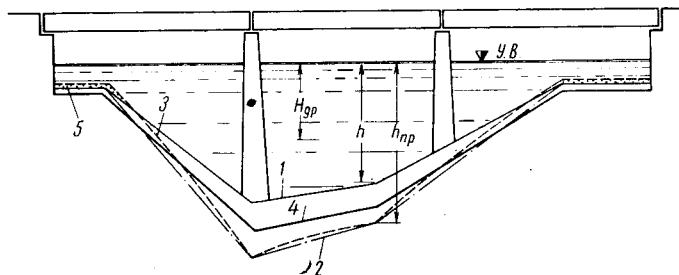
$$P_v = P \left(\frac{h}{H_{\text{др}}} \right)^m. \quad (5)$$

Такая же зависимость получается и для связных грунтов, размыв которых (по Наставлению) прекращается при скорости, зависящей от объемного веса грунта γ и равной

$$0,60 \beta \gamma^{1,13} h_{\text{пр}}^x.$$

Показатель степени m , зависящий от объемного веса или крупности частиц грунта русла, может меняться от 0,10 до 0,38.

Из формулы (5) следует, что коэффициент размыва на вертикали, при вычислении его по формулам Наставления является переменной величиной. При малых значениях $\frac{h}{H_{\text{др}}}$ коэффициент размыва по вертикали P_v может оказаться менее единицы, а это означает, что в результате общего размыва, при среднем $P > 1$, на этих вертикалях произойдет не увеличение, а уменьшение глубины за счет отложения наносов. Уменьшение глубины в результате общего размыва при прочих равных условиях получается в расчетах чаще всего при небольших значениях P и значительных d , т. е. при несвязных грунтах крупных фракций. В то же время при больших глубинах оказывается, что $P_v > P$.



Для примера на рисунке нанесена линия размыва 3 под мостом, построенная по формуле (1), для русла, сложенного мелкой галькой с гравием и песком. Из рисунка видно, что все наклонные линии бытового дна русла 1 после размыва приобрели криволинейное выпуклое очертание, а в мелководных частях подмостового русла дно поднялось. К сожалению, очень часто строят не линию размыва 3, а линию размыва 2 прямыми отрезками, которой соединяют глубины после размыва лишь на характерных вертикалях; при этом уменьшением глубины после общего размыва в мелководных местах 5, если оно получается по формуле (1), пренебрегают. В результате такого построения проектировщик моста получает искаженное представление о прогнозируемых деформациях русла.

Известно, что при общих размывах подмостовых русел криволинейных выпуклых поверхностей на дне русла в натуре не наблюдается, наносы же под мостами в случае наличия среднего общего размыва ($P > 1$) отложиться вообще не могут, так же как они не откладывались там даже в неснесенном потоке.

Причиной этих ошибок является неправильное распределение расчетного расхода по вертикалям живого сечения под мостом, производное при выводе формулы (1) как в неразмываемом русле, все глубины которого равны бытовым. Здесь упущено то обстоятельство, что такая конфигурация русла под мостом до размыва отвечает только части общего расхода реки, который в бытовом состоянии проходил на участке живого сечения реки, перекрываемом мостом.

Выразим, пользуясь формулой Маннинга, элементарный расход на рассматриваемой вертикали через средний погонный расход в живом сечении. Тогда получим две записи:

а) для бытового состояния

$$q_6 = \frac{Q_{6м}}{b} - \left(\frac{h}{H_{\text{др}}} \right)^{\frac{5}{3}}, \quad (6)$$

где q_6 — погонный бытовой расход на участке, перекрываемом мостом;

$Q_{6м}$ — бытовой расход на участке, перекрываемом мостом;

b — отверстие моста в свету с учетом сжатия.

б) для размытого русла

$$q_p = \frac{Q}{b} \left(\frac{h_{\text{пр}}}{H_{\text{др}}} \right)^{\frac{5}{3}}, \quad (7)$$

где q_p — погонный расход под мостом;

Q — расчетный расход.

При правильном регулировании, т. е. плавном подведении пойменных вод к отверстию моста,

$$\frac{q_p}{q_6} = \frac{Q}{Q_{6м}} \quad (8)$$

Совместно решая уравнения (6), (7) и (8), получим:

$$\frac{q_p}{q_6} = \frac{Q}{Q_{6м}} = \frac{Q}{Q_{6м}} \left(\frac{h_{пр}}{h} \cdot \frac{H_{др}}{H_{пр}} \right)^{\frac{5}{3}} = \frac{Q}{Q_{6м}} \left(\frac{P_v}{P} \right)^{\frac{5}{3}},$$

откуда непосредственно следует обязательное равенство:

$$P_v = P, \quad (9)$$

т. е. коэффициент размыва на любой вертикали равен среднему коэффициенту размыва, определенному по отношению средних глубин под мостом после и до размыва. Это положение соответствует и наблюдениям за деформацией русел под существующими мостами, на которые опирался еще проф. Н. А. Белелюбский при разработке своего способа расчета глубин размыва.

