

# г о р о з у

1-12  
1971

ПРОИЗВОДСТВЕННО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
ЖУРНАЛ  
МИНИСТЕРСТВА  
ТРАНСПОРТНОГО  
СТРОИТЕЛЬСТВА  
СССР

# АВТОМОБИЛЬНЫЕ дорожки

XXXIV год издания • ЯНВАРЬ 1971 г. •

№ 1 (349)

## В новых условиях хозяйствования работать еще лучше

Задание пятилетки  
дорожниками  
перевыполнено

Вступая в новый год — первый год девятой пятилетки, наш народ, тесно сплоченный вокруг партии, идет навстречу XXIV съезду КПСС, успешно завершив пятилетний план развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 гг.

В своей речи на юбилейных торжествах в Ереване Л. И. Брежнев сообщил, что «...основные задачи, которые были поставлены на эту пятилетку, советский народ успешно выполнил. Страна сделала значительный шаг вперед в наращивании своего экономического потенциала, в развитии всех сторон жизни нашего общества. Наше государство стало крепче, сильнее во всех отношениях и в этом главный итог деятельности коммунистической партии и всего советского народа за истекшие пять лет».

Крупными достижениями во всех отраслях народного хозяйства, науки и культуры был отмечен последний год пятилетки. Наряду с успехами в освоении космоса и ростом промышленного производства в прошлом году был выращен самый высокий урожай зерновых за всю историю земледелия в нашей стране. Более успешно велось и капитальное строительство. Капитальные вложения в развитие народного хозяйства в 1970 г. составили 80,5 млрд. руб., или на 9,3% больше, чем в 1969 г. Особенно интенсивно развивалось жилищное строительство. К концу прошлого года в эксплуатацию было введено 106 млн. м<sup>2</sup> жилой площади, а в течение пятилетки каждый год почти 11 млн. советских людей справляли новоселье в новых квартирах.

Положительно может быть оценена и деятельность работников транспорт-

ного строительства, в частности строителей автомобильных дорог. Пятилетнее задание по строительству дорог с твердыми покрытиями перевыполнено.

Выдающиеся успехи трудящихся многих краев, областей и городов отмечены высокими правительственными наградами. За досрочное выполнение пятилетнего плана орденами Ленина награждены Краснодарский и Красноярский края, Волгоградская, Алма-Атинская, Новосибирская, Днепропетровская, Свердловская, Кустанайская, Саратовская и другие области, а также ряд городов нашей страны.

По итогам пятилетки высокую оценку получил и труд строителей автомобильных дорог. В ряды победителей в предсъездовском социалистическом соревновании вошли многие передовые дорожники нашей страны.

Достижения советской экономики являются ярким свидетельством высокой эффективности социалистической системы хозяйства. Это выражается прежде всего в высоких темпах роста производительности труда, которые значительно опережают темпы развитых капиталистических стран. Так, за последние 50 лет в нашей стране среднегодовой рост производительности труда, например, в промышленности составил 5,3%, тогда как в США он равен 2,3%, во Франции 2%, а в Англии лишь 1,2%.

Стремясь к дальнейшему повышению производительности общественного труда, наш народ делает для этого все необходимое: принимает меры к ускорению технического прогресса во всех сферах материального производства, к внедрению научной организации труда и широкому развитию социалисти-

ческого соревнования и движения за коммунистический труд.

В связи с этим следует подчеркнуть, что в текущем году за счет роста производительности труда будет получено 87% прироста промышленной продукции и 91% прироста строительно-монтажных работ.

За годы пятилетки научно-исследовательские, проектные, конструкторские, промышленные, транспортные и строительные организации выполнили большие работы в области технического прогресса, чему наша партия всегда придавала и придает первостепенное значение.

Борьба за технический прогресс сочетается с различными мерами экономического характера, направленными на усиление режима экономии, на выявление и использование резервов производства, на рачительное отношение к каждой минуте рабочего времени.

Успешному осуществлению этих мер, как показывает опыт промышленности, способствует новая система планирования и экономического стимулирования, на которую в текущем году будут постепенно переходить все строительные организации, в том числе и строители автомобильных дорог. Новая реформа окажет положительное влияние на улучшение строительного дела.

Вообще строительство в нашей стране является одной из ведущих отраслей материального производства. От его успехов в значительной степени зависит развитие всех отраслей народного хозяйства. Поэтому дальнейшее улучшение строительного дела — важная, не только хозяйственная, но и политическая задача. Дорожное строительство

в этом отношении не является исключением.

**Переход на новые условия хозяйствования** открывает широкие перспективы к совершенствованию дорожно-строительного производства, к улучшению его технико-экономических показателей. Но для этого надо, чтобы все возможности, предоставляемые новой реформой, были использованы полностью. Как показывает практика треста Севкавдорстрой, перешедшего в середине прошлого года на новые условия хозяйствования, внедрение реформы требует весьма тщательной и всесторонней подготовки, включающей не только экономические мероприятия, но и организационные, кадровые и воспитательные. Надо прежде всего добиться снижения себестоимости работ и обеспечить рентабельность на каждом участке производства. Работники стройки должны отчетливо представлять себе, что положительные результаты их труда и размер фондов поощрения будут зависеть главным образом от бережливого расходования строительных материалов, трудовых ресурсов и денежных средств, и что **главным показателем в работе по-новому является своевременный ввод строящегося объекта.** На это должны быть направлены все усилия и ресурсы строек.

**Реформа не может мириться с плохой организацией труда, с неполным использованием средств механизации и строительного оборудования.** В этих условиях очень важно сосредоточить внимание руководителей на вопросах организации строительного производства. Надо наладить двух-трехсменную работу основных дорожных машин и построенного транспорта, свести до минимума производственные простои, добиться строгого соблюдения графика по всем строительным процессам и операциям материально-технического снабжения. Здесь — широкое поле деятельности для внедрения научной организации труда.

Кстати сказать, внедрением НОТ в дорожно-строительное производство занимаются пока еще недостаточно. Стройки слабо ощущают содействие в этом деле со стороны дорожных секций НТО АТ и ДХ. Почти ничего не делается в этом отношении вышестоящими организациями — главками и управлениями министерств автомобильных дорог, дорожными управлениями областей и краев. В результате весьма мощное средство повышения эффективности производства, каким является НОТ, используется весьма слабо.

**Реформа требует также дальнейшего совершенствования управления строительством, его упрощения и удешевления.** В этой связи заслуживает внимания опыт треста Киевдорстрой Минтрансстроя, где за последние годы, в процессе подготовки к переходу на новую реформу, достигнуты положительные результаты в овладении искусством управлять и найдены рациональные методы улучшения планирования и экономного расходования фондов заработной платы в низовых подразделениях треста. Не менее интересна практика треста Севкавдорстрой по совершенствованию порядка образования в низовых подразделениях фондов стимулирования. Опыт указанных трестов

хотя и незначителен, но он на первых порах может оказать известную помощь тем, кто начинает работу по-новому.

Вообще следует отметить, что переход на новые условия хозяйствования — это сложный организационный и технико-экономический процесс, требующий в ряде случаев от строителей серьезных поисков и решительных шагов первооткрывателей. Поэтому наряду с тщательной и всесторонней подготовкой дорожных строек к этому переходу неизбежно дальнейшее совершенствование и уточнение уже принятых на этот счет положений и инструкций.

Новый год для дорожников должен быть годом еще более широкого использования внутренних резервов производства. Плановые задания по дорожному строительству, несомненно, будут дополняться потребностями в дорогах местных сельскохозяйственных, промышленных и других организаций. Удовлетворение этих потребностей без использования внутренних ресурсов практически невозможно. Кроме того, введение в действие внутренних ресурсов весьма благотворно может сказаться на повышении эффективности самого дорожно-строительного производства и укреплении его материально-технической базы. Следовательно — резервы и еще раз резервы! Это один из центральных вопросов инженерно-технической мысли дорожников и объект поисков рационализаторов производства. От его решения во многом будет зависеть и успех выполнения заданий по дорожному строительству на 1971 г.

Состоявшаяся в декабре прошлого года Вторая сессия Верховного Совета СССР приняла закон о Государственном плане развития народного хозяйства

СССР на 1971 г., который является составной частью девятой пятилетки.

**Главнейшие задачи этого плана — повышение эффективности общественного производства, дальнейшее укрепление материально-технической базы сельского хозяйства, ускорение научно-технического прогресса, совершенствование управления и обеспечение на этой основе высоких темпов развития всех отраслей народного хозяйства и роста благосостояния советских людей.**

По этому плану объем капитального строительства увеличится на 7,2%. Возрастает вложения и в развитие всех видов наземного транспорта, в том числе и автодорожного.

В целях повышения эффективности капитальных вложений внимание строителей обращается на необходимость сокращения объема незавершенного строительства и на ускорение ввода строящихся объектов.

Руководители дорожно-строительных организаций, получив задания по плану 1971 г., должны ознакомить каждого рабочего, инженера и техника с характером и объемами намеченных работ. С учетом опыта прошлого года разработать соответствующие планы организации строительства уже в условиях новой реформы, имея в виду прежде всего повышение эффективности дорожно-строительного производства.

Партийные и профсоюзные организации должны всемерно развивать и поддерживать инициативу коллективов строек, направленную на выполнение повышенных обязательств в честь XXIV съезда КПСС.

Есть все основания считать, что коллективы строителей автомобильных дорог с первых дней работы по-новому будут трудиться еще лучше.

## МОСТОСТРОИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИЯ



На Ростовском заводе мостовых железобетонных конструкций Мостостроительного треста Минавтодора РСФСР. На фотографии — цех сборных элементов с камерами пропаривания. Здесь себестоимость изделий — 60,6 коп. на 1 руб. продукции.

# РЕЗЕРВЫ, РЕЖИМ ЭКОНОМИИ

## Совершенствовать управление производством

Управляющий трестом Киевдорстрой В. РЫБНИКОВ

«Огромный резерв ускорения развития народного хозяйства кроется и в улучшении планирования, совершенствовании управления производством и организации труда». Эти слова Л. И. Брежнева в его выступлении перед избирателями Бауманского избирательного округа (в июне 1970 г.) с особой силой подчеркнули остроту этой задачи в современных условиях строительства коммунистической экономики. «...Поэтому изучать науку управления, а если надо — и перучиваться — становится первой обязанностью наших кадров».

В течение последних трех лет в тресте Киевдорстрой и его предприятиях (строительных управлениях и автомобильных базах) ведется изучение теоретических вопросов управления. Руководящие работники треста читают лекции для коллективов предприятий, проводятся специальные занятия для руководителей предприятий и начальников отделов.

Главным принципом управления, как учит нас партия, является демократический централизм. Этот принцип предусматривает централизованное руководство народным хозяйством в сочетании с хозяйственной самостоятельностью коллективов предприятий при широком развитии их инициативы. В то же время он требует единоначалия в управлении в сочетании с коллегиальностью в решениях наиболее важных вопросов. Все это должно сочетаться с широким развитием творческой инициативы и активности трудящихся в управлении производством.

В свете этого основного принципа и руководствуясь решениями сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС трест четыре года тому назад полностью передал строительным управлениям и автомобильным базам права, предусмотренные «Положением о социалистическом государственном производственном предприятии», в области управления имуществом и средствами предприятия, в области планирования, строительства и капитального ремонта, технологии производства, материально-технического снабжения, финансов, труда и заработной платы<sup>1</sup>.

Однако передать все права предприятию не так трудно, значительно труднее обеспечить повседнежное осуществление этих прав предприятиями, соблюдение этих прав трестами и привить ответственность предприятий за переданные им права. Прошедшие четыре года показали, что коллективы предприятий и аппарата треста в основном справились с этим делом.

Большинство руководителей и коллективов старались достичь «паибольших результатов при наименьших затратах трудовых, материальных и финансовых ресурсов, максимально используя производственные мощности, внутрихозяйственные резервы, строго соблюдая режим экономии, внедряя новейшие достижения науки, техники и передового опыта, а также применяли прогрессивные нормы расхода сырья, материалов, топлива, электроэнергии, снижая себестоимость продукции и повышая рентабельность производства» (п. 23 Положения).

Большинство руководителей предприятий умело сочетает единоначалие и широкое привлечение к управлению общест-

венных организаций и всего коллектива работников (пп. 4, 89, 90, 95, 103 Положения).

Руководители предприятий правильно строят организационную структуру своих подразделений (п. 23), продолжая укрупнять имеющиеся участки старших производителей работ. В практике управления этими подразделениями указанные предприятия в большинстве случаев выполняют п. 94, который гласит, что руководитель этих подразделений и нижестоящие инженерно-технические работники «являются полными руководителями и непосредственными организаторами производства и труда и несут ответственность за выполнение плана производства на своем участке и за качество продукции».

Во всех строительных подразделениях начато выполнение п. 23 и 80, которые рекомендуют производственно-хозяйственную деятельность участков «осуществлять, как правило, на основе внутреннего хозяйственного расчета» и «выделять на отдельный баланс свои производства».

Выполняются также рекомендации о необходимости четкого определения обязанности и прав заместителей начальников предприятий, отделов, структурных подразделений и отдельных работников (п. 92, 93). В хозяйствах изданы приказы по этим вопросам, составлены Положения об обязанностях и правах.

Внедрение Положения привело к пересмотру и перестройке управления на уровне предприятия и его подчиненных организаций, т. е. между строительным управлением и участком старшего производителя работ и между автомобильной базой и автоколонной. Эта перестройка сейчас находится в стадии осуществления и идет прежде всего по пути повышения ответственности низовых подразделений за выполнения плана и технико-экономических показателей при расширении самостоятельности до уровня данного звена управления. Кроме того, осуществляется перевод этих подразделений на действенный хозрасчет с показателями по себестоимости и прибыли, а также перестройка планирования показателей один раз на весь год с подсчетом всех необходимых ресурсов и т. д.

Следовательно, руководители предприятий сочетают хозяйственную самостоятельность с выполнением задач, поставленных трестом, осуществляют единоначалие в сочетании с коллегиальностью и участием партийных и профсоюзных организаций в решении всех основных вопросов производства.

Резко изменились права и ответственность по управлению хозяйствами со стороны аппарата треста. В результате передачи строительным управлениям и автобазам прав и обязанностей, предусмотренных Положением, отделы треста освободились от несвойственной работы, которую они выполняли раньше. Так, производственный отдел не стал заниматься оформлением документов по приемке работ от заказчиков, не ведет накопительных ведомостей выполняемых работ. У объединенного технического сметно-договорного отдела изъяты обязанности прямых связей с проектными институтами по вопросам обеспечения предприятий проектно-сметной документацией, изъята работа по составлению и оформлению договоров с заказчиками. Плановый отдел прекратил составление квартальных планов для подразделений и передал предприятиям работу по составлению годовых и квартальных планов в разрезе конструктивных и физических объемов и по видам производств. Отдел кадров треста теперь не занимается подбором и расстановкой рабочих и инженерно-технических кадров в предприятиях с соответствующим оформлением документации (кроме руководителей предприятий, их заместителей и гл. бухгалтеров). Контора материально-технического снабжения передала предприятиям все прямые связи с поставщиками. Работу по составлению заявок на материально-технические ресурсы теперь выполняют предприятия.

Это далеко не полный перечень обязанностей и работ, которые после введения Положения не выполняют отделы треста.

Теперь же работники треста прежде всего осуществляют строгий контроль и анализ выполнения предприятиями своих обязанностей, решают вопросы перспективного планирования, проводят единую техническую политику в области механизации и автоматизации, организации и технологии производства,

**Нет сейчас у нас более важного дела в экономике, чем осуществление научно-технической революции.**

**Л. И. Брежнев**

<sup>1</sup> См. журнал «Автомобильные дороги», № 8 за 1969 г.

разрабатывают методы и формы управления на уровнях предприятия и участков, внедряют опыт других организаций и т. д.

Такая перестройка работы аппарата треста ставит вопрос о пересмотре организационной структуры отделов и штатов. Видимо, потребуется еще некоторое время для решения всех этих вопросов и подведения итогов работы в новых условиях.