Следовательно, при расчетах глубины после размывов для

построения линии размыва нужно пользоваться не формулой (1), а формулой:

$$h_{пр} = Ph. \quad (10)$$

На рисунке эта линия размыва помечена цифрой 4.

Следует отметить, что применение формулы (1), как видно из изложенного, приводит к необоснованному понижению линии размыва и, следовательно, к излишнему заглублению фундаментов опор. Например, глубина после размыва на вертикалях, где глубина до размыва $h = 2H_{др}$ необоснованно увеличивается на величину от 8 до 30%, а при $h = 3H_{др}$ от 12 до 92% и т. д. Поэтому высказанные замечания по формуле (1) имеют несомненно практическое значение.

Изложенное показывает, что при построении линии размыва под мостом не следует пользоваться формулой, приведенной в «Наставлении по изысканиям и проектированию железнодорожных и автомобильных мостовых переходов». Необходимо все глубины до размыва увеличить в P раз, т. е. умножать на единый коэффициент размыва. При возможности перемещения наибольшей вертикали следует применять обычные приемы учета природных русловых процессов, т. е. связывать ширину зоны возможного перемещения с типом реки.

Канд. техн. наук В. А. Правоторов

О новом виде холодного асфальтобетона

До сих пор холодные асфальтобетонные смеси готовились на заводах и отдельных установках из щебня размером 0—10 мм, а на Обидимском заводе холодного асфальтобетона — от 0—5 мм с количеством минерального порошка 25—30%.

Гранулометрический состав и показатели физико-механических свойств выпущенных заводом смесей приведены в таблицах 1 и 2.

Выпущенные смеси уложены на реконструируемых участках дорог Брест—Луцк—Черновцы и Атаки—Недобоевцы.

Таблица 1

Тип гранулометрии, дата и смена	Количество частиц % мельче данного размера, мм								
	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
Проект ГОСТа тип «Б». Изготовлено по сменам 28. VII, 1967 г.	95—100	75—85	50—65	40—55	28—39	20—29	14—22	9—15	6—10
1 смена	98	85	46	28	28	16	12	10	9
2 смена	98	81	46	28	24	18	14	12	10
3 смена	98	83	49	31	25	19	14	12	11

Таблица 2

Дата изготовления по сменам	Смена	Количество битума, %	Вязкость битума, сек	Количество частиц крупнее 5 мм, %	Прочность при сжатии, кг/см ²		Набухание, %	Водонасыщение, %	Объемный вес, г/см ³	$\frac{R_{вод}}{R}$
					R	$R_{вод}$				
29. VII, 1967 г.	1 смена	5,5	100	54,0	21,2	10,8	1,62	4,90	2,37	0,50
	2 смена	5,7	108	53,9	21,0	10,3	2,07	5,10	2,37	0,48
	3 смена	5,5	108	51,0	21,2	11,2	1,09	3,59	2,37	0,52

По проекту нового ГОСТа (тип «Б»), разработанного Союздорнии в 1965 г., в 1966—1967 гг. Скала-Подольским заводом холодного асфальтобетона Минавтошосдора СССР были приготовлены отдельные партии асфальтобетонной смеси.

В них уменьшено количество минерального порошка (частиц мельче 0,071 мм) и увеличено количество скелетной части (частиц размером 5—15 мм). Вязкость битума C должна быть в пределах 100—108 сек.

Смесь хорошо разгружалась и легко укладывалась в покрытие. Достаточное уплотнение и ровность были достигнуты за 2—3 прохода 10-тонного катка.

Преимущество нового вида холодной асфальтобетонной смеси заключается в следующем: производительность завода увеличена на 15%; уменьшены расход битума — на 2% и расход минерального порошка — на 15%.

Директор Скала-Подольского завода холодного асфальтобетона
Н. Тышко

Критика и библиография

ЗОНАЛЬНО-КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ

В последнее время в связи с решением задачи полной и комплексной механизации строительства в печати стали появляться книги, содержание которых направлено на улучшение организации работы парка машин в строительстве и, что особенно заметно, стал возрастать их научно-теоретический уровень.