Коллективом треста и его подразделениями была проделана определенная работа по совершенствованию аппарата управления, что дало снижение численности и размера заработной платы<sup>1</sup>. Это принесло коллективу некоторые успехи. Пятилетний план строительно-монтажных работ в целом по тресту был выполнен к 15 октября 1970 г. Также досрочно выполнено пятилетнее задание по снижению себестоимости. При плане прибыли на пятилетие 11,2 млн. руб. фактически на 1 октября 1970 г. была получена прибыль в сумме 13 млн. руб.

Успешно выполняется задание по росту производительности труда. За 9 месяцев 1970 г. против аналогичного периода 1969 г. выработка возросла на 13,8%.

В связи с переходом с января 1971 г. на новую систему планирования и экономического стимулирования необходима дальнейшая перестройка управления. Прежде всего необходимо, чтобы каждый работник от управляющего до рядового строителя знал, что значит работать по-новому. В первую очередь руководителям всех степеней и категорий придется отказаться от оценки деятельности хозяйств по данным выполнения плана строительно-монтажных работ, ибо этот показатель теперь становится как бы второстепенным, только

учетным. Ведь давно известно, что этот показатель достигался нередко за счет форсирования дорогостоящих работ во вред комплексному ведению строительства и даже за счет задержки или срыва ввода объектов.

Теперь же надо научиться управлять так, чтобы выполнялся первый и, пожалуй, основной показатель — **своевременное и полное окончание всех этапов работ, намеченных на данный год.** Выполнение этого показателя даст возможность и уверенность в выполнении основного показателя — ввода объектов текущего года.

Задача по выполнению в срок строительных этапов очень сложная и трудная и требует новых методов управления. Достаточно сказать, что в тресте на 1971 г. в каждом строительно-монтажном управлении будет до 60 этапов. Для каждого из них определен состав работы, местоположение и срок выполнения. Таким образом, уже в начале года строительным управлениям и исполнителям (от старшего прораба до мастера) будут установлены планы работ с обязательным выполнением определенных видов работ на конкретных участках и жесткие сроки их окончания. Следовательно, полностью исключаются какие-либо случаи изменений планов работ.

В начале года должна быть продумана, а затем в течение всего года осуществлена четкая организация и технология работ по каждому этапу, порядок обеспечения средствами механизации, транспорта и материалами. Необходимо установить повседневный контроль за ходом работ на каждом этапе. Оперативный контроль и бухгалтерский учет следует перестроить в разрезе этапов, поскольку и результаты по прибыли будут определяться также в разрезе каждого этапа.

УДК 625.7.65

<sup>1</sup> См. журнал «Автомобильные дороги» № 10 за 1970 г.

## НАША ТРИБУНА

# Производительность труда в натуральном выражении

В. ЗОЛОТАРЕВ

О недостатках показателя производительности труда, выраженного стоимостью работ, приходящихся на одного работника, писалось достаточно много. Известно, что лишь разная структура работ и довольно частое изменение ее искажают действительную выработку и делают несопоставимым ее уровень. Поэтому, естественно, делаются поиски планирования, учета и анализа этого показателя в «чистом виде» с устранением влияния стоимости материалов, стоимости эксплуатации машин и других факторов, не связанных с затратами живого труда.

На практике все больше приходят к мысли, что наиболее приемлемым и целесообразным выражением производительности труда должна стать выработка в натуре. Количество продукции, производимое в единицу рабочего времени, или количество времени, затрачиваемого на единицу продукции (1 км дорог, трубопровода, 1 м<sup>2</sup> жилья, 1 м<sup>3</sup> кладки и т. д.), является наиболее достоверным показателем уровня производительности труда.

Этот показатель с наибольшей точностью позволяет: выявить изменение выработки или затрат труда в динамике по сопоставимым видам продукции и видам строительно-монтажных работ;

планировать численный, квалификационный и профессиональный состав рабочих;

сопоставлять уровень производительности труда, достигнутый на однородных работах в нашей стране и за рубежом; обеспечить наглядность и сопоставимость результатов социалистического соревнования.

Определение производительности труда в натуральных показателях встречает ряд трудностей, которые заставляют искать единую методику расчетов, обеспечивающую сопоставимость указанных показателей.

Общая схема определения выработки в натуре, применяемая в организациях Минпостройтреста СССР, в соответствии с Методическими указаниями Министерства следующая.

В жилищном строительстве выработку на одного рабочего рассчитывают по формуле

$$B_n = \frac{O}{C_n H}, \quad (1)$$

где  $B_n$  — выработка на одного рабочего, м<sup>2</sup> полезной площади жилья на 1 чел.-день;

$O$  — объем построенного и сданного в эксплуатацию жилья, м<sup>2</sup> полезной площади;

$C_n$  — среднесписочная численность рабочих, занятых на строительно-монтажных работах и в подсобном производстве;

$H$  — количество рабочих дней (8-часовых) в учитываемом периоде (год, полугодие, квартал).

Выработку по группе строительных трестов определяют по формуле

$$B_{nc} = \frac{\sum O_{ж1,2...x}}{\sum C_{ч1,2...x}}, \quad (2)$$

где  $B_{nc}$  — средняя выработка на одного рабочего по группе организаций;

$\sum O_{ж1,2...x}$  — объем жилья по группе исследуемых организаций, м<sup>2</sup>;

$\sum C_{ч1,2...x}$  — среднесписочная численность рабочих по группе организаций.

Затраты труда на 1 м<sup>2</sup> полезной площади жилья определяют по формуле

$$T_z = \frac{C_n \Phi}{O_{ж}}, \quad (3)$$

где  $T_z$  — затраты труда, чел.-ч на 1 м<sup>2</sup> полезной площади жилья;

$\Phi$  — календарный фонд рабочего времени одного рабочего, в часах за исследуемый период (квартал, полугодие, год).

По формуле (3) можно сделать комплексных затрат труда с учетом всех работ на 1 м<sup>2</sup> полезной площади и затрат труда на отдельные строительные процессы (монтаж конструкций и деталей, кирпичной кладки, отделочных работ).

В случаях когда организация строит культурно-бытовые объекты, для расчета выработки в натуральных показателях следует выделить среднесписочную численность, занятую только на строительстве жилья, а если это невозможно, то к объему полезной площади, принимаемой в расчет, необходимо плюсовать площадь введенных в эксплуатацию культурно-бытовых объектов с корректировкой по сметной стоимости. Например, детский сад сметной стоимостью 120 тыс. руб. при сметной стоимости 1 м<sup>2</sup> полезной жилой площади 120 руб. следует приравнять к 1000 м<sup>2</sup> жилой площади.

Практика показывает, что расчет выработки в физических измерителях или затрат труда на конечную единицу продук-

ции (м<sup>2</sup> жилья) в жилищном строительстве не представляет особых затруднений и дает достаточно точную оценку производительности.

Значительно сложнее обстоит дело в промышленном строительстве из-за огромного разнообразия проектных решений, типов сооружений.

В этой связи производительность труда в натуре здесь пока определяют не с учетом всей совокупности отдельных процессов, а выборочно по группе бригад, участков, управлений.

Формула для расчета выработки в промышленном строительстве следующая:

$$B = \frac{V_x 6,82}{T}, \quad (4)$$

где  $B$  — выработка в натуральном выражении на 1 чел.-день;

$V$  — объем выполненных работ;

6,82 — средняя продолжительность рабочей смены (ч);

$T$  — фактические затраты труда на выполнение учитываемого объема работ, чел.-ч.

Затраты на единицу работ определяют по формуле:

$$T_{ед} = \frac{T_o}{V}, \quad (5)$$

где  $T_{ед}$  — затраты, чел.-ч на единицу работ;

$T_o$  — общие затраты труда на выполненный объем работ;

$V$  — объем выполненных работ.

Среднюю затрату труда на единицу работ или среднюю выработку на одного рабочего по группе управлений, трестов или в целом по министерству определяют как средневзвешенное из соответствующих показателей по отдельным объектам.

Для обеспечения единообразия и сопоставимости в определении выработки в натуральных показателях по видам работ министерством установлена единая для всех организаций укрупненная номенклатура строительно-монтажных работ, объединяющая основные и вспомогательные процессы. В номенклатуру входят: устройство бетонно-монолитных конструкций (укладка бетона, устройство и разборка опалубки, монтаж арматуры); кирпичная кладка (непосредственно кладка, устройство и разборка подмостей, горизонтальное и вертикальное перемещение материалов в пределах рабочей площадки); штукатурные и малярные работы (отдельно), также с учетом подсобно-вспомогательных процессов и др.

За исходные данные для определения комплекса основных и вспомогательных процессов, входящих в единицу работ, принимают составы работ, предусмотренные сметными нормами, и проекты организации работ.

Выполненный объем работ по каждому из процессов, учитываемый при определении выработки в натуре, берут из актов формы 2 и 3 за определенный исследуемый период в целом по объекту или этапу работ (конструктивному элементу).

Фактические трудовые затраты на выполненный объем того или другого вида работ берут из нарядов, табелей, реестров и других документов. В случаях когда рабочие в течение учитываемого периода выполняли ряд основных работ (кирпичная кладка, монтаж конструкций), фактические затраты труда, приходящиеся на один вид работы, исчисляют исходя из удельного веса нормативной трудоемкости по нарядам.

При определении выработки учет только затрат рабочих-сдельщиков не дает объективного представления о производительности труда. В этой связи Методическими указаниями предусмотрен порядок учета затрат труда по временщикам (машинистов строительных машин, дежурных слесарей, электромонтеров и других рабочих, занятых на обслуживании строительно-монтажных работ и в подсобном производстве).

Трудовые затраты этих рабочих определяют или прямым счетом (по табелям) или, если это невозможно, в процентах от трудовых затрат сдельщиков по удельной численности по временщиков в общей численности рабочих, занятых на строительно-монтажных работах и в подсобном производстве.

Одним из затруднений на пути расчета выработки в натуре является то обстоятельство, что выполняемые работы одного вида имеют большой диапазон затрат труда в зависимости от характера, сложности, условий производства. Так, затраты времени по норме на улучшенную масляную окраску в 10 раз выше нормы на известковую окраску. Ясно, что прямое сопоставление выработки в этом случае недопустимо. Поэтому рекомендуется все виды одной работы приводить к условной единице по формуле

$$O_n = \frac{O_1 H_1 + \dots + O_x H_x}{P}, \quad (6)$$

где  $O_n$  — приведенный к условной единице объем работ;

$O_{1...x}$  — объем работ по разновидностям;

$H_{1...x}$  — норма времени по ЕНиР или ВНиР на единицу работ по разновидностям;

$P$  — норма времени на единицу работ по ЕНиР и ВНиР, к которой приводятся все остальные виды данной работы.

За условную единицу работ на стройках Минтяжстроя СССР принято: устройство бетонно-монолитных конструкций — укладка бетонной смеси и ленточные фундаменты шириной до 600 мм (ЕНиР 4—1—37 табл. 3, стр. 1); кирпичная кладка — кладка средней сложности в два кирпича под расшивку (ЕНиР § 3—3 табл. 3); малярные работы — улучшенная масляная окраска (ЕНиР § 8—24 табл. 6а 14).

Методика определения выработки в натуральном выражении на строительстве линейных объектов — автомобильных дорог, линий электропередач, магистральных трубопроводов и других имеет некоторую особенность. В книге автора статьи и Я. Купермана «Производительность труда в строительстве» (Москва, 1968 г., Стройиздат) подробно изложена методика расчета и планирования производительности труда в натуральных показателях на строительстве магистральных нефте- и газопроводов, которая применима к строительству дорог.

В соответствии с этой методикой выработка на одного рабочего, занятого на строительстве, в натуральных сопоставимых показателях рассчитывается по формуле

$$B = \frac{H}{C}, \quad (7)$$

где  $B$  — выработка на одного рабочего, км построенного трубопровода (в год, полугодие, квартал);

$H$  — общая протяженность магистральных трубопроводов, приведенная к условному диаметру 720 мм;

$C$  — среднегодовая численность рабочих.

Плановая выработка рабочего в натуре в год рассчитывается по формуле

$$B_r = \frac{B_{вр} K П K_1}{H_{вр}}, \quad (8)$$

где  $B_r$  — плановая годовая выработка одного рабочего в натуральных показателях;

$B_{вр}$  — количество рабочих дней в году;

$K$  — коэффициент, выражающий уровень использования годового баланса рабочего времени на выполнение основных работ и сопутствующих технологическому комплексу вспомогательных работ (коэффициент производительных затрат);

$П$  — среднегодовая продолжительность рабочего дня, ч;

$H_{вр}$  — нормативное время на выполнение конечной условной единицы работ, ч;

$K_1$  — коэффициент, выражающий средний процент выполнения норм времени.

Из значений, указанных в формуле, трудность представляет технико-экономическое обоснование и определение коэффициента производительных затрат ( $K$ ). Дело в том, что при строительстве неизбежны потери и непроизводительные затраты времени (перемещение по ходу работы с объекта на объект; простои по атмосферным условиям; вспомогательные работы, не предусмотренные укрупненными нормами и др.).

Видимо, без поправки на эти потери планировать выработку в натуральном выражении нельзя. Для этого надо установить нормативы или коэффициенты непроизводительных затрат (на строительстве магистральных трубопроводов эти коэффициенты установлены).

Изложенная методика учета и планирования производительности труда в натуральном выражении не может претендовать на научно-экономическую бесспорность и обоснованность. Поэтому сейчас ставится задача на основе первого опыта уточнить принципы учета и планирования указанного показателя с тем, чтобы перейти к его широкому использованию не только в отдельных организациях, но и в целом по крупным объединениям, главам, министерству.

Есть основания утверждать, что поиски планирования и учета производительности труда в натуральном выражении являются наиболее перспективными.

УДК 331.015.3:625.7

От редакции. Публикуя статью В. Золотарева, редакция просит читателей журнала высказаться о возможности применения описанного метода определения производительности труда с учетом специфики дорожного строительства.



# НОВАЯ РЕФОРМА- В ДЕЙСТВИИ

## В защиту нашего опыта определения этапов строительства

Н. Г. ФРИДРИХ, В. Ф. СВИРИДОВ, В. П. УГЛОВ,  
Т. Т. ЦИБРИЙ

В 1972 г. должен быть закончен перевод всех объектов строительства автомобильных дорог на финансирование по завершённому платёжному этапу или готовым объектам. Успех и эффективность этой реформы в значительной мере зависит от правильного определения понятия этапа для специфических условий дорожного строительства.

С этой точки зрения весьма своевременным является опубликование в журнале «Автомобильные дороги» статьи М. Н. Ритова, Е. В. Калечица и Г. Ю. Сучинский «Типовые этапы расчетов в дорожном строительстве» (1970, № 7).

Авторы статьи правильно отмечают необходимость выработки единого подхода при определении этапа, имея в виду направленность решения ЦК КПСС и Совста Министров

СССР о переходе подрядных строительных организаций на новую систему планирования и экономического стимулирования.

Вместе с тем, в отличие от объектов жилищного и промышленного строительства, ввод в эксплуатацию которых допустим только после завершения всего объекта или крупного пускового комплекса, эксплуатация автомобильной дороги начинается уже в процессе ее строительства. По мере готовности отдельных участков иногда очень небольшого протяжения по ним открывают движение не только построенного транспорта, но и транспорта общего пользования, в том числе транзитного. Эта особенность строительства автомобильных дорог выдвигает, на наш взгляд, дополнительное требование к определению платёжного этапа — оплата должна проводиться с учетом обеспечения безопасности движения и сохранности построенной части объекта в процессе эксплуатации.

Последнему требованию отвечает только «вертикальный» метод членения объекта на этапы. В этом случае этапом является полностью законченный участок дороги, приемка которого к оплате заказчиком является как бы приемкой его во временную эксплуатацию.

В тресте Ростоблдорстрой разбивка объектов на этапы «по вертикали» применяется с 1966 г. и почти пятилетний опыт подтверждает правильность такого членения.

М. Н. Ритов и др. отмечают, что опыт треста Ростоблдорстрой заслуживает внимания, но рекомендуют для определения типового этапа «горизонтальное» членение объекта. Основным аргументом против «вертикального» метода членения выдвигается то, что при строительстве дорог с усовершенствованным покрытием капитального типа земляное полотно должно быть возведено за год до постройки покрытия. Однако это последнее требование не может рассматриваться как препятствие против разбивки автомобильной дороги на этапы «по вертикали».

Удельный вес земляных работ и малых искусственных сооружений в сметной стоимости строительства современной автомобильной дороги не превышает 20% и стоимость выполненных работ по возведению земляного полотна (задел) будет в пределах разумного и необходимого размера незавершен-

Объект	Платёжный этап	Конструктивные элементы и виды работ, входящие в этап	Объёмная характеристика этапа	Примечание
1. Автомобильная дорога (кроме участков, проектируемых по индивидуальным проектам)	Участок дороги, подготовленный к сдаче в эксплуатацию	Подготовительные работы в полосе отвода. Постройка труб и малых мостов. Возведение земляного полотна и укрепительные работы. Устройство дорожной одежды. Обустройство пути	2 (I), 3 (II) или 4 (III-IV) км	В скобках указана техническая категория дороги
2. Участки дороги с большими насыпями или выемками (объём более 50 тыс. м³ на 1 км)	а) Участок готового земляного полотна	Подготовительные работы. Постройка труб и малых мостов. Устройство земляного полотна	Протяженность участка принимается из расчета 150—200 тыс. м³ земляных работ	При необходимости выторфовывания оно может быть выделено в отдельный этап
3. Пересечение в разных уровнях	б) Участок дороги, подготовленный в эксплуатацию	Укрепительные работы. Устройство дорожной одежды. Обустройство пути	То же, но не более протяженности, указанной в п. а.	Можно принимать несколько этапов, если объем земляных работ более 200 тыс. м³
4. Искусственные сооружения (подпорные стенки, тоннели, большие мосты)	а) Участок готового земляного полотна	Подготовительные работы. Постройка труб. Устройство земляного полотна	Пересечение	То же, если общая длина дороги в пределах пересечения более 2 км
5. Здания и сооружения дорожной и автотранспортной службы	б) Путепроводы	Количество и состав этапов определяют специализированные организации	Пересечение	Завершающий этап — сооружение, подготовленное к сдаче в эксплуатацию
6. Производственные здания и сооружения (сверх установленной СНиПом процентной нормы)	в) Пересечение, подготовленное к сдаче в эксплуатацию	Укрепительные работы. Устройство дорожной одежды. Обустройство пути	Пересечение	При стоимости каждого комплекса более 50 тыс. руб. комплекс оплачивают после завершения всех работ
I. АБЗ и ЦБЗ, битумные и камнедробильно-сортировочные базы	а) Нулевой цикл	Подготовительные работы. Нулевой цикл. Наружные конструкции	Комплекс стоимостью более 50 тыс. руб.	
II. Объездные и подъездные пути, временные дороги вдоль трассы	б) Надземная часть сооружения	Строительство надземной части. Сантехнические работы	Комплекс	
	в) Комплекс, подготовленный к сдаче в эксплуатацию	Отделочные работы. Благоустройство	.	
	а) Нулевой цикл	Подготовительные работы. Нулевой цикл	.	
	б) Надземная часть сооружения	Строительство надземной части. Монтаж оборудования	.	
	в) Комплекс, подготовленный к сдаче	Благоустройство. Пусконаладочные работы	.	
	Законченный объект	То же, что в п. 1	До 5 км	Если более 5 км, то выделяют несколько этапов

ного производства, которое должно оставаться у подрядной организации на конец календарного года и финансироваться за счет кредитов банка или авансов заказчика.

«Горизонтальный» метод разбивки на этапы вызывает ряд серьезных возражений. При таком членении расчеты за крупные этапы на деле подменяются расчетами за законченный конструктивный элемент.

Такой порядок расчетов не стимулирует скорейшего окончания участка дороги. В принципе заказчик будет вынужден принять и оплатить подрядчику, например три-четыре этапа основания без покрытия, что не только «заморозит» капиталовложения, но и поставит под угрозу сохранность выполненных и оплаченных работ.

Могут быть случаи завершения и предъявления к оплате законченных этапов при невыполнении всех работ на смежных этапах, например сдача этапа по устройству дорожной одежды при незаконченных укрепительных работах.

Переход на новую систему расчетов между заказчиками и подрядчиками предполагает изменение порядка планирования работ и разбивки их по кварталам.

Годовой и квартальный планы подрядных работ в денежном выражении и физических показателях должен представлять собой сумму этапов, подлежащих сдаче в отчетном периоде. При «горизонтальном» методе разбивки объекта на этапы такое планирование крайне затруднено.

Исходя из приведенных соображений с учетом опыта работ дорожно-строительных организаций Ростовской области мы считаем возможным рекомендовать следующую типовую разбивку строительства автомобильной дороги на платежные этапы (при сметной стоимости объекта более 100 тыс. руб.), приведенную в таблице.

Работы, выполнение которых согласно заданию на проектирование автомобильной дороги предусматривается субподрядными организациями, выделяют в отдельные этапы. Мелкие работы, выполняемые различными организациями по субподрядным договорам (перенос линии связи и электропередачи, переустройство газопроводов в местах пересечения и др.), входят в состав общих этапов и оплачиваются генеральным подрядчиком по мере их готовности за счет своих оборотных средств.

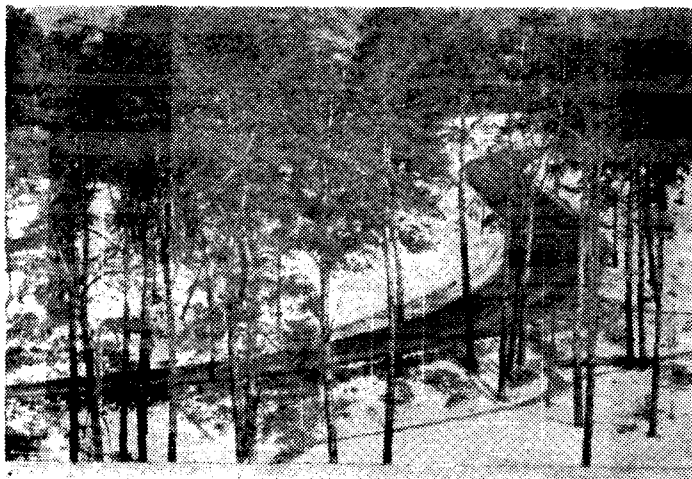
В стоимость каждого этапа следует включать все затраты, *предусматриваемые сметой* в процентах к стоимости прямых затрат (накладные расходы, плановые накопления, затраты на строительство временных сооружений, зимнее удорожание, непредвиденные расходы и др.).

В процессе внедрения в практику строительства автомобильных дорог новых форм расчетов типовая схема разбивки объекта на этапы может быть уточнена, но очень важно уже сейчас определить правильный метод деления, который должен стать обязательным для всех проектных институтов и дорожно-строительных организаций, независимо от их ведомственной подчиненности.

По нашему мнению, описанный способ разбивки объекта на этапы может найти применение в практике дорожно-строительных организаций.

УДК 625.7.003

## В ПОДМОСКОВЬЕ



# ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОРОГ

## Дорожно-эксплуатационную службу — в центр внимания

В. Т. ФЕДОРОВ

За последние годы дорожники все больше и больше обращают свое внимание на эксплуатацию автомобильных дорог. Это объясняется тем, что вводятся в действие все новые и новые автомобильные заводы и на дорогах страны возрастает поток автомобилей. Организуются десятки тысяч автомобильных пассажирских маршрутов, причем многие из них большой протяженности, как, например, Москва — Ленинград, Ленинград — Киев — Одесса, Алма-Ата — Ташкент, Ростов-на-Дону — Баку, Москва — Симферополь и многие другие. Количество дорог с твердым покрытием непрерывно увеличивается. Все это вместе взятое предъявляет повышенные требования к дорожно-эксплуатационной службе, в особенности к обеспечению на дорогах безопасного движения, надлежащей информации по пути следования автомобилей, организации обслуживания пассажиров и водителей, а также обеспечения автомобилей необходимым техническим обслуживанием. Повышаются требования и к соответствующим элементам комфорта.

Существующая сеть автомобильных дорог в ряде случаев еще не отвечает полностью всем этим требованиям. Поэтому вопросы эксплуатационной службы становятся все острее и острее и, видимо, неправильно поступают некоторые ведомства, сводя дорожно-эксплуатационную службу только к содержанию и ремонту дорог.

Главнейшим вопросом является обеспечение безопасности движения автомобилей, так как при его решении затрагиваются почти все стороны дорожно-эксплуатационной службы.

Нередко дорожники в первую очередь прибегают к устройству шероховатых покрытий как панацея от всех бед. Однако это не выход из положения. Обеспечение безопасности движения прежде всего должно начинаться с изучения геометрических элементов дороги, ее проложения в профиле и плане, выявления участков, создающих наиболее опасные условия движения и в первую очередь участков с повышенной интенсивностью движения. Отсюда возникает необходимость систематического учета проходящих автомобилей по дороге. В связи с этим необходимо создать единую методику учета. По получении учетных данных следует составить проект реконструкции (улучшения дороги) или повышения эксплуатационных характеристик на отдельных ее участках в соответствии с интенсивностью движения, проводя эту работу последовательно — стадийно.

Следующая группа вопросов относится к обстановке дороги соответствующими знаками и указателями, обеспечивающими подробную информацию водителей о положении на дороге, о местах отдыха, заправки и ремонта машин и т. п. В связи с этим следует категорически запретить загромождение дороги ненужными плакатами.

Особо опасные участки дороги должны быть надежно ограждены. При этом следует иметь в виду, что существующие ограждения не полностью отвечают своему назначению. Поэтому для создания наиболее эффективных средств ограждения необходимо предъявить требования к металлургической промышленности на выпуск специальных металлических лент волнистого профиля.

Особо следует остановиться на внедрении в практику светоотражающих красок для дорожных знаков и регулировочных линий, как одного из важнейших мероприятий по обеспечению безопасности движения особенно в ночное время. К сожалению, выпуск светоотражающих красок до сих пор



не обеспечен. Будем надеяться, что лакокрасочная промышленность в ближайшее время найдет нужное решение наболевшего вопроса.

Как известно, значительное количество районов нашей страны находится под снегом до шести месяцев в году. В связи с этим вопросы зимнего содержания дорог требуют к себе особо пристального внимания дорожников, ибо нарушение регулярности установившегося автомобильного движения влечет за собой большие потери в народном хозяйстве и затрагивает интересы трудящихся, пользующихся пассажирским автобусным сообщением.

Здесь следует особо выделить вопрос о борьбе с гололедом на дорогах. Видимо, решение этого вопроса связано, с одной стороны, с созданием таких типов дорожных покрытий, которые сами по себе не позволили бы образовываться гололеду и, с другой — с быстрейшим изысканием химических средств борьбы и организацией служб оповещения о возможном гололеде для принятия своевременно профилактических мер.

На страницах нашего журнала неоднократно обращалось внимание на необходимость создания условий комфорта для пассажиров и водителей, а также для технического обслуживания самих автомобилей. В этой области делается немало, но пока что бессистемно. А ведь для каждой дороги нужно составить проект размещения всех сооружений службы обслуживания, со строгой регламентацией расстояний друг от друга (например, беззаправочные станции должны находиться одна от другой не далее, чем на столько-то километров и т. д.).

Мероприятия по ремонту и содержанию дорог должны осуществляться таким образом, чтоб на дороге не возникало ямочности, волнообразований и других дефектов дорожного покрытия, затрудняющих нормальное движение автомобилей. Следует широко использовать метод организации содержания и ремонта дороги Ростов — Баку.

И, наконец, совершенно новый вопрос для дорожников — это организация автомобильного движения на дорогах. Сейчас, как правило, на дорогах вводят ограничения скорости движения независимо от его характера и режима, преследуя главным образом цели безопасности движения.

Как показывают некоторые данные и проведенные исследования, скорость автомобильного движения должна устанавливаться в зависимости от его интенсивности. Особенно это необходимо на подъездах к крупным промышленным и административным центрам. Следовательно, скорость на этих участках будет в зависимости от их загрузки переменной. Современная техника позволяет это делать, и оповещение водителя, с какой скоростью он должен двигаться на данном участке, даст возможность значительно увеличить пропускную способность дороги без ее коренной реконструкции.

Все перечисленные вопросы в той или иной мере обсуждались 27—29 октября 1970 г. на научно-техническом совещании дорожников в Алма-Ате, созванном Центральным и Казахским республиканским правлениями НТО автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, Министерством автомобильных дорог Казахской ССР.

В работе совещания приняли участие представители дорожных организаций союзных республик, министры, заместители министров, руководящие работники дорожно-эксплуатационных хозяйств.

В работе совещания участвовали заведующий сектором отдела транспорта и связи ЦК КПСС И. П. Трофимов, заведующий отделом ЦК КП Казахстана Л. Г. Жуков.

Совещание показало, что в вопросах организационных структур дорожно-эксплуатационных хозяйств вряд ли целесообразна какая-либо унификация. Министерства и ведомства, занимающиеся дорожным хозяйством, должны сами решить этот организационный вопрос, имея в виду, что эксплуатацией дорог никто не будет заниматься, кроме дорожников, следовательно, и структуры должны быть соответственные.

Обстоятельному обсуждению на совещании были подвергнуты доклады министра автомобильных дорог Казахстана Л. Б. Гончарова, зам. министра строительства и эксплуатации автомобильных дорог РСФСР Г. Н. Бородин и др.

На совещании был начат серьезный разговор о задачах дорожно-эксплуатационной службы, ее роли и значении в системе дорожного хозяйства страны.

Совещание приняло соответствующие рекомендации по обсуждаемым вопросам, положив тем начало решению важнейших проблем дорожного хозяйства.

# Обеспечение безопасности движения на дорогах Украины

Заместитель министра строительства и эксплуатации автомобильных дорог УССР А. БИТАЕВ

Неблагоприятные дорожные условия являются причиной многих аварий. По данным ГАИ МВД УССР за 1969 г., около 7% дорожно-транспортных происшествий произошло из-за плохого состояния дорог. Кроме того, косвенной причиной немалого количества происшествий являются также неудовлетворительные дорожные условия.

В связи с этим важной задачей дорожных организаций является своевременное выполнение полного комплекса мероприятий, обеспечивающих соответствие технического состояния вновь построенных и существующих дорог условиям безопасного и удобного движения автомобилей с заданными скоростями.

Какие же основные мероприятия по обеспечению безопасности движения проводят дорожные организации Министерства строительства и эксплуатации автомобильных дорог УССР?

Прежде всего для новых дорог проектировщики полностью учитывают вопросы безопасности движения и осуществляют постоянный контроль за строгим соблюдением проектных решений и требований СНиПа при строительстве дорог.

Украинские дорожники ежегодно увеличивают темпы строительства новых дорог с тем, чтобы благодаря расширению дорожной сети уменьшить грузопотоки на существующих дорогах. В настоящее время в течение года республика строит свыше 5000 км новых дорог общего пользования. Создана опорная сеть дорог с твердым покрытием, которая соединила между собой все областные и районные центры и столицу Украины Киев. Центральные усадьбы более чем 70% колхозов и совхозов уже имеют благоустроенные подъезды.

Однако несмотря на достигнутые темпы строительства пока еще только 37% протяженности общей сети дорог имеют твердые покрытия; остальные дороги — грунтовые, которые не обеспечивают проезда в период распутицы весной и осенью, а также безопасного движения автомобилей в остальное время года из-за ветхости деревянных мостов и образования пыли в летнее время.