К числу таких работ относится рецензируемая книга, посвященная разработке теоретических основ и опыту практического применения одного из видов комплексной механизации в условиях поточного строительства дорог — зонально-комплексной механизации возведения земляного полотна.

На основе анализа сущности комплексно-механизированного потока на линейных земляных работах и показателей его эффективности в книге дано определение и раскрыто содержание понятия зонально-комплексной механизации. Изложена разработанная автором методика расчета и описана система мероприятий, обеспечивающая рациональное использование машин и их комплексов в потоке. В книге подробно рассматриваются основные, наиболее характерные виды работ при сооружении насыпей и выемок, а также при возведении земляного полотна на косогорах. Практическое значение помещенного в книге материала

¹ П. И. Сорокин. Комплексная механизация возведения земляного полотна автомобильных дорог. «Транспорт», 1967.

возрастает в связи с тем, что большинство расчетных положений и рекомендаций подтверждается экспериментальными данными, полученными в реальных условиях производства дорожно-строительных работ. В книге приведены примеры расчетов и конкретные рекомендации по выбору исходных данных для расчета.

Постановка вопроса в целом и содержание книги соответствуют современным задачам технического прогресса в строительстве, однако в интересах дальнейшего развития теоретических основ организации механизированных работ в дорожном строительстве следует сделать ряд замечаний.

Необосновано утверждение автора о том, что «оптимальным является такой режим работы, при котором за срок эксплуатации машин данного типа получают наибольший возможный для них объем продукции или наименьшую ее суммарную стоимость» (стр. 6). В действительности не всегда наибольший объем продукции соответствует минимальной стоимости, а минимальная стоимость продукции не всегда отвечает наибольшей рентабельности фондов, минимальным срокам окупаемости дополнительных капиталовложений и другим показателям экономичности.

Нельзя также согласиться с утверждением автора (стр. 8, 10 и др.) о том, что основным показателем экономичности процессов является затрата живого труда. Необходимо учитывать трудовые затраты в полном их комплексе.

Приведенные в табл. 1 (четвертая колонка) цифры свидетельствуют о том, что межремонтные сроки машин исчислены в полном сменном времени, а не в полезном времени. Фактически затраты труда персонала, обслуживающего машины, за ремонтный цикл будут больше приведенных в таблице данных. Хотя в инструкции СН 207-62 нет прямых указаний на метод исчисления межремонтных сроков, в литературе по этому поводу имеются соответствующие разъяснения (см., например, статью проф. С. Е. Канторера. «Механизация строительства», 1963, № 1).

Недостаточно учитывать потери времени коэффициентом использования времени смены, как это рекомендуется на стр. 14, 22 и др. Переход от среднечасовой производительности машины к среднесменной требует учета простоев по метеорологическим и организационным причинам.

Наконец, о самом методе зонально-комплексной механизации. Едва ли его следует трактовать как «высшую», «наиболее эффективную» форму организации работ. По существу это одна из возможных форм более эффективная по сравнению с некоторыми применяемыми в настоящее время.

Несмотря на указанные недостатки, рецензируемая книга весьма полезна как с точки зрения практического использования рекомендуемых автором приемов организации работ, так и в отношении дальнейшего развития расчетных методов комплексной механизации.

М. В. Бунин, А. М. Холодов

Письмо в редакцию

Как автолюбителю мне приходилось не раз проезжать по дорогам Киев—Днепропетровск—Харьков, Харьков—Киев—Ленинград, Минск—Житомир—Винница—Кировоград, а также по другим. И если маленькие города и районные центры, лежащие на автомагистрали, сейчас миновать не сложно, то в крупных городах дело обстоит иначе. Здесь указатели направления движения установлены только при въезде и выезде из города или на первом пересечении улиц. На других пересечениях улиц эти указатели уже не сопровождают водителя, и он вынужден двигаться по своему усмотрению и, как нередко выясняется, совсем не в том направлении. Объяснения местных жителей часто противоречивы. В результате большая загруженность улиц города транспортом, лишние маневры на улицах или перекрестках, значительная загрязненность воздуха и шум на улицах города и все это «благодаря» отсутствию указателей.

Дежуря как общественный инспектор ГАИ, я дважды был свидетелем происшествий на улице, из которых одно закончилось смертельным исходом, а второе — тяжелой травмой. В обоих случаях водители грузовых автомобилей с прицепами проехали из-за отсутствия указателей свой поворот и, возвращаясь через 20—25 мин в сумерках, были ослеплены (по их словам) светом фар встречных автомобилей и наехали на велосипедистов. Я не фаталист и потому считаю, что не потеряй они эти 20—25 мин, обстоятельства сложились бы иначе и несчастных случаев могло бы и не быть.