В последние годы дорожники выполняют большие работы по усилению существующей сети дорог путем капитального ремонта и реконструкции, поскольку многие дороги Украины общегосударственного и республиканского значения построены 15—20 лет назад и не соответствуют существующей интенсивности движения как по прочности дорожной одежды, так и по своим геометрическим параметрам в плане и продольном профиле.

В последнее время дорожники республики ежегодно выполняют капитальный ремонт более чем на 5 тыс. км дорог, что составляет 6% от общей сети дорог с твердым покрытием.

Сейчас все дорожно-эксплуатационные организации усилили внимание к мерам обеспечения безопасности движения на всех автомобильных дорогах республики. Наиболее опасные участки дорог определяют по результатам ежегодного осмотра дорог представителями дорожных организаций и ГАИ, и министерство намечает технические мероприятия для обеспечения безопасности движения, которые осуществляют облдоруправления при контроле со стороны министерства.

За период с 1967 г. по первое полугодие 1970 г. на дорогах республики с целью улучшения условий движения укреплено 1795 км обочин, устроено 612 км тротуаров в населенных пунктах, построено 4597 съездов с твердым покрытием, установлено 80230 м тросового ограждения и криволинейного бруса, на 4248 км дорог сделана шероховатая поверхностная обработка, оборудовано 3418 площадок для стоянок автомобилей и подъездов к автопавильонам и выполнены другие работы.

Начиная с 1969 г. на мостах с интенсивным движением стали устанавливать высокие бордюры. В 1970 г. таких бор-

дюр, асфальт сделан более 1700 км. В зависимости от конструкции существующих мостов Укргипродортрансом разработаны различные методы установки высоких бордюров.

Во многих случаях комплекс работ по обеспечению безопасности движения для каждой дороги определяют специально разработанным проектом. Большую помощь в составлении таких проектов оказывают студенты Киевского и Харьковского автомобильно-дорожных и Львовского политехнических институтов.

Для обеспечения движения в период гололеда на важнейших дорогах республики в прошлом году построено более 80 механизированных баз для притрассового хранения песка и соли.

Большое внимание стали уделять созданию дорожной телефонной связи, способствующей улучшению организации движения на дорогах. Вдоль дорог, идущих от Киева на Харьков, Одессу, Львов, Ленинград, Черновцы и другие, проложено и эксплуатируется дорожниками совместно с ГАИ более 3 тыс. км телефонных линий. На отдельных дорогах, кроме этого, широко используется радио и радиорелейная связь. Наличие такой связи позволяет работникам дорожно-эксплуатационной службы своевременно получать и передавать информацию об изменении дорожной обстановки, принимать неотложные меры для восстановления проезда на дорогах в период сложных погодных условий.

В целях распространения положительного опыта в 1970 г. на дорогах Киев—Житомир и Киев—Ковель оборудованы показательные участки протяжением до 100 км, на которых обеспечена максимальная безопасность движения. Опыт их работы обобщен министерством и уже на дороге Киев—Львов (участок Львов—Броды протяжением 104 км) по примеру киевских дорожников обеспечены условия безопасного движения.

Объем работ по осуществлению мероприятий, обеспечивающих безопасность движения, с каждым годом значительно возрастает. Улучшение условий безопасности и организации движения на дорогах республики является неотъемлемой частью повседневной многогранной производственной деятельности всех дорожных организаций Украины.

УДК 625.7.096(477)

## Светоотражающие пленки

Ю. Н. ДЗЮБИН

Рост автомобильного парка в нашей стране привел к значительному увеличению интенсивности движения на автомобильных дорогах. В результате этого сейчас возникает острая необходимость в повышении безопасности движения за счет внедрения эффективных мероприятий, направленных на снижение дорожно-транспортных происшествий, особенно в ночное время.

Задача заключается в изыскании и применении новых конструкций и материалов, которые позволили бы создать современные средства обстановки дороги, улучшающие ориентацию водителей и обеспечивающие максимальную безопасность и удобство движения. Применяемые средства регулирования движения (дорожные знаки, горизонтальная разметка, обозначение границ обочин и разделительных полос), выполняемые с помощью обычных красок, плохо воспринимаются издали во время движения, особенно в вечернее и ночное время и в туманную погоду. На дорогах, проходящих через населенные пункты, могут устанавливаться дорожные знаки с электрической подсветкой. Однако применение таких знаков ограничено отсутствием во многих местах электрической сети, а также сложностью их изготовления и эксплуатации.

В Америке и Европе в последнее время широко применяют светоотражающие материалы и катафотирующие устройства различных конструкций для изготовления дорожных знаков и других средств дорожной информации.

В СССР за последнее десятилетие также нашли применение в дорожном деле светоотражающие материалы в виде

пленок с шероховатой поверхностью, изготавливаемые различными дорожными организациями как в РСФСР, так и в ряде союзных республик (Латвийской ССР, Армянской ССР, Каз. ССР). Правда, дорожные знаки с шероховатой рефлектирующей поверхностью требуют дальнейшего совершенствования.

К светоотражающим материалам относятся также стеклянные катафоты, которые в СССР ранее использовались для оформления дорожных знаков, но из-за ряда недостатков не нашли дальнейшего применения. Символы и буквы, выполненные с помощью катафотов, не обладали достаточной четкостью и читаемостью (особенно в ночное время). Сложность крепления приводила к порче дорожных знаков при необходимости замены катафотов.

В ряде зарубежных стран (ФРГ, Австрии) в настоящее время применяют стеклянные катафоты для средств дорожной информации. С применением новых пластических материалов облегчилось их крепление.

Важнейшей характеристикой светоотражающих материалов является их способность возвращать (до 80%) отраженный свет к наблюдателю, находящемуся рядом с источником света. Подобного рода материалы, например, в виде светоотражающих пленок различных конструкций, нанесенные на поверхность дорожного знака, позволяют различать изображение на нем не только в дневное время, но и в туманную погоду. В ночное время знаки, освещаемые светом фар, отчетливо видны со значительного расстояния. При этом отраженный от плоскости знака свет несет цветовые характеристики его элементов.

Способность отражать свет обратно к источнику обладают сферические катодоптрические частицы, которые являются неотъемлемым элементом современных светоотражающих материалов, предназначенных для дорожных целей. Согласно законам геометрической оптики, световой поток, падающий на такой материал, почти полностью возвращается к источнику. При этом в противоположность зеркальному отражению слепящего эффекта не наблюдается.

Центральной научно-исследовательской лабораторией Гусосдора (ныне работы ведутся лабораторией отдела обустройства и архитектурного оформления дорог Гипродорнии) с 1960 г. проводится исследовательская работа по изучению и разработке светоотражающих материалов в виде пленок как с шероховатой, так и с гладкой поверхностями. Пленка с шероховатой поверхностью, разработанная ЦНИИ Гусосдора, с 1961 г. выпускается Мытищинским опытно-производственным механическим заводом треста Росремдормаш. В качестве светоотражающих элементов в этой пленке применены микрошарики из сополимера МСН-0. Микрошарики имеют диаметр 0,1–0,5 мкм и наносятся на алюминиевую фольгу. Для крепления светоотражающей фольги к шиту дорожного знака применяют эпоксидную смолу марок ЭД-5, ЭД-6 и Э-40.

Для совершенствования качества светоотражающих материалов были проведены работы по созданию пленок с гладкой поверхностью, которые представляют собой многослойную конструкцию. Эффективность световозвращения рефлектирующей пленки (N) определяется прежде всего качеством применяемых оптических микрошариков, а также отношением их показателя преломления света к показателю преломления света прозрачного связующего слоя. Это отношение должно быть в пределах  $1,2 < N < 1,7$ . Поскольку полимерные материалы имеют показатель преломления света 1,4–1,5, необходимо, чтобы стекло, из которого изготавливают микрошарики, имело показатель преломления света 1,8–2,4. При подборе рецептур для изготовления стекла с большой преломляющей способностью это обстоятельство учитывалось. В результате проведения лабораторных работ было получено стекло, имеющее показатель преломления света 1,8–2,4 с удельным весом 5,0–8,7 г/см<sup>3</sup> и температурой плавления 850–900°C.

Для изготовления микрошариков стекло предварительно измельчали на мельнице и затем разделяли по размерам на стандартном наборе сит и пропускали через газолапную горелку специальной установки. Из мельчайших стеклянных частиц при кратковременном пребывании их в газовом пламени образуются благодаря поверхностному натяжению расплавленного стекла микросферы. Полученные микрошарики тщательно калибруют на специальном наборе сит по размерам 40–50, 50–60, 60–70, 70–80, 80–90 мкм, поскольку рефлектирующая пленка с гладкой поверхностью должна быть толщиной приблизительно 150 мкм для удобства пользования ею.

В качестве пленкообразующей основы применяли различные пластифицированные полимеры, такие, как полистирол, поливинилформальдегид, поливинилбутираль, твердеющая при нагревании карбамидная смола, пластифицированная касторовым маслом. Наилучшие результаты получены с поливинилбутиралем, пластифицированным дибутилфталатом.

Для получения цветной основы в полимеры вводились различные красители и пигменты. Хорошие результаты были получены со следующими пигментами: ярко-красным 2С, ярко-красным 4Ж, желтым светопрочным, желтым кроющим О, голубым фталоцианиновым, зеленым фталоцианиновым. Пленки, окрашенные этими пигментами, обладают термостойкостью (от  $-24$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ ), и свето- и погодоустойчивостью, а также яркой окраской.

Рефлектирующая пленка с гладкой поверхностью обладает большими светотехническими характеристиками, чем рефлектирующая фольга с шероховатой поверхностью. Гладкая рефлектирующая пленка способна возвращать световой поток обратно к источнику, расположенному под углом от  $90^{\circ}$  до  $5^{\circ}$  к плоскости, на которую падает свет, а шероховатая рефлектирующая пленка при равных условиях возвращает свет под углом от  $90$  до  $45^{\circ}$ , что значительно сокращает время восприятия знака водителем. Кроме того, одним из недостатков световозвращающей пленки с шероховатой поверхностью является ее склонность к загрязнению.

В настоящее время в Гипродорнии ведутся работы по улучшению качества световозвращающей пленки с гладкой поверхностью, по подбору клея для крепления ее к различным материалам, рассматривается возможность механизации ее изготовления.

Разрешением этих проблем будет внесен существенный вклад в дело повышения пропускной способности автомобильных дорог и предупреждения дорожно-транспортных происшествий.

УДК 625.746.53:667.637.222

## Устройство цветного тонкослойного покрытия

Н. Д. ДОРОНИНА, М. Я. ТЕЛЕГИН

В Союздорнии для повышения безопасности движения в результате проведенных исследований были разработаны два способа устройства цветных тонкослойных покрытий по существующему цементобетонному покрытию: поверхностная обработка и укладка приготовленной цветной эпоксипластобетонной смеси.

Устройство цветного тонкослойного покрытия способом поверхностной обработки включает подготовку поверхности покрытия, приготовление и распределение эпоксидного клея, распределение белого минерального материала и уплотнение.

Для хорошего сцепления тонкого цветного покрытия с цементобетонным покрытием необходима тщательная очистка его от пыли, грязи, масляных топливных и битумных пятен. Выполняется это либо путем обработки покрытия струей песка из пескоструйного аппарата с последующей промывкой и высушиванием, либо путем розлива по покрытию 28%-ного раствора соляной кислоты из расчета  $0,5\text{--}0,6\text{ кг/м}^2$  с последующей тщательной промывкой водой и высушиванием.

В качестве вяжущего материала для розлива по покрытию при устройстве цветного тонкого покрытия способом поверхностной обработки применяется эпоксидный клей следующего состава: эпоксидная смола марки ЭД-5 — 100 в. ч., полиэтиленполиамин — 8—10 в. ч., дибутилфталат — 20—25 в. ч.

Во избежание нагрева и быстрого отверждения эпоксидный клей готовят порциями весом по 15—30 кг. Технология приготовления эпоксидного клея заключается в следующем: в эпоксидную смолу вливают необходимое количество дибутилфталата и тщательно перемешивают, после чего вводят полиэтиленполиамин и вновь тщательно перемешивают до получения однородной смеси.

Немедленно после приготовления клея его распределяют по поверхности покрытия, так как жизнеспособность клея при температуре воздуха  $25\pm 10^{\circ}\text{C}$  (возможное время использования) составляет 1—1,5 ч. Норма расхода эпоксидного клея —  $0,8\text{--}1,0\text{ кг/м}^2$ . Вслед за распределением по поверхности покрытия эпоксидного клея рассыпают белый минераль-

ный материал размером  $1,25\text{--}2,5\text{ мм}$  (сиполал, термолит или люксовит) из расчета 2—3  $\text{кг/м}^2$ .

Уплотняют слой самоходным катком весом 50—60 кг за три-четыре прохода по одному следу.

При устройстве тонкого цветного покрытия способом укладки приготовленной смеси вначале готовят цветную эпоксипластобетонную смесь следующего состава (в. ч.):

эпоксидной смолы марки ЭД-5 — 100;

полиэтиленполиамин — 8—10;

дибутилфталата — 20—25;

хвойного масла — 15—20;

пигмента — 20—30;

минеральной части — 400—600.

В качестве минерального материала для приготовления цветной эпоксипластобетонной смеси применяют чистый белый кварцевый песок размером  $0,2\text{--}2,0\text{ мм}$  или дробленое стекло размером  $0,05\text{--}0,15\text{ мм}$ , либо то и другое в соотношении 1:1.

Окрашивание пластобетонной смеси в красный цвет производят окисью железа, в желтый — кроном желтым свинцовым, в зеленый цвет — окисью хрома и в белый цвет — двуокисью титана. Хвойное масло в состав цветной пластобетонной смеси вводится для повышения ее светостойкости и для обесцвечивания эпоксидного клея.

Готовят цветную эпоксипластобетонную смесь порциями до 50 кг. Технология приготовления цветной эпоксипластобетонной смеси следующая: в эпоксидную смолу вводят составляющие ее материалы: сначала хвойное масло, затем дибутилфталат, пигмент, полиэтиленполиамин и минеральный материал. После введения каждого компонента смесь тщательно перемешивают в течение 3—5 мин.

Приготовленная цветная эпоксипластобетонная смесь во избежание потери жизнеспособности должна быть уложена в покрытие не позже 1 ч после введения в ее состав полиэтиленполиамин при температуре воздуха  $15\text{--}30^{\circ}\text{C}$ .

Распределяют цветную эпоксипластобетонную смесь по числотому и сухому цементобетонному покрытию из расчета  $2,0\text{--}3,0\text{ кг/м}^2$  тонким ровным слоем. Уплотняют цветную смесь не требуется.

Движение автомобилей по дороге после устройства цветного тонкого покрытия можно открывать через 5—7 ч при температуре воздуха  $25^{\circ}\text{C}$ .

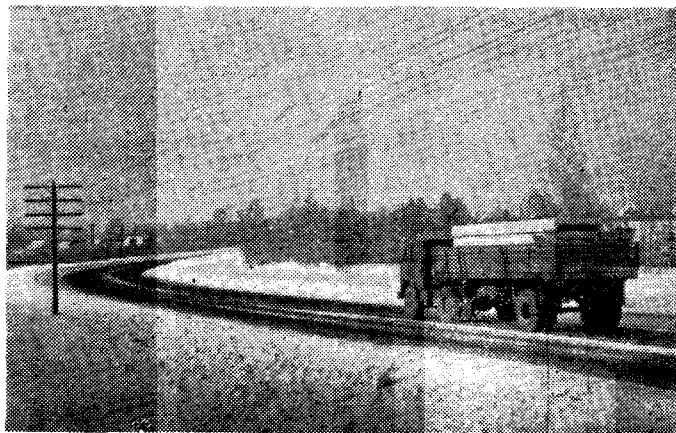
В 1968 г. на дороге Москва—Горький были проведены опытные работы по устройству полос безопасности движения и пешеходного перехода белого цвета.

Как показали данные наблюдения, состояние тонкого цветного покрытия спустя два года эксплуатации существенно не изменилось: отслоения цветного покрытия от цементобетонного покрытия почти нет, цвет покрытия мало изменился.

Разметочные полосы из эпоксипластобетонной смеси по цементобетонному покрытию в десятки раз долговечнее полос, окрашенных нитроэмалью «Оруд», и поэтому, несмотря на более высокую стоимость, уже в настоящее время могут оказаться более экономичными.

УДК 625.8:691.175«715»

## НА ДОРОГАХ СТРАНЫ



# Влияние ровности на удобство и безопасность движения

Канд. техн. наук А. Н. НЕЧАЕВ

Требования к обеспечению безопасности движения на дорогах, в частности к ровности дорожного покрытия, все более возрастают в связи с увеличением скоростей движения автомобилей.

Согласно СНиП II-Д.5-62 покрытия должны иметь ровность и шероховатость поверхности, необходимую для обеспечения расчетных скоростей и безопасности движения.

Обследования степени ровности дорожных покрытий, проведенные Белдорни, показали, что 30% дорог, имеющих асфальтобетонное и черное покрытия, находятся в хорошем состоянии, 50 — в удовлетворительном и 20% — в неудовлетворительном состоянии. При определении степени ровности дорожных покрытий был использован метод оценки ровности по ускорениям, возникающим при движении автомобиля по дороге. Ровность дорожного покрытия оценивалась коэффициентом ровности  $K$ , представляющим собой отношение вертикальных ускорений автомобиля на испытываемом участке к вертикальным ускорениям того же автомобиля на ровном участке, принятым за эталон. Участки дорог, на которых  $K \leq 1$ , получают оценку «хорошо»,  $1 < K < 2$  — «удовлетворительно» и  $K > 2$  — «неудовлетворительно».

При движении автомобиля по дороге с неровной поверхностью его колеса, обкатывая неровности пути, совершают вертикальные перемещения, толчки при которых передаются на отдельные узлы автомобиля, на пассажиров и водителя.

Если изобразить графически человеческие ощущения, возникающие при перегрузках [1], то можно выделить три характерные зоны равных ощущений (рис. 1). В зоне, лежащей ниже кривой 1, перегрузки мало ощутимы для человеческого организма, в зоне между кривыми 1 и 2 перегрузки воспринимаются человеком как неприятные, а в зо-

не, находящейся выше кривой 2, перегрузки вызывают в организме человека болезненные ощущения.

Сравнение многочисленных результатов экспериментальных исследований ровности дорожных покрытий с графическими данными рис. 1 показывают следующие закономерности.

На участках дорог, имеющих хорошую ровность, возникают ускорения (на полужестких сиденьях автомобиля ГАЗ-69), вызывающие в организме человека перегрузки (ускорения и частоту колебаний), лежащие, как правило, ниже кривой 1, т. е. в зоне перегрузок, мало ощутимых для человеческого организма. На участках, имеющих удовлетворительную ровность, вызываются перегрузки, лежащие частично между 1 и 2 и в основном выше 2 кривой. На участках дорог с неудовлетворительной ровностью возникают ускорения, вызывающие перегрузки, лежащие значительно выше кривой 2, т. е. в зоне болезненно воспринимаемых ощущений.

Для противодействия ускорениям организм человека мобилизует свои внутренние возможности, значительно отличающиеся от реакций в обычных условиях, к которым человек приспособился в течение длительного эволюционного развития. Мышечные усилия и психофизиологические напряжения, направленные на погашение внешних раздражителей, в данном случае ускорений, приводят к снижению продуктивности трудового процесса и быстрой переутомляемости человеческого организма. Как показали исследования [2], переутомление организма водителя при движении по неровному покрытию может выражаться в снижении на 20% остроты зрения, в уменьшении глубины восприятия (способности водителя правильно определять взаиморасположение предметов и расстояния между ними), в расстройстве координации движений, снижении спо-

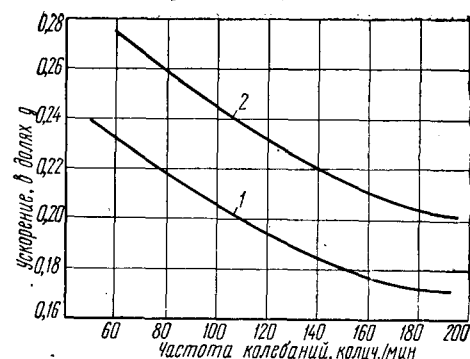


Рис. 1. Влияние ускорения на человеческие ощущения в зависимости от частоты колебаний:

1 — неприятные; 2 — болезненные ощущения

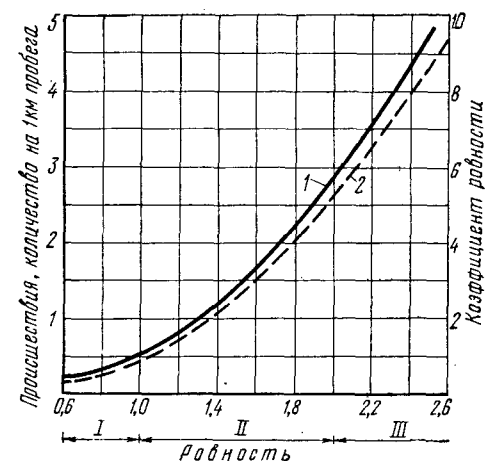


Рис. 2. Влияние ровности покрытия на количество дорожных происшествий:

1 — по данным наблюдения; 2 — значение коэффициента ровности; I — ровность хорошая; II — удовлетворительная; III — неудовлетворительная

собности сохранять равновесие, поддерживать постоянное давление на педали, в значительном увеличении продолжительности реакции.

Переутомление организма водителя, а следовательно, снижение его работоспособности, естественно, снижает безопасность движения. Результаты обработки

(Окончание на стр. 12)

## Регулировочные линии из полимерных материалов

Одним из средств обеспечения безопасности движения являются регулировочные линии, которые обычно наносят на проезжую часть дороги масляными белилами или нитрокраской. В последнее время при новом строительстве эти линии стали устраивать из бетона и цветного асфальтобетона на шлакобиталловом щебне белого цвета. Регулировочные линии, нанесенные этими способами, или быстро истираются, или же имеют высокую стоимость.

В Донцком ДСУ-31 треста Донбассдорстрой старшим лаборантом Я. К. Рубель для нанесения регулировочных линий была предложена краска следующего состава: эпоксидной смолы марки ЭД-6 — 60%, белил цинковых — 14, ацетона — 20, полиэтиленполиамин — 6%.

Эта рекомендация основана на инструкции по применению клеящих полимерных покрытий в дорожном деле, разработанной в 1966 г. Киевским автомобильно-дорожным институтом.

Краску готовят в следующей последовательности: перемешивают сухие цинковые белила с ацетоном, затем до-

бавляют эпоксидную смолу, затем отвердитель — полиэтиленполиамин. При введении каждого нового компонента смесь тщательно перемешивают. Количество приготовленной смеси должно быть таким, чтобы ее в течение 20—30 мин можно было полностью использовать.

Краску наносят на поверхность асфальтобетонного покрытия кистью.

Опытом определено, что линии лучше наносить за 2 раза при температуре окружающего воздуха не ниже 20—25°C и сухой поверхности покрытия.

На строительстве автомобильной дороги Донецк—Жданов в июле 1969 г. были нанесены регулировочные линии и пешеходные переходы типа «зебра». Через девять месяцев эксплуатации дороги нанесенные линии сохранили свои первоначальные свойства.

Ориентировочный экономический эффект применения рекомендуемой краски за девять месяцев составил 18 руб. на 100 м линии в сравнении с белилами и нитрокрасками.

В. Доннер и Л. Соловьев

# Почему возникают трещины в опорах мостов?

Канд. техн. наук К. В. ТАТАРИНОВ

В последнее время было установлено, что трещины в опорах образуются задолго до разрушения, в связи с чем (если трещины развиваются достаточно медленно) возможна продолжительная работа опор при их наличии. Поэтому изучение причин образования и поведения трещин заслуживает особого внимания.

Трещины бывают двух видов: видимые — выходящие на поверхность и внутренние — не выходящие на поверхность.

Видимые трещины по причинам их возникновения можно разделить на силовые, температурные, усадочные и производственные. Силовые и температурные трещины с раскрытием более 0,2 мм в основном располагаются вертикально или с небольшим наклоном, причем температурные трещины концентрируются преимущественно на северной стороне опор. Усадочные трещины также чаще всего вертикальные или со слабым наклоном имеют, как правило, раскрытие до 0,2 мм. Появляются они обычно в первые недели существования опор и вскоре стабилизируются, не представляя для конструкции большой опасности. Производственные трещины возникают чаще всего от нарушений правил технологии производства работ, перерывов в бетонировании и других производственных причин. Они характеризуются раскрытием до 5—10 мм, сопровождаются выкрашиванием бетона в местах развития и имеют значительную глубину распространения. В подавляющем большинстве случаев эти трещины расположены горизонтально. При раскрытии их более 10—15 мм они носят явный характер разломов. Следует считать, что для опор опасность представляют трещины с раскрытием более 0,2 мм.

Внутренние трещины образуются в бетоне из-за неоднородности его компонентов, из-за химических процессов, протекающих в кладке, и ряда других причин. В настоящее время внутренние трещины находятся в стадии изучения и далее не рассматриваются.

Трещины бывают одиночные и групповые (взаимосвязанные). Обычно одиночные трещины возникают в результате перенапряжения в конструкции или от усадки бетона.

Трещины, появившиеся там, где отсутствуют перенапряжения, чаще всего возникают из-за препятствий развитию свободных деформаций. С известным приближением можно сказать, что групповые, взаимосвязанные трещины чаще всего силового происхождения.

Анализ расположения трещин приводит к следующим выводам.

Образование трещин, расположенных в определенном порядке, указывает скорее на недостатки проектирования, чем на недостатки производства работ. Наличие трещин, расположенных хаотично, может свидетельствовать о плохом качестве строительства.

Беспорядочно расположенные трещины довольно редкое явление, причем в этом случае трещины образуются от чрезмерного сжатия, сопровождающегося растрескиванием кладки.

Для растяжения характерно возникновение одной трещины, достаточной для снятия напряжений.

По ориентировке трещин можно судить о направлении наибольших растягивающих напряжений, которые перпендикулярны к трещинам.

Если трещина выходит перпендикулярно к свободной от временной нагрузки поверхности, это свидетельствует о том, что ее развитие происходило в спокойных стационарных условиях, а скорость деформации, внешние силы и силы сопротивления кладки были постоянны или менялись очень медленно.

Если трещина выходит на поверхность или примыкает к другой трещине под косым углом, это свидетельствует о том, что процесс развития трещины происходил в нестационарных условиях — силы сопротивления и скорость деформации менялись быстро.

Если трещина оканчивается на поверхности трещины, то эта другая трещина возникла раньше.

Если трещина начинает ветвиться, то это значит, что имело место хрупкое разрушение, и скорость приложения внешних сил была больше скорости поглощения энергии одной трещиной.

По законам последовательности преимущественного возникновения трещины можно определить расположение наиболее напряженных мест в кладке опоры.

Замечено, что наиболее интенсивно трещинообразование развивается в период строительства и в начале эксплуатации, т. е. в течение 1—2 лет. В дальнейшем происходит только увеличение раскрытия старых трещин и незначительное образование новых. В некоторых случаях наблюдается внезапное раскрытие трещин, существовавших в состоянии анабиоза в течение тридцати лет [1].

Низкие температуры вызывают интенсивное раскрытие всех трещин вне зависимости от природы и причин их происхождения. По данным обследований НИИ мостов и мостоиспытательной станции Главного управления пути и сооружений МПС, 50% массивных и сборных опор мостов повреждено трещинами, возникающими вследствие годовых колебаний температур.

Данные наблюдений за трещинами в эксплуатируемых сооружениях, приводимые в технической литературе [1], указывают на устойчивую связь между динамикой раскрытия трещин и температурой окружающей среды. Скорость раскрытия трещин по некоторым данным колеблется от 0,02 до 0,12 мм в сутки. Максимальное раскрытие трещин наблюдается в декабре-январе, когда оно достигает 2 мм.

Отмечается пульсация некоторых трещин силового и температурного происхождения под действием подвижной нагрузки (более значительная для железнодорожных мостов и менее значительная для автомобильно-дорожных мостов). Амплитуда раскрытия пульсирующих трещин колеблется в широких диапазонах от 0,002 до 0,2 мм, при этом величина раскрытия от действия температуры превышает в 3—4 раза раскрытие от временной нагрузки.

Опоры, выполненные из бутовой и бутобетонной кладки, более трещиностойки, чем бетонные опоры. Из обследованных опор разных типов в сравнительно лучшем состоянии находятся мосты с массивными опорами, которые возводились в летнее время. Носовые части опор подвержены большему трещинообразованию, чем кормовые. Наиболее часто наблюдаются трещины в подферменных площадках, шкафных и обратных стенках. Геометрическая форма опор оказывает влияние на трещиновозбудимость. В этом отношении особенно неблагоприятны столбовые опоры. Влияние экзометрических процессов, протекающих в теле опоры, весьма значительно и зависит

## ВЛИЯНИЕ РОВНОСТИ... (Начало на стр. 11)

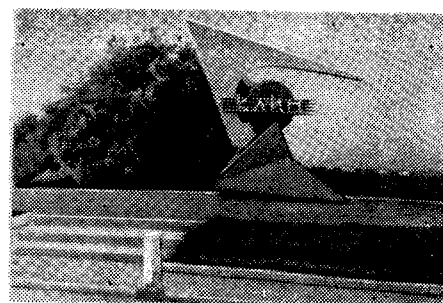
данных дорожно-транспортных происшествий, полученные в Белдорнии для участков дорог с различной степенью ровности, указывают на наличие прямой связи между дорожными происшествиями и ровностью дорожного покрытия (рис. 2). Снижение ровности дорожных покрытий ведет к увеличению дорожно-транспортных происшествий. Для сравнительной оценки влияния ровности дорожного покрытия на безопасность движения предлагается при определении итогового значения коэффициента аварийности по методике, разработанной проф. В. Ф. Бабковым [3], учитывать

коэффициент ровности, предварительные значения которого представлены на рис. 2.

УДК 625.7.096

### Литература

1. Я. И. Бронштейн. Оценка качества подвески автомобиля с учетом физиологических реакций человеческого организма. Сб. «Подвеска автомобиля». М., изд-во Академии наук СССР, 1951.
2. W. Schwesheimer. Vibration-observations on the effects of driving on the human body. «Road Transp. and Contract», 1966, 14, № 9, 63, 65.
3. В. Ф. Бабков. «Дорожные условия и безопасность движения». М., «Транспорт», 1970.



При въезде в г. Клин

Фото А. Ганюшина



от цемента, применяемого для ядра опоры. Сборные опоры не имеют преимуществ с точки зрения трещинообразования над монолитными опорами. Статические схемы мостов, по-видимому, влияют на трещинообразование опор, но вопрос этот мало исследован. Видимо, статически неопределимые и распорные системы более трещиновозбудимы.

Таким образом можно считать, что температурное и силовое раскрытие трещин, а также объемные изменения кладки вызывают особый вид колебаний опор, приводящий к образованию и развитию трещин.

Вместе с тем из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что при монолитных и сборных опорах современной конструкции развитие уже возникающих трещин может быть несколько задержано, если проводить следующие мероприятия.

Следует применять наружную тепловую изоляцию опор в виде облицовки из естественных камней, смягчающей резкие колебания отрицательных температур.

В целях повышения трещиностойчивости можно рекомендовать применение в опорах мостов плотного мелкозернистого бетона. Опоры надо возводить с соблюдением специальных условий, снижающих образование температурных трещин [2].

Заполнять ядро следует с использованием цемента низкой активности.

Важно избегать применения столбчатых опор и распорных систем мостов в связи с большей их трещиновозбудимостью.

Необходимо обращать внимание на увеличение прочности носовых частей опор, подферменных площадок, шкафных и обратных стенок, более интенсивно подвергающихся трещинообразованию.