Теперь посмотрим желательный вариант. Водитель, впервые приехавший в любой город, обнаруживает у въезда крупную схему с основными указателями направлений выезда из города, с объездными дорогами, указателями мест технической помощи и заправки, гостиницы, столовой, мест отдыха водителей грузового и легкового транспорта. Следуя далее, он видит указатели направления к крупным предприятиям города (для водителей межгородских грузовых перевозок это необходимо) и без лишних потерь времени находит нужный объект или пересекает город.

Мне думается, что подобные несложные указатели сэкономят бы много времени и нервов не только водителям транзитных автомобилей, но и жителям крупных городов.

Инж. С. М. Фатеев

НАМ ОТВЕЧАЮТ

«Возведение намывных насыпей на болотах без предварительного выторфования» — под таким названием была опубликована статья в № 1 нашего журнала за 1967 г.

В этой статье освещался интересный опыт треста «Гидромеханизация» Минмонтажспецстроя.

Как нам сообщили из Главдорстроя, его тресту «Тюмендорстрой» дано указание рассмотреть возможность внедрения описанного способа возведения насыпей при строительстве дорог в Тюменской области.

ЗА РУБЕЖОМ

Укрепление откосов стекловолокном

В Англии разработан следующий метод укрепления насыпей и выемок. Сначала откос засевают семенами трав. Затем засеянный участок покрывают ровницей из стекловолокна, состоящей приблизительно из 60 тонких нитей. Ровница наносится с помощью пневматического устройства, которое струей сжатого воздуха распушивает волокна и образует из них на поверхности грунта плотную тканеподобную массу. После нанесения волокна его закрепляют на месте битумной эмульсией, которая, кроме того, предотвращает эрозию волокна.

С течением времени сквозь мат из стекловолокна прорастает трава, которая постоянно удерживает его на месте. Мат из стекловолокна может выдерживать потоки воды при скорости течения до нескольких метров в секунду.

**Вантовый мост системы «АРФА»
через Рейн у Леверкузена
(106,26 + 280,0 + 106,26 м).**

Балка жесткости этого моста коробчатого сечения. Верхний ее пояс, являющийся одновременно проезжей частью, выполнен в виде стальной ортотропной

плиты с большими поперечными консольными выносами. Стальной пилон имеет высоту 46,1 м. Несущие кабели — шестигранного сечения, состоящие из 19 канатов закрытого типа, проходят по пилону на высоте 17,5 и 39,5 м. Максимальные усилия в верхних двух кабелях достигают 5563 т, а в нижних — 3473 т.

Новое в конструировании сталежелезобетонных пролетных строений

Известно, что в надпорных зонах неразрезных сталежелезобетонных пролетных строений растягивающие усилия в верхнем поясе не только сводят на нет смысл объединения железобетонной плиты со стальными главными балками, но создают, кроме того, неопределенную картину восприятия этих усилий. На мостах через р. Ааре, в штатах Золитурм и Аарау (Швейцария) задача решена таким образом, что между плитой проезжей части и верхними поясами главных балок предусмотрен зазор 10—12 см, вследствие чего плита в этом месте работает как упругая затяжка. Величина растягивающих напряжений уменьшается при этом на 50%.

Информация

На строительстве дороги Визинга — Койгородок

Койгородский район (Коми АССР), где работают пять леспромпхозов и два совхоза, до 1967 г. не имел автомобильной дороги. До этого пользовались только зимником — старинным Кажимским трактом, идущим от села Визинга к верховьям реки Сысолы и Верхнекамску. Поэтому построенные к весне 1967 г. первые 72 км гравийной дороги явились для населения района историческим событием. Появление здесь рейсовых пассажирских автобусов сразу же повлияло на снижение текучести рабочей силы

Из писем читателей

ЕЩЕ ОБ ОЗЕЛЕНЕНИИ ДОРОГ

В Тернопольской области некоторые снегозащитные полосы неполностью задерживают снег и часть его во время метелей и сильных ветров откладывается на дороге. Это вызывает у некоторых дорожных работников отрицательное отношение к снегозащитным посадкам и утверждение, что они являются причиной отложения снега на проезжую часть дороги. Такое мнение не основательно.

Восьмирядные снегозащитные полосы с густой живой изгородью широко распространены на дорогах Украины и вполне обеспечивают задержание снега. Но за снегозащитными полосами необходим своевременный уход со всем комплексом агротехнических мероприятий, особенно в первые три года после посадки.

Чтобы земляные насаждения были эффективным средством борьбы с снегозаносами на автомобильных дорогах, необходимо производить посадку и уход за ними.

Существующая организационная структура по производству: озеленительных работ на дорогах, а также уходу за зелеными насаждениями страдает многими недостатками. Как известно, основной фигурой в этом деле является мастер по озеленению, который часто не обладает необходимыми знаниями в области агротехники. Бывают случаи, что мастера по озеленению часто используют на других работах.

По нашему мнению, в дорожно-эксплуатационных хозяйствах надо создать такие условия, чтобы озеленение дорог было таким же важным делом, как их ремонт и содержание.

И. Л. Горовой

в Палаузском леспромпхозе. В Койгородском лесопромышленном районе около 70% рабочего населения — это приезжие из других областей и районов страны, преимущественно молодежь. На субботу и воскресенье многие стремятся съездить в город в магазины и театры, в библиотеки и на учебные консультации (заочники). Многие из молодых рабочих имеют собственные мотоциклы и даже легковые автомобили. Хорошей же дороги в районе нет.

Трасса автомобильной дороги Визинга—Койгородок начинается от 84 км тракта Сыктывкар—Мураши и имеет длину 103 км (вместо 127 км по старому Екатерининскому тракту). Дорогу строит Сыктывкарское дорожно-строительное управление.

К настоящему времени здесь сложился довольно сильный машино-дорожный отряд, имеющий 10 бульдозеров, 4 скрепера, 3 экскаватора и ряд других машин. Отряд способен в течение года возвести 25 км земляного полотна через тайгу и лесные болота и устроить 20 км гравийного покрытия. Но для этого необходим достаточный парк автомобилей-самосвалов. К сожалению, автомобильная возка грунтов в насыпи, а также

доставка песка и гравия выполняются Комиавтоуправлением лишь на 35—40%. Из-за этого в прошлом году было сдано в эксплуатацию всего 8 км дороги. В начале текущего года на помощь строителям пришли новостройки Сыктывкарского лесопромышленного комплекса, появились автомобили-самосвалы и дело сразу двинулось вперед.

Строители дорог в болотистой лесной тайге имеют возможность полноценно вести работы только летом (июнь—август) и зимой (январь—март). Что же касается весны и осени, то в это время у строителей имеется рабочих дней: в апреле — 0, мае — около 10, сентябре — около 10, октябре — 0, ноябре — не более 15. Это, конечно, не означает консервации строительства в апреле и октябре, но требует соответствующей перестановки сил и средств, что должно учитываться субподрядчиками, снабженческими и плановыми органами.

До Койгородского районного центра осталось возвести 11 км земляного полотна и построить железобетонные мосты через реки Лётму и Сепис. На устройство 20 км дорожного покрытия требуется около 48 000 м³ песка и гравия.

Коллектив строителей (ст. производитель работ Т. А. Выставкин) полон решимости сократить сроки сооружения дороги.

Скорейшая передислокация машино-дорожного отряда с Койгородской трассы особенно нужна для возобновления работ на магистрали Сыктывкар—Мураши—Киров. Здесь пока еще имеется 200-километровый разрыв, не позволяющий открыть прямой путь Москва—Печора протяженностью около 2000 км.

А. КОСТИН

(Москва—Сыктывкар—
Визинга—Койгородок)

На новую систему финансирования строительных работ

Министерством автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР недавно в Кемерово, Курске, Ростове-на-Дону проведены зональные совещания о состоянии и мерах улучшения качества работ и технического контроля на строительстве автомобильных дорог и мостов.

В совещаниях приняли участие главные инженеры областных управлений строительства и ремонта автомобильных дорог, дорожно-строительных трестов, дирекций строящихся дорог, руководителей производственных и научных лабораторий, инженеры-инспекторы по контролю за качеством строительных работ, представители проектных и научно-исследовательских институтов.

В обсуждении большое внимание было уделено переводу подрядных организаций на оплату за полностью законченные объекты или отдельные этапы работ вместо существующей системы расчетов за фактически выполненные объемы по конструктивным элементам за месяц или квартал.

В прошлом году восемь дорожно-строительных трестов и два ДСУ в по-

рядке опыта были переведены на новый порядок расчетов по объектам, финансируемым за счет средств государственных капитальных вложений и 2% отчислений от доходов автомобильного транспорта. Следует сказать, что новая система расчетов полностью себя оправдала, ибо она стимулирует строителей вести работы комплексно, без недоделок, упрощает контроль со стороны заказчика и финансирующего банка.