Кроме общепринятых мероприятий по ремонту уже возникших стационарных трещин, можно рекомендовать следующее.

Мелкие трещины с раскрытием до 0,5 мм ремонтировать методами пульверизации, создавая пленочные лакокрасочные покрытия из эластичных гидроизоляционных материалов.

Трещины с раскрытием более 0,5 мм следует ремонтировать путем инъектирования герметиков.

При трещинах с раскрытием в пределах 1—5 мм можно рекомендовать экранизацию трещин путем просверливания отверстий по их концам с устройством цементных пробок или скрепления их скобами. Кроме того, возможна прочностная заделка трещин методом торкретирования с расшивкой швов и заполнением их цементным раствором, жидким стеклом или асфальтобетонной смесью.

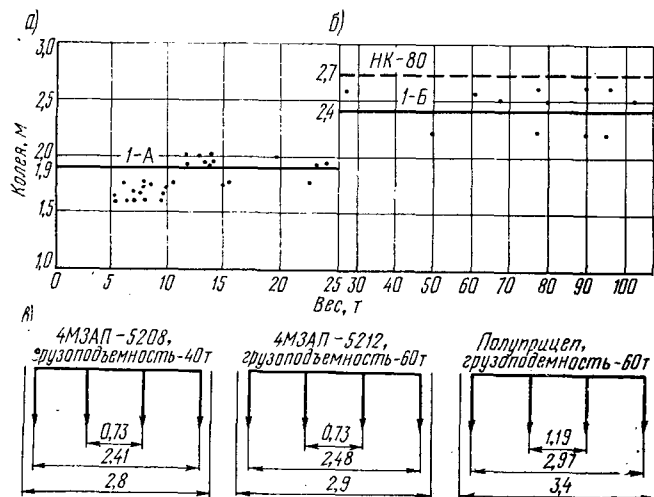
Трещины, превышающие указанные величины раскрытия, а также пульсирующие трещины рекомендуется ремонтировать с применением методов обжатия и устройством защитных оболочек, каркасов и поясов из обычного и преднапряженного бетона.

Особое внимание при возведении и ремонте опор следует обращать на качество выполнения работ и строгое соблюдение технологических условий.

УДК 624.21.094.004

#### Литература

1. Помогаев П. Е. О влиянии температуры на изменения раскрытия трещин в опорах эксплуатируемых мостов. Сб. трудов ЛПИЖТа. Вып. 275. 1969, с. 75.
2. Лукьянов В. С., Денисов И. И. Защита бетонных опор мостов от температурных трещин. М., Гостранспортное издательство, 1959.



# Оценка грузоподъемности существующих мостов

Канд. техн. наук А. Л. ЦЕЙТЛИН, инж. А. И. ВАСИЛЬЕВ

Всестороннее обоснование грузоподъемности существующих автомобильно-дорожных мостов и их правильная эксплуатация имеют большое народнохозяйственное значение. В связи с этим в ЦНИИСе Минтрансстроя СССР в 1967—1969 гг. разрабатывалась методика расчета грузоподъемности существующих пролетных строений мостов, основанная на классификации сооружений по методу предельных состояний.

В Советском Союзе хорошо себя зарекомендовала и широко используется классификация стальных железнодорожных мостов. Автомобильно-дорожные мосты имеют целый ряд конструктивных и эксплуатационных особенностей, в связи с чем к ним не применимы методы, используемые для стальных железнодорожных мостов, классификация которых проводится не по предельным состояниям, а по формулам «упругого тела», что не соответствует современным принципам расчета сооружений. Метод предельных состояний, при котором учитываются различные коэффициенты перегрузки, однородности и условий работы вместо единого коэффициента запаса, позволяют дифференцировать коэффициенты в соответствии с результатами освидетельствования сооружений.

Согласно методике расчета грузоподъемности, величины предельных усилий, выдерживаемых пролетным строением (или его элементами), подсчитывают в соответствии с действующими техническими условиями на проектирование мостов (СН 200-62, СН 365-67 и др.). Коэффициенты однородности, нормативные сопротивления, геометрические размеры и вес конструкций принимают с учетом результатов освидетельствования сооружения; коэффициенты перегрузки от постоянных нагрузок — по техническим условиям СН 200-62, а коэффициенты перегрузки и динамический коэффициент — по фактическим параметрам обращающейся временной вертикальной нагрузки.

Для удобства сопоставления предельных усилий в элементах пролетных строений с усилиями от обращающейся нагрузки в методике используется принцип классификации, по которому сравниваемые усилия измеряют посредством условной нагрузки (число единиц усилий от нее, содержащейся в соответствующих предельных усилиях, называется классом). Использование принципа классификации объясняется следующими конструктивными и эксплуатационными особенностями автомобильно-дорожных мостов:

пролетные строения мостов являются сложными пространственными конструкциями, на проезжей части которых экипажи располагаются произвольно как вдоль оси моста, так и поперек;

обращающиеся и перспективные транспортные единицы весьма различны по своему весу, габаритным размерам, давлению на оси, колее, динамическим характеристикам, скорости и интенсивности воздействия;

определение грузоподъемности связано с трудоемкими расчетами, результаты которых, как правило, нелинейно зависят от параметров временной вертикальной нагрузки и ее положения на проезжей части.

Классификация грузоподъемности позволяет сократить объем вычислений, поскольку грузоподъемность (класс) пролетного строения определяют по отношению к нормируемой единичной нагрузке 1 раз в процессе проектирования или освидетельствования сооружения.

Для пропуска конкретных нагрузок по мосту необходимо, чтобы класс нагрузки был не больше класса пролетного строения, причем класс нагрузки и класс пролетного строения должны быть определены по отношению к одной единичной нагрузке.

По аналогии с пролетными строениями класс нагрузки есть отношение усилия от этой нагрузки к усилию от единичной нагрузки. Если данная конкретная и единичная нагрузки имеют одинаковое поперечное распределение, то класс нагрузки не зависит от характеристик пролетного строения. Поэтому,

Рис. 1. Параметры эксплуатационных нагрузок (точками показаны параметры реальных экипажей): а — I группа; б — II группа; в — III группа



чтобы не связывать классификацию нагрузок с конкретными пролетными строениями, необходимо выделить группы эксплуатационных нагрузок с одинаковой поперечной структурой и для каждой группы назначить соответствующую единичную нагрузку.

Анализ эксплуатационных нагрузок (существующих и перспективных) дает возможность разделить их на три группы. Первую группу составляют автомобили общего пользования и формируемые на их основе автопоезда. Ширина колеи этих экипажей в зависимости от веса колеблется в пределах от 1,5 до 2,0 м (рис. 1), максимальное давление на ось не превышает 10—11 т. Вторую группу составляют специальные колесные и гусеничные нагрузки, а также автомобили большой грузоподъемности. Ширина колеи для второй группы изменяется в пределах 2,2—2,7 м. К третьей группе относятся тяжеловесные трейлеры с четырьмя и более колесами. С учетом распределения нагрузки покрытием проезжей части мостов можно принимать нагрузку от осей этих экипажей равномерно распределенной в поперечном направлении. Средняя ширина такого распределения составляет 3,0 м.

Для каждой группы приняты соответствующие условные единичные нагрузки, основные показатели которых приведены в таблице.

Единичная нагрузка 1-А обобщает экипажи первой группы (рис. 1, а). Эта нормативная автомобильная нагрузка, разработанная в ЦНИИСе и уменьшенная для удобства классификации в 10 раз. Выбор единичной нагрузки в указанном виде обусловлен тем, что такая схема лучше, чем Н-30, аппроксимирует реальные экипажи (предполагается включение указанной нагрузки в новую редакцию СНиПа).

Наличие трех единичных нагрузок не намного усложняет процесс классификации. В то же время существенно повышается точность оценки грузоподъемности пролетных строений. Как показывают расчеты, особенно это проявляется в балках пролетного строения, расположенных на расстоянии (в поперечном направлении) больше 2—2,5 м, а также при оценке грузоподъемности плиты проезжей части.

Классы пролетных строений определяют по отношению к каждой из трех единичных нагрузок для двух возможных эксплуатационных случаев:

при разовом пропуске нагрузки, когда принимается максимальная грузоподъемность пролетного строения и минимальное воздействие на мост фактической нагрузки;

при нормальных условиях эксплуатации сооружения.

Для первого случая предполагается, что пропуск экипажей осуществляется с заданной скоростью, фиксированной по отношению к оси сооружения, а вес экипажа и давление на его оси не превышают номинальных больше чем на 5%. При разовом пропуске нагрузки классификация проводится только на основании расчетов по первому предельному состоянию (по прочности), а требования к коэффициентам условия работы, однородности и динамического коэффициенту понижаются.

Для второго случая классификация пролетного строения проводится на основании расчетов.

Для металлических мостов — по прочности для всех трех единичных нагрузок, по выносливости — для нагрузки 1-А.

Для железобетонных мостов — по прочности и трещиностойкости на все три единичные нагрузки. Расчет элементов пролетного строения осуществляется в соответствии с требованиями существующих норм и технических условий, с учетом фактического состояния сооружения на основе его освидетельствования.

Классы пролетных строений существенно зависят от учета пространственной работы сооружения. Поэтому методикой рекомендуются усилия от единичных нагрузок определять методом проф. Б. Е. Улицкого по программам, разработанным в лаборатории теории и методов расчета мостов ЦНИИСа.

Для ориентировочной классификации в указанной методике разработаны приближенные методы, основанные на использовании простейших формул и таблиц.

Наименование показателя	Единица измерения	Единичные нагрузки		
		1-А	1-Б	1-В
Вес тележки $P$ . . . . .	т	$2 \times 1,2 = 2,4$	$4 \times 2,0 = 8$	$2 \times 1,5 = 3$
База тележки $d_1$ . . . . .	м	1,5	$3 \times 1,2 = 3,6$	1,5
Ширина колеи $b_1$ . . . . .	м	1,9	2,4	—
следа $b_4$ . . . . .	м	0,6	0,6	—
Длина соприкосновения колеса с покрытием проезжей части $d_2$ . . . . .	м	0,2	0,2	0,2
Минимальное расстояние между колесами соседних полос движения $b_2$ . . . . .	м	1,1	—	—
Полная ширина полосы движения $b_3$ . . . . .	м	3,0	3,0	3,0

Изучение эволюции и фактического состояния железобетонных пролетных строений убеждает в том, что в настоящее время нельзя достаточно достоверно судить об их грузоподъемности только по проектным материалам или по расчетным нагрузкам, использовавшимся при проектировании. К тому же на значительную часть эксплуатируемых железобетонных пролетных строений нет документации и сведений об армировании, фактическом состоянии материала и элементов конструкции. Поэтому в методике исследована возможность аналитического решения задачи об определении несущей способности железобетонных сечений, когда нет сведений об армировании. Расчет в этом случае проводится на основе метода статистических испытаний (метод Монте-Карло). Для практической реализации метода составлены программы к ЭЦВМ БЭСМ-2 (программы ОРСК-1 и ОРСК-2).

В 1969 г. по заданию ЦНИИСа отделом искусственных сооружений Союздорпроекта (руководитель работ инж. Г. А. Мажуга) была проведена экспериментальная работа по классификации пролетных строений автомобильно-дорожных мостов. Классифицировалось девять железобетонных и два сталежелезобетонных пролетных строения. Опытное проектирование показало, что методика не усложняет существенно расчеты и позволяет более обоснованно эксплуатировать сооружения.

УДК 625.745.1:624.046

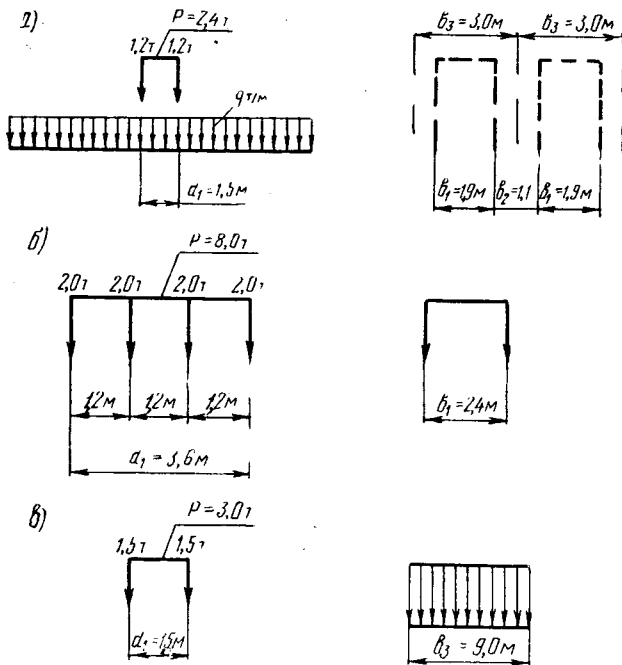


Рис. 2. Схемы единичных нагрузок:  
а — 1-А; б — 1-Б; в — 1-В

Единичная нагрузка 1-Б обобщает экипажи второй группы (рис. 2, б). Для этой группы принята расчетная нагрузка, аналогичная схеме НК-80, по сравнению с которой в схеме 1-Б уменьшена колея с 2,7 до 2,4 м, а ширина следа с 0,8 до 0,6 м.

Единичная нагрузка 1-В, представляющая экипажи третьей группы, принята в виде двухосного катка с базой 1,5 м и шириной 3,0 м (рис. 2, в).

Ниже приведена зависимость интенсивности  $q$  (т/м) распределенной нагрузки от длины загроужения.

Длина загроужения $l$ , м . . . . .	0	30	60	100 и более
Интенсивность нагрузки $q$ , т/м . . . . .	0	0,18	0,12	0,10

Примечание. Для промежуточных значений  $l$  величина  $q$  берется по линейной интерполяции.

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## Магнитная обработка воды для повышения прочности бетона

А. С. ДРОЗД

При существующей технологии промышленного применения цемента его вяжущие свойства проявляются<sup>1</sup> не более чем на 50—60%. Максимальное использование вяжущих свойств цемента возможно при его наиболее полном растворении. Однако при современной технологии приготовления бетонной смеси полного растворения цементных частиц, как правило, не происходит. Скорость и полнота растворения зависят от структуры и физико-химических свойств воды, являющейся растворителем цемента. Следовательно, изменяя свойства воды, можно оказывать влияние на ход формирования структуры, на сроки схватывания и твердения цементного камня.

В последнее время найдены безреагентные методы обработки воды магнитными и электромагнитными полями, которые благодаря своей простоте и несложности требуемого оборудования имеют значительные преимущества по сравнению с методами применения химических добавок.

В предварительных исследованиях, проведенных в лаборатории бетонов Белдорнии, установлено, что применение омагниченной воды позволяет значительно улучшить физико-механические свойства цементного бетона и раствора. Образцы-балочки изготавливали из цемента-песчаного раствора 1:3 на Волском песке с применением омагниченной воды [В/Т-0,4] и параллельно с ними — контрольные образцы на обычной воде. Был использован портландцемент Волковисского завода М 500 [активность 590 кгс/см<sup>2</sup>] и пуццолановый портландцемент Крического завода М 400 [активность 487 кгс/см<sup>2</sup>].

Воду обрабатывали в магнитных полях магнитного устройства, изготовленного в Белдорнии, с суммарной напряженностью магнитного поля 4000—5000 эрстед. Образцы изготавливали и хранили в соответствии с требованиями ГОСТ 310—60 и испытывали в возрасте 3; 7; 28 и 90 суток. По три балочки из каждой серии [опытные и контрольные] после распалубливания пропаривали в течение 4 ч при температуре 80°C.

Результаты испытания образцов из цементного раствора показывают рост прочности на 10—20% по сравнению с контрольными.

В лабораторных условиях проверено влияние омагниченной воды на повышение прочности бетонных кубов 10×10×10 см. Был применен цемент Волковисского завода М500. При В/Ц, равном 0,4; 0,5 и 0,6, прочность бетона составляла 200; 300 и 400 кгс/см<sup>2</sup>. Контрольные образцы приготавливали на обычной воде. Бетонную смесь уплотняли на вибростоле ВС-1.