Обобщив опыт работы дорожно-строительных организаций, перешедших на порядок расчетов за полностью законченные объекты или этапы, Министерство в текущем году перевело на новый порядок оплаты все подрядные дорожно-строительные организации Главдорупра, выполняющие строительство объектов, финансирование которых предусмотрено за счет госкапвложений и 2% отчислений от доходов автотранспорта.

После совещаний был проведен квалифицированный семинар о порядке перехода и практического дальнейшего осуществления новой системы финансирования строительства.

И. Гаврилов

ОБРАЗЦОВО-ПОКАЗАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В целях накопления опыта развития сети автомобильных дорог применительно к нуждам народного хозяйства различных районов Российской Федерации и использования полученных данных для отработки единой методики определения эффективности создания широко развитой сети автомобильных дорог Министерство Федерации решило создать в некоторых районах образцово-показательную сеть автомобильных дорог, полностью обеспечивающую интересы народного хозяйства (дороги общего пользования, подъездные пути к колхозам, совхозам, железнодорожным станциям и другим хозяйствам).

Таких районов намечено шесть: Алей-

ский Алтайского края, Изобильненский Ставропольского края, Кашинский Калининской области, Луховицкий Московской области, Стерлибашский Башкирской АССР и Сергаческий Горьковской области.

В течение 1968 г. в этих районах предполагается реконструировать и капитально восстановить 1076 км дорог с твердыми и усовершенствованными покрытиями. Главным источником финансирования работ будут средства, привлекаемые в соответствии с Указом. Кроме этого, в дорожных работах предусматривается участие колхозов, совхозов и предприятий, расположенных в этих районах.

ДОРОЖНАЯ ХРОНИКА

□ Трансказахстанская автомобильная магистраль открыта для сквозного регулярного движения от Алтая до Каспийского моря. Эта магистраль соединяет Лениногорск, Алмату, Чимкент, Кызыл-Орду, Актюбинск, Уральск и Гурьев.

□ Транскавказская автомобильная дорога длиной 178 км строится между Майкопом и Дагомысом. Новая дорога пересечет большую часть Кавказского государственного заповедника, несколько перевалов и выйдет к подножью ледников.

Дорога пройдет на высоте более 2 км над уровнем моря и будет прекрасным туристским маршрутом.

□ Объездные дороги строятся в районах ряда городов нашей страны. Так, в районе Орла началось сооружение объезда длиной 26 км на магистраль Москва — Симферополь, проходящей сейчас через город. На объезде будет построено два моста и ряд путепроводов.

Автомобильная магистраль обойдет не только Орел, но и другие областные города — Курск, Тулу и Харьков. Вынос транзитного автомобильного движения за городскую черту избавит жителей от ряда неудобств и позволит ускорить пробег автомобилей.

□ Строить дороги круглый год можно, используя опыт омских дорожников, которые для удаления снега перед устройством дорожной одежды поливают земляное полотно йодо-бромистой водой.

Опыт омичей был с успехом использован строителями дорог Пермской области. Здесь йодо-бромистую воду завозили на стройку из Закамска.

Под воздействием такой воды снег моментально исчезает и на земляное полотно укладывается гравийное основание, а затем асфальтобетонное покрытие.

□ Заслуженным уважением пользуется в коллективе красноармейского дорожного участка № 468 Саратовской обл. тракторист Е. Д. Шенников, бывший фронтовик, он 20 лет назад пришел в дорожные организации, где освоил ряд профессий по дорожным специальностям. Являясь ударником коммунистического труда, он выполняет нормы выработки на 115—127%.

За безупречную работу Е. Д. Шенников награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Наряду с производственной работой т. Шенников осуществляет большую деятельность на посту депутата городского Совета депутатов трудящихся. Общественность ДУ-468 желает ему дальнейших успехов.

ТРАВМАТИЗМУ — РЕШИТЕЛЬНОЕ НЕТ!

Ряд управлений дорог, дорожно-строительных, эксплуатационных и производственных хозяйств Гусосдора Минавтошосдора РСФСР в 1967 г. добился резкого снижения производственного травматизма. Если сопоставить данные травматизма прошлого года с предыдущим, 1966 г., то они снизились почти на 40%. В 80 организациях вообще не было нарушений правил техники безопасности. Здесь полностью ликвидирован производственный травматизм.

К числу таких хозяйств относятся: Управление строительства № 1, Управление дорог Москва—Бобруйск, Новоси-

бирск—Ташанта, Ростов—Баку, Горький—Казань, Дальурдор, Запурдор, Севурдор, Управление Азово-Черноморских дорог, Б. Невер—Якутск и др.

За успешную работу по охране труда и технике безопасности премировано 32 хозяйства и 14-ти объявлена благодарность.

С целью дальнейшего улучшения работы по предупреждению производственного травматизма Гусосдор в текущем году проводит конкурс на лучшее хозяйство. Для победителей в конкурсе учреждено 29 денежных премий от 2000 до 200 руб.

И. Г.

Нормативно-исследовательские станции — проводники НОТ

В тресте Омскоблдорстрой нормативно-исследовательская станция была организована в 1966 г. Ее деятельность была направлена на разработку проектов и проверку единых норм затрат труда и расценок, на помощь при разработке и внедрении планов НОТ, на оказание практической помощи в улучшении технологии производства и организации работ непосредственно на объектах.

В прошлом году нормативно-исследовательской станцией проведены хронометражные наблюдения и разработаны 17 новых норм затрат труда и расценок, а также проведены наблюдения за выполнением 23 действующих единых норм затрат труда на дорожные и мостовые работы.

Регулярно в хозяйствах треста проводятся хронометражные наблюдения с целью разработки местных норм затрат труда и расценок. Большое внимание обращается на изучение внутренних потерь и скрытых потерь рабочего времени и времени работы строительных машин. На основании этого разработан ряд мероприятий по изжитию причин образования выявленных потерь рабочего времени.

Нормативно-исследовательская станция совместно с инженерно-техническими работниками ДСУ треста постоянно сле-

дит за правильностью применения действующих норм затрат труда и расценок, поправочных коэффициентов к ним и т. д.

В 1967 г. во всех хозяйствах треста были созданы Советы НОТ, общественные группы экономического анализа, методическая помощь и руководство которыми постоянно осуществлялись нормативно-исследовательской станцией.

Годовая экономическая эффективность от внедрения мероприятий по научной организации труда в 1967 г. составила по тресту 15 тыс. руб. В текущем году предполагается такую экономию довести до 50 тыс. руб.

Опыт работы нормативно-исследовательской станции выявил и некоторые недостатки. Так, НИС призваны выполнять определенную работу по заданиям ЦНИС, но эти задания, как правило, высылаются с большим запозданием (в конце I квартала). Поэтому иногда упускаются возможности сбора требуемого нормативного материала для разработки и проверки единых норм затрат труда на работы, выполняемые в I квартале. Ликвидация этого недостатка в планировании работ НИС позволит резко улучшить их деятельность.

Инженеры Е. Никитин,
А. Баранковский.

ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ СТУДЕНТОВ на факультеты:

Дневные

«Автомобильный транспорт», выпускающий инженеров-механиков автомобильного транспорта.

«Дорожные машины», выпускающий инженеров-механиков строительных и дорожных машин и оборудования.

«Дорожное строительство», выпускающий инженеров по строительству автомобильных дорог и строительству мостов и тоннелей.

«Промышленное и гражданское строительство», выпускающий инженеров по промышленному и гражданскому строительству.

Вечерний,

выпускающий инженеров по специальностям: «Автомобильный транспорт», «Строительные и дорожные машины и оборудование» и «Промышленное и гражданское строительство».

Заочный,

выпускающий инженеров по специальностям: «Автомобильный транспорт», «Строительные и дорожные машины и

оборудование», «Строительство автомобильных дорог» и «Мосты и тоннели».

Прием заявлений:

на дневные факультеты с 20 июня по 31 июля,
на вечерний факультет с 20 июня по 31 августа,
на заочный факультет с 20 апреля по 31 августа.

Вступительные экзамены:

на дневные факультеты с 1 по 20 августа,
на вечерний факультет с 11 августа по 10 сентября,
на заочный факультет с 15 мая по 10 сентября

по следующим предметам:

русскому языку и литературе (письменно), математике (письменно и устно), физике (устно)

Правила приема общие для всех вузов. Заявления направлять по адресу: Омск-80, Проспект Мира, 5, СибАДИ, приемная комиссия.

Московский автомобильно-дорожный техникум ОБЪЯВЛЯЕТ ПРИЕМ УЧАЩИХСЯ на дневное, вечернее и заочное обучение

Дорожно-строительное отделение (дневное) готовит техников-строителей и эксплуатационников автомобильных дорог (на базе 8 и 10 кл.).

Механическое отделение (дневное) готовит техников-механиков по автомобилям (только на базе 10 кл.) и техников-механиков по дорожным машинам (8 кл.).