Бетонные кубы хранили в обычных влажностных условиях и испытывали через 7; 28; 90 и 360 суток.

Результаты испытаний показали, что повышение прочности бетонных кубов на омагниченной воде тем значительнее, чем больше В/Ц. Если при В/Ц-0,4 прирост прочности в среднем по сравнению с контрольными образцами составил 7—10%, а при В/Ц-0,5 равен 16—18%, то при В/Ц-0,6 он составил 26—30%.

<sup>1</sup> Нельсон И. А. Предварительная обработка воды ультразвуковым и магнитным полями, как средство повышения прочности цементных растворов и бетонов. Пермский научно-исследовательский угольный институт. Научные труды. Сб. VI. 1964.

Байбаков А. А. Собрание трудов. Т. 5. М.-Л. Изд. АН СССР, 1948.

Нарастание прочности — не просто временное ускорение твердения цементобетонной смеси, а является постоянным процессом благодаря большей активности омагниченной воды по сравнению с обычной, которая обеспечивает более полное растворение цементных частичек. Испытания показали, что повышение активности цемента, это результат более полного использования вяжущих свойств цемента и поэтому имеет устойчивый характер.

Активизация цемента на основе применения омагниченной воды имеет некоторые технологические и экономические преимущества. Магнитное устройство на постоянных магнитах недорогое, его легко можно установить в систему водопровода у распределительного узла бетономешалки. Оно не требует ухода, кроме как осмотра и очистки магнитного участка от металлических и других частиц, постепенно оседающих и накапливающихся на постоянных магнитах установок.

Анализ лабораторных опытов показывает, что при использовании омагниченной воды для приготовления бетонной смеси расход цемента можно уменьшить на 10—15%. Подвижность смеси на омагниченной воде улучшается, что способствует лучшей удобоукладываемости и уплотнению бетонной смеси и обеспечивает лучшее качество отделки бетонной поверхности продукции. Рекомендованная Белдорнии технология приготовления бетона на омагниченной воде внедрена на одном из заводов БССР.

Лабораторные работы показали, что наибольший рост прочностных свойств проявляется при испытании образцов на изгиб, что указывает на возможность использования омагниченной воды для приготовления цементобетона при устройстве дорожного покрытия.

## Влияние каучука на свойства дорожного битума

А. Н. ДОЛГОВ, В. П. ЛАВРУХИН

Одним из направлений улучшения свойств дорожных битумов является введение добавок натурального и синтетического каучуков в битум (растворенный в органических растворителях).

В отраслевой научно-исследовательской дорожной лаборатории при Воронежском инженерно-строительном институте авторами статьи разработан новый способ получения битумо-каучукового вяжущего, основанный на введении каучука в битум в коллоидно-растворенном состоянии<sup>1</sup>.

В качестве растворителя были использованы ароматические углеводороды (толуол, бензол), алициклические углеводороды (циклогексан), алифатические углеводороды (гексан) и некоторые смеси, являющиеся побочными продуктами производства на заводах синтетического каучука.

В результате введения в битум частиц каучука в мелкодисперсном состоянии (близком к истинному раствору) обеспечивается наиболее полное объединение битума с каучуком и достигается максимальное использование его улучшающих свойств.

В качестве добавки использовали каучуки бутадиенстирольные СКС-30АРКМ-15, СКМС-30АРКМ, СКМС-30АРК, СКМС-30АРКМ-27, СКМС-30РП, высокоэластичные продукты типа БС-45АК, бутадиеннитрильные каучуки типа СКМ-18, бутадиеновый каучук СКД, изопреновый каучук СКМ-3 и их смеси и другие эластомеры, а также отходы производства этих каучуков, которые в настоящее время не находят применения в народном хозяйстве (коагулюмы, выгружаемые из полимеризационного и дегазационного оборудования, отходы каучука при чистке сушильных агрегатов, некондиционные каучуки).

Исследования показывают, что при введении отходов каучука в битум получается эффект, аналогичный эффекту при использовании кондиционных каучуков.

В качестве растворителей использовали кубовые отходы (Куйбышевский завод СК), абсорбент (Стерлитамакский завод СК), кубовые отходы толуольной фракции (Воронежский

<sup>1</sup> Авторское свидетельство класс 80В, 25/06 МПК С 08/2 13/00 УДК 691.16.

завод СК). Все отходы в исходном виде являются хорошими растворителями каучука.

Все жидкие отходы СК токсичны. С учетом этого разработана технологическая схема получения битумно-каучукового вяжущего (рис. 1), основанная на введении каучука в битум в коллоидно-растворенном состоянии с последующей полной отгонкой растворителя в закрытой системе. Все процессы полностью герметизированы, что обеспечивает условия для безопасной работы.

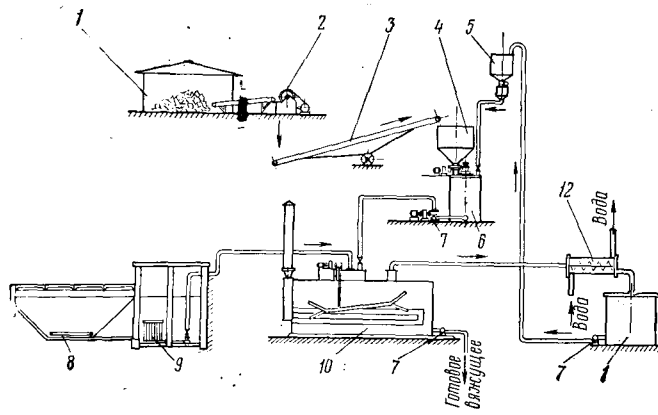


Рис. 1. Технологическая схема получения битумно-каучукового вяжущего:

1 — склад каучука; 2 — оборудование для измельчения каучука; 3 — транспортер; 4 — бункер для каучука; 5 — бачок для дозирования растворителя; 6 — мешалка; 7 — насос; 8 — битумохранилище; 9 — приемник для разогрева битума; 10 — битумный насос; 11 — растворитель; 12 — холодильник

Технологическая схема получения битумно-каучукового вяжущего включает следующие операции.

1. Складирование некондиционного каучука и его отходов.
2. Дробление отходов до размеров 3—4 мм.
3. Растворение каучука в растворителе. Его время зависит от вида каучука и типа растворителя. Так, каучук СКМС-30 и АРКМ-15 растворяется в абсорбенте в соотношении 1:4 в течение 2 ч непрерывного перемешивания, каучук СКД — в кубовых отходах толуольной фракции в соотношении 1:8 в течение 3—4 ч. Соотношение каучуков и растворителей определялось с учетом производительности шестеренчатого насоса.
4. Объединение растворенного каучука с битумом в котле при периодическом перемешивании при температуре 160—170°C. При данной температуре происходит интенсивное удаление растворителя из битумно-каучуковой смеси. При температуре свыше 200°C каучук быстро деполимеризуется и не оказывает влияния на свойства битума. Поэтому не следует нагревать битумно-каучуковое вяжущее выше 180°C. Пары растворителя, получаемые при нагревании, проходя по трубе водяного или воздушного холодильника, конденсируются и попадают в сборный бак в жидком состоянии. Затем данный растворитель вновь используется с пополнением возможных незначительных потерь.

Для получения битумно-каучукового вяжущего в лабораторных условиях было изготовлено специальное оборудование, которое соответствует производственной технологической схеме.

С целью ускоренного удаления растворителя из битумно-каучуковой смеси в системе создавали разрежение воздуха 740 мм рт. ст. Время приготовления вяжущего 3—5 ч. Остаточное количество растворителя в вяжущем составляет 0,08—0,10% от веса битума.

Условные реологические показатели битумно-каучукового вяжущего, содержащего различное количество каучука, приведены в таблице.

Из результатов исследований видно, что модификация битума каучуками СКД и СКИ приводит к резкому понижению температуры хрупкости и повышению глубины проникания иглы и растяжимости битумно-каучуковых вяжущих при 0°C.

Таким образом, смещение упруго-хрупкого состояния модифицированного битума в область более низких температур способствует значительному увеличению деформативной способности вяжущего.

Как видно из таблицы, кинетика воздействия каучуковых материалов на пластичность и когезию битума одинакова.

По мере увеличения концентрации каучука в битуме вязкость смеси увеличивается до экстремального значения, а затем происходит обратный процесс, заключающийся в уменьшении пластичности. Это вызвано тем, что каучуковые материалы обладают большим молекулярным весом (70 000—200 000), который превосходит молекулярный вес не только смол и масел, но и асфальтенов в десятки и сотни раз. Вследствие этого и родственности природы каучука и битума каждая макромолекула каучука способна адсорбировать на своей поверхности углеводороды с меньшим молекулярным весом, преимущественно масла. Возможна взаимная диффузия на разделе фаз каучук—дисперсная среда. В результате происходит «связывание» мальтенов, что приводит к увеличению вязкости и когезии битумно-каучуковой смеси. При оптимальном количестве каучука все «свободные» мальтены связаны, вследствие этого вяжущее обладает максимально возможной вязкостью и прочностью.

Так, например, когезия битумно-каучуковых смесей (индексы 1, 6; 10) при максимальной величине составляет соответственно 1,08 кгс/см<sup>2</sup>; 1,47 и 1,60 кгс/см<sup>2</sup>, что значительно превосходит прочность структурных связей исходного битума. А глубина проникания иглы при +25°C в указанное вяжущее уменьшилась с 58° до 50°, 54° и 45° соответственно.

Дальнейшее увеличение каучука, способствуя образованию пористой структуры битума, приводит к обратному процессу — уменьшению вязкости и когезии вяжущего.

Увеличение вязкости вяжущего вследствие введения каучуковой добавки находит отражение в росте температуры размягчения. Из таблицы видно, что повышение температуры размягчения происходит с возрастающим эффектом по мере увеличения каучуковой добавки. Возникает вопрос, почему повышается температура размягчения вяжущего, если увеличивается его пластичность.

Электронно-микроскопические исследования показали, что, начиная с оптимального количества каучука, в битуме возникают надмолекулярные образования в виде длинных цепей, состоящих из макромолекул каучука, которые образуют сетчатую структуру. Свойства битумно-каучукового вяжущего будут в значительной степени определяться свойствами каучуковой сетки. При повышенной температуре она удерживает всю систему. С увеличением добавки каучуковая сетка все больше разветвляется и упрочняется. Благодаря этому температура размягчения вяжущего повышается.

Следовательно, каучуковые материалы, повышая вязкость смеси и температуру размягчения, значительно увеличивают деформационную устойчивость битума при положительной температуре.

Способность сохранять вяжущим упруго-вязко-пластичные свойства при любой температуре характеризуется интервалом пластичности вяжущего, устанавливаемым по показателю температуры размягчения и хрупкости. Чем выше этот интервал у битума, тем шире интервал между пластично-эластическим и упруго-хрупким состояниями и тем выше его температурная устойчивость.

Улучшение битума каучуковыми материалами позволяет резко увеличить интервал пластичности по мере увеличения содержания добавки. Модификация битума с 2% каучука СКД и СКИ увеличивает интервал пластичности с 51 до 58 и 67 соответственно, а 4% — до 81 и 91, т. е. более чем в 1,5 раза.

Индекс вяжущего	Количество добавки, %	Тип каучука	Глубина проникания		Растяжимость при 0°C	Температура размягчения по прибору, °C	Температура хрупкости по фразсу, °C	Интервал пластичности	Когезия
			25°C	0°C					
0	—	—	58	11	7	48	— 3	51	0,94
1	1	СКД	54	14	13	52	— 4	56	1,03
2	2	СКД	58	16	17	53	— 5	58	1,00
3	4	СКД	127	37	33	59	— 22	81	0,88
4	6	СКД	135	40	41	66	— 28	94	0,81
5	1	СКИ	50	9	7	51	—	—	1,15
6	2	СКИ	54	11	15	53	— 14	67	1,47
7	3	СКИ	69	22	24	55	— 24	79	1,42
8	4	СКИ	95	30	25	58	— 33	91	1,27
9	2	СКМС	50	8	6	53	—	—	1,40
10	3	СКМС	45	8	6	56	— 13	63	1,60
11	4	СКМС	60	11	7	57	—	—	1,56
12	5	СКМС	60	12	8	58	—	—	—

Примечание. Исходный битум типа БНД-40/60. Растяжимость при 25°C более 100.

Битумно-каучуковое вяжущее (индекс 4), содержащее 6% СКД, имеет весьма большой интервал пластичности — 94. Меньший эффект достигается при модификации битума каучуками СКМС.

Таким образом, меняя количество каучуковых добавок, можно получить битумно-каучуковые смеси с заданным интервалом пластичности, следовательно, с необходимой температурной устойчивостью в широком интервале температур.

В этом интервале вяжущее способно сохранять упруго-вязко-пластичные свойства, которые необходимы для стабильной работы асфальтобетонного покрытия при любой температуре.

Проведены также исследования по изучению влияния различных типов каучуков на процесс старения битумно-каучукового вяжущего. Скорость старения битума и битумно-каучукового вяжущего определяли под влиянием термоокислительных процессов. Механизм старения битума и битумно-каучукового вяжущего изучали по изменению когезии в тонком (5 мк) слое после нагрева при температуре 160°C. Измерителем скорости старения вяжущего служило время воздействия термоокислительной обработки, после которой указанный материал терял деформативную способность, превращаясь в хрупкое состояние. Уменьшение скорости старения битумно-каучукового вяжущего с различным содержанием каучука СКД показана на рис. 2.

У исходного битума когезия резко повышалась с увеличением времени термоокислительного воздействия, достигая максимальной величины, а затем уменьшалась до 0. По истечении

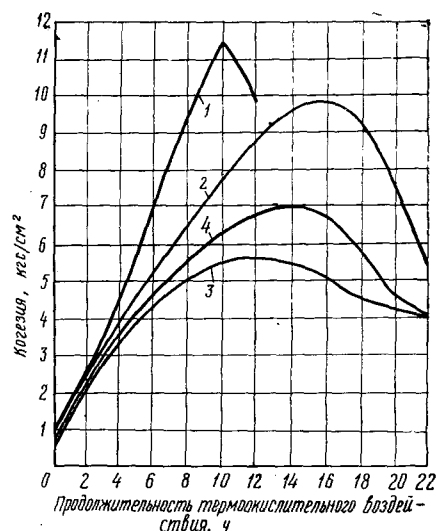


Рис. 2. Зависимость скорости протекания термоокислительных процессов в битумно-каучуковом вяжущем от содержания в нем каучука СКД:

1 — исходный битум БНД-40/60; 2 — с добавкой 2% СКД; 3 — 4% СКД; 4 — 6% СКД

12 ч битум превращался в хрупкое вещество, его не удавалось равномерно растереть между пластинами при температуре 180°C (это говорит о том, что пластические свойства потеряны полностью).

Иная картина наблюдалась при испытании битумно-каучукового вяжущего. Кривая, характеризующая скорость протекания окислительных процессов в битуме с добавкой 2% каучука СКД, смягчается, время старения увеличивается более чем в 2 раза.

Когезия, достигнув максимальной величины, после нагрева в течение 16 ч при температуре 160°C уменьшается под действием термоокислительных процессов. После 22-часового нагрева битумно-каучуковое вяжущее обладает достаточно высокой пластичностью и клейкостью, что характеризует стабильность его свойств во времени.

Аналогичное воздействие на битум, но несколько в меньшей степени оказывают каучуки СКМС-30, АРКМ-15, СКС, БС-45, АК, СКИ. При полном использовании отходов производства заводов СК в качестве улучшающих добавок дорожных битумов экономия, получаемая за счет повышения качества асфальтобетонных покрытий, значительного увеличения срока их службы и сокращения эксплуатационных расходов, а также за счет уменьшения расхода битума, по предварительным сметно-финансовым расчетам составит около 5 млн. руб. в год.

Таким образом, исследования битумно-каучукового вяжущего с различным содержанием каучуков показывают:

1. Модификация битума каучуками способствует значительно повышению деформативной способности битума при

низкой температуре и деформационной устойчивости при высокой.