Имеющие образование 10 кл. принимаются на 2 курс. В техникуме имеется общежитие.

Вечернее отделение — готовит техников-механиков автомобилистов.

Заочное отделение — готовит техников-механиков автомобилистов и техников-эксплуатационников.

Имеющие образование 10 кл. принимаются на 3 курс.

Без вступительных экзаменов зачисляются: выпускники средних школ — медалисты; отличники неполной средней школы, награжденные похвальной грамотой; офицеры и сверхсрочники, демобилизованные в запас (не позднее 2-х лет после демобилизации).

Остальные поступающие сдают экзамены:

по математике — устный, по русскому языку — диктант,

имеющие 10 кл. — сочинение.

Сроки подачи заявлений и вступительных экзаменов — согласно правилам приема.

Заявления направлять на имя директора с приложением документов согласно правилам приема по адресу: Москва, Б-42, Бакуинская ул. 81/55. Телефоны: 61-02-08; 61-88-44; 61-23-60.

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ»

Технический редактор Р. А. Горячкина

Корректор Л. В. Морозова

Сдано в набор 26/IV—1968 г. Подписано к печати 31/V—1968 г. Бумага 60 × 90%
Печат. л. 4,0 Уч.-изд. л. 6,69

Заказ 1874 Цена 50 коп. Т-98935 Тираж 16025 экз.
Издательство «Транспорт» — Москва, Вязовый тупик, 6а

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

АННОТАЦИИ

некоторых
статей

в № 6 за 1968 г.

УДК 624.3.001.2

А. Дронов. Унификация сквозных ферм мостов.

В КАДИ разработаны проекты железобетонных мостов, фермы которых собираются из унифицированных центрифугированных элементов (стержней и узлов), соединяемых электросваркой или болтами. В статье рассказано об особенностях новой конструкции пролетных строений, приведены сравнительные экономические показатели и результаты опытного строительства таких мостов.

УДК 624.21.021.15.001.1

А. М. Рябухо. Аналитический метод определения развития фундаментных плит железобетонных устоев консольного типа.

Автор предлагает новый аналитический метод определения размеров фундаментных плит устоев мостов вместо обычного способа последовательных приближений. Описанный метод позволит проектировщикам намного быстрее найти оптимальные размеры фундаментных плит, обеспечивающих устойчивость сооружения при любом сочетании временных и постоянных нагрузок.

УДК 624.21.09.001.24

В. М. Замахаев. Расчет сварных балок сталежелезобетонных мостов с учетом местных искривлений стенки.

В статье изложена проблема несущей способности мостовой сталежелезобетонной конструкции в зависимости от начального искривления стальных элементов. На основе теоретических исследований, подтверждающих данные практических наблюдений, сделаны предварительные выводы.

УДК 625.725:681.14-523.8

М. П. Мслюдов. Проектирование продольного профиля дороги на ЭЦВМ с учетом распределения земляных масс.

При распределении земляных масс в процессе проектирования вариантов продольного профиля дороги, автор предлагает учитывать кроме обычных факторов и эффективность того или иного способа разработки и перемещения грунта.

Для облегчения проектирования предложен график равностоимостных работ. Новый метод одинаково просто применим при расчетах как на ЭЦВМ, так и без нее.

УДК 625.726:681.14-523.8

Н. Н. Попов. Применение ЭВМ для подсчета объема земляных работ.

С целью широкого использования ЭВМ «Минск-2» и «Минск-22 в Ленинградском инженерно-строительном институте были составлены программы для подсчетов объемов земляных работ на дорогах с различным поперечным профилем, проходящих в болотистой и равнинной местности. В статье проводятся сопоставимые данные об эффективности применения ЭВМ.

УДК 693.546.4.001.4

В. В. Володин. Прочность бетона на растяжение при изгибе можно определять растяжением при раскалывании.

На основе изложенных в статье исследований автор делает вывод о существовании устойчивого соотношения между пределом прочности бетона на растяжение при изгибе и на растяжение при раскалывании. Практически это позволяет значительно упростить контроль качества бетона, уложенного в покрытие.

УДК 624.8.627.1

В. А. Правоторов. Линия размыва под мостом.

Автор доказывает, что при построении линии размыва русла под мостом по формуле, рекомендуемой «Постановлениями по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов», необходимо дополнительно вводить коэффициент размыва, чтобы избежать излишнего заглубления фундаментов мостовых опор.

НА ДОРОГАХ УКРАИНЫ



И. Горовой