2. Исходные каучуки разделяются по своему влиянию на свойства битума на два типа: «эластомеры» (типа СКД, СКИ), которые могут быть применены как для увеличения деформативной способности при отрицательной температуре, так и для увеличения его деформационной устойчивости при высокой температуре; и на «вязкомеры» типа СКМС, БС-45, АК, которые могут быть наиболее эффективно применены для увеличения деформационной устойчивости.

Первый вид каучуков может быть применен как для северных, так и для южных районов нашей страны, в то время как второй вид каучука предпочтителен для южных.

3. Оптимальное содержание каучука составляет 1—3% от веса битума в зависимости от типа каучука и марки битума.

4. Резко уменьшается скорость старения битумно-каучукового вяжущего (в 2—3 раза) по сравнению с битумом.

## Качественная характеристика вязких битумов

Канд. техн. наук В. А. КЕЙЛЬМАН,  
канд. хим. наук И. В. МАРДИРОВА

Исследованием структуры и свойств дорожных битумов на протяжении многих лет занимается большая группа научных сотрудников Союздорнии под руководством докторов технических наук В. В. Михайлова и А. С. Колбановской в сотрудничестве с другими научно-исследовательскими организациями. Результаты этих исследований нашли отражение в ГОСТ 11954—66 «Битумы нефтяные дорожные вязкие улучшенные». С января 1967 г. нефтеперерабатывающая промышленность должна была перейти на выпуск битумов, отвечающих требованиям нового стандарта. Однако до сих пор этот переход полностью не осуществлен. По-прежнему качество получаемых дорожниками битумов далеко не одинаково, и поэтому они даже в пределах одной и той же марки по-разному ведут себя в составе асфальтобетонных и битумоминеральных смесей, проявляя неодинаковую активность. Это подтверждается проведенными нами исследованиями проб битумов, периодически отобранных на Краснодарском нефтеперерабатывающем заводе (с января по июнь месяцы 1969 г.), и пробы грозненского битума (отобранной в феврале 1969 г. в ДСУ г. Махачкалы).

Исследование дисперсной структуры битумов было осуществлено методом адсорбционно-хроматографического анализа. Как видно из табл. 1, групповой состав изучаемых битумов

Таблица 1

Лабораторный индекс битума	Химический состав			Деформативные показатели				
	Содержание, % по весу			Глубина проникания иглы	Температура размягчения, °С	Растяжимость при 25°, см	Индекс пенетрации	Температура хрупкости, °С
	углеводородов	смола	асфальтенов					
1	37,5	44,5	18,3	45	49	в 100	-1,6	- 8
2	37,9	43,1	19,1	50	49	в 100	-1,4	- 9
3	37,7	44,6	17,7	70	46,5	в 100	-1,3	-11,5
4	36,7	42,2	21,5	60	48	в 100	-1,3	-10,0
5	40,2	37,7	21,8	52	48,7	83	-1,3	- 9,5
6	41,5	39,1	19,3	96	44,3	в 100	-1,3	-13,7
7	46,0	36,4	17,1	97	44	в 100	-1,2	-14
8	40,4	37,3	22,2	43	51	в 100	-1,3	- 8
9	42,3	41,0	17,3	121	41	в 100	-1,9	-11
10	40,7	45,4	14,4	104	43	в 100	-1,2	-17
12	—	—	—	58	42,2	в 100	-1,3	-11
17	—	—	—	75	45,4	в 100	-1,5	-10,5
21	42,6	30,5	27,3	40	52,0	75	-1,2	-10
22	44,5	30,4	25,7	40	53,0	71	-1,0	-10
25	43,5	36,5	20,4	46	50,2	в 100	-1,3	- 8
28	42,9	39,7	17,5	76	46,0	в 100	-1,3	-12
29	43,4	36,6	20,3	57	50,0	в 100	-1,2	-10
31	47,0	31,1	22,1	96	47,5	в 100	-0,3	-17,5
33	38,8	37,3	24,4	52	51	в 100	-0,9	-11
Грозненский 100	31,2	64,3	5,0	105	45	в 100	-0,6	-19

очень непостоянен. Содержание асфальтенов в них колеблется в пределах от 14,4 до 28,3%, смол — от 36,4 до 45,4%, углеводов — от 36,7 до 47%. По химическому составу к битумам с оптимальной структурой<sup>1</sup>, положенной в основу нормативов ГОСТ 11954—66, можно отнести из всех исследуемых проб только один образец № 31, который содержит: асфальтенов — 22,1%, смол 31,1, углеводов 47,0%. Исследование химического состава пробы грозненского битума также свидетельствует о большом отклонении его структуры от оптимальной.

Кислотное число краснодарских битумов, как показывают данные табл. 2, колеблется в пределах от 0,36 до 0,79 мг КОН;

Таблица 2

Индекс проб битума	12	17	21	22	25	28	29	31	33
Кислотное число, мг КОН ..	0,60	0,67	0,78	0,79	0,51	0,39	0,43	0,65	0,65
Число омыления, мг КОН ..	14,5	16,5	16,3	15,9	14,7	14,8	14,9	20,4	14,6
Показатель старения	6,3	6,3	16,0	11,5	7,0	4,0	6,7	4,7	11,2

число омыления в среднем составляет около 15 мг КОН. При этом наиболее лучшие результаты из исследованных проб показывают образцы битумов № 17, 21, 22 и 31.

Деформативные свойства битумов оценивали тремя показателями: глубиной проникания иглы, температурой размягчения и растяжимостью при 25°C (см. табл. 1). Исходя из этих данных, рассчитаны индексы пенетрации, позволившие судить о реологическом типе битумов. В дорожном строительстве наиболее часто применяют битумы, у которых индекс пенетрации находится в пределах от —2 до +2. Такие битумы обладают определенными вязко-упругими свойствами, для них не характерна большая чувствительность к изменениям температуры и большая хрупкость. Индекс пенетрации исследуемых битумов колеблется в пределах от —1,9 до +0,05. В нашем случае лучшие результаты для дорожных целей показывают образцы № 17 и 31, у которых индекс пенетрации соответствует значениям +0,05 и —0,03 (чем выше индекс пенетрации, тем битумы более теплоустойчивы и менее хрупки).

Аналитическим путем (по номограмме) найдена температура хрупкости. У исследуемых битумов нижняя граница температур, при которой допустимо применение данного битума, колеблется в пределах от —8° до —18,5°. Лучшие результаты показала проба № 31.

Определен показатель старения битумов, с помощью которого рассмотрено (в лабораторных условиях) ускоренное старение битумов под действием высокой температуры (см. табл. 2). Отмечено, что наибольшая величина этого показателя отвечает образцам битумов № 21, 22 и 23 с большим содержанием асфальтенов. В пробе № 31, которая по групповому составу и многим другим показателям удовлетворяет ГОСТ 11954—66, этот показатель равен —5,7, что вполне приемлемо.

Поверхностную активность битумов изучали по показателю сцепления их с мрамором и вольским песком. Все пробы показали хорошие адгезионные свойства при взаимодействии с мрамором и плохие — с песком. Несколько лучшие результаты по сцеплению с песком (при общей оценке «плохо») показали образцы № 17, 21, 22 и 31.

Результаты представленных исследований свидетельствуют о большом непостоянстве качественных характеристик битумов, полученных на Краснодарском нефтеперерабатывающем заводе. Из серии изученных образцов удалось выделить только одну пробу № 31, которая по структуре и свойствам обладает лучшими для использования в дорожном строительстве показателями. Большие отклонения от оптимальной структуры показала и проба грозненского битума. Следовательно, проблема производства высококачественных битумов еще не решена окончательно.

УДК 552.578.3:658.562

# Пути замены прочных каменных материалов в бескаменных районах

В. С. ИСАЕВ, Е. И. ПУТИЛИН

Запасы прочных каменных материалов в СССР огромны, но распространены они крайне неравномерно. Широкое использование этих материалов в районах, где они отсутствуют, влечет за собой большие транспортные расходы. При строительстве дорог в ряде районов европейской части СССР, Западной Сибири и других транспортных расходы в 3—5 раз увеличивают стоимость каменных материалов.

Значительные сокращения строительных расходов и ускорение темпов строительства могут быть получены за счет широкого использования местных сырьевых ресурсов в конструкциях дорожных одежд. Это должно не только значительно снизить стоимость строительства, но и высвободить большое количество разнообразных транспортных средств.

Основные виды местных материалов приведены в таблице. Использование местных природных материалов, расположенных вблизи района строительства. Большая часть территории СССР располагает осадочными разнопрочными породами (известняки, песчаники, дресва, ракушечник, мел, опока и др.) и гравийными материалами.

Однако, как правило, местные каменные материалы для применения их в конструкциях дорожных одежд требуют обогащения и укрепления. Например, щебень из лавовского месторождения (Липецкие известняки) в необработанном виде имеет водопоглощение 4,16%, при обработке 3% битума — 0,82%, после 16 циклов замораживания-оттаивания щебень имеет потери 8,9%, а обработанный 3% жидкого битума — только 1,9%.

У щебня, обработанного малыми дозами цемента, также резко повышается морозостойкость, он обладает достаточно высокими показателями прочности после 15—25 циклов замораживания-оттаивания.

Ракушечник имеет большое распространение на территории СССР. Пористость ракушечника составляет 20—25%, прочность при сжатии не превышает 35 кгс/см<sup>2</sup>, износ в полочном барабане достигает 60—90%. После укрепления его 3—7% цемента создается монолитный материал с объемным весом в 1,2—1,5 раза выше объемного веса ракушечника, который применяется как основание под усовершенствованные покрытия.

Щебеночно-песчаная смесь, полученная при дроблении камня-песчаника, отходов распиловки камня-ракушечника, после укрепления 5—8% цемента имеет прочность при сжатии в возрасте 28 суток свыше 40 кгс/см<sup>2</sup> и может быть применена в основаниях дорожных одежд.

Искусственные пески, полученные при дроблении горных пород, укрепленные 5—7% цемента или органическими вяжущими, пригодны для устройства усовершенствованных облегченных покрытий и оснований под усовершенствованные покрытия. Необогащенные искусственные пески могут быть использованы для возведения земляного полотна.

Гравийно-оптимальная смесь, укрепленная 5—7% цемента в возрасте 28 суток, имеет прочность свыше 35—40 кгс/см<sup>2</sup> и может быть применена в качестве оснований под усовершенствованные и капитальные типы покрытий.

**Укрепленные грунты.** Современные методы укрепления грунтов позволяют обрабатывать самые различные их виды: пески, супеси, суглинки, тонкодисперсные глины, а также грубодисперсные горные породы — песчано-гравийные, песчано-щебеночные смеси, отходы камнедробления.

В качестве вяжущих материалов применяется цемент, известь, битумы, битумные эмульсии, различные виды синтетических смол (фурфурол-анилиновых, карбомидных), кремнийорганические соединения, фосфатные вяжущие материалы и другие виды синтетических соединений.

Для увеличения прочности, морозо- и температурной устойчивости, а также расширения диапазона грунтов, пригодных для укрепления (засоленные, гумусированные типы грунтов), в

<sup>1</sup> В. В. Михайлов, А. С. Колбановская считают, что наиболее оптимальной структурой обладают битумы со следующим соотношением основных структурообразующих элементов: асфальтенов в пределах 21—23%, смол 29—34%, углеводов 46—50%.

последнее время находят все более широкое применение различные добавки к основным видам вяжущих материалов, которые изменяют природу грунта, улучшая условия его взаимодействия с вяжущими материалами.

К этим добавкам относятся различные электролиты, соли, известь, различные поверхностно-активные соединения, золы и другие типы веществ.

**Недефицитные местные вяжущие материалы** также являются большим резервом снижения стоимости строительства автомобильных дорог.

В качестве местных вяжущих материалов могут применяться тяжелые асфальто-смолистые нефти, природные битумы, сланцевые битумы, дегти, крекинг-остатки, побочные продукты, образовавшиеся при обработке торфа — торфяной деготь, торфяной пек; побочные продукты предприятий химического производства: древесный пек, древесная газогенераторная смола, отходы содовых заводов; отходы целлюлозно-бумажной промышленности: сульфитно-спиртовая барда; отходы сахарной промышленности: фильтпрессная грязь, золы-уноса и др.

В качестве вяжущих материалов находят применение также гранулированные доменные шлаки. Смеси из 15—20% гранулированного шлака, 80—85% щебеночного, гравийного или песчаного материала 1—3% извести-пушонки или цемента в качестве катализатора применяют для оснований дорог под капитальные типы покрытий.

**Отходы промышленности** являются важным резервом снижения стоимости строительства. Доменные и сталеплавильные шлаки по своим физико-механическим показателям приравниваются к щебню изверженных горных пород и могут быть применены для наиболее ответственных слоев дорожных одежд.

Так, например, литой щебень из нераспадающихся шлаков, имея износ в полочном барабане до 30%, относится к I—II классу щебня по ГОСТ 3344—63, а щебень из отвалных сталеплавильных шлаков — к III—IV классу (износ в полочном барабане до 45%).

Медеплавильные шлаки могут применяться в основаниях дорожных одежд. Исследования Саратовского политехнического института показали принципиальную возможность эффективного использования их в горячем асфальтобетоне. Медеплавильный шлак Медногорского медносерного комбината позволил получить асфальтобетон со следующими показателями  $R_{20}=56,3$  кгс/см<sup>2</sup>;  $R_{вод}=60,0$  кгс/см<sup>2</sup>;  $R_{50}=16,3$  кгс/см<sup>2</sup>, водонасыщение — 2,2%.

Фосфорные шлаки могут быть применены в составе малоцементного асфальтового бетона в качестве материала для получения минерального порошка, а также для получения вяжущих материалов.

Отходы горнорудной промышленности представляют собой неотсортированный щебень, относящийся к I—III классу прочности. Отходы дробильно-обогащительные средние без сорти-

ровки можно использовать для устройства покрытий низшего типа и подстилающих слоев дорожных одежд.

После дробления и сортировки на стандартные размеры щебень можно применять для устройства покрытий.

Формовочные земли как отходы предприятий машиностроительной промышленности, относящиеся по физико-механическим свойствам к легким супесям, могут быть применены для строительства подстилающих слоев оснований дорожных одежд. При укреплении формовочных земель цементом 7—12% прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии в возрасте 28 суток равна 17—48 кгс/см<sup>2</sup>.

При использовании отходов горнорудной промышленности необходимо иметь в виду, что в них могут содержаться вещества, оказывающие вредное влияние на вяжущие материалы, в связи с чем перед его применением необходимо делать химический анализ материала.

**Использование заменителей каменных материалов — искусственных материалов** — также является одним из путей замены прочных каменных материалов. Таким материалом является керамзит. Он обладает достаточно высокой прочностью, морозостойкостью, что позволяет использовать его в бетоне.

Керамдор, получаемый из легкоплавких глин, применимых для производства кирпича, может найти применение при устройстве асфальтобетонных, битумоцементных и цементобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог.

Для улучшения физико-механических свойств материалов можно применять ряд способов — обогащение по прочности, отделение загрязняющих примесей, улучшение зернового состава, формы и поверхности зерен.

Для производства местных дорожно-строительных материалов на притрассовых карьерах разработаны новые комплекты

Группа материалов	Подгруппа материалов		Характеристика качества материала	Виды дорожно-строительных материалов	Виды использования
Природные	Горные породы	Осадочные	Известняки, доломиты и песчаники разнопрочные 1—4 класса	Щебень, песок, минеральный порошок	Применяется в естественном виде при дроблении, отгροхотке и обогащении, при обработке вяжущими материалами То же
		Валуно-гравийные	Валуный материал 1—3 класса, гравий разнопрочный 1—4 класса	Щебень, гравий	То же
		Гравийно-песчаные и песчаные	Гравий разнопрочный 1—4 класса	Щебень, гравий, гравийно-песчаная смесь	То же
	Отходы промышленности	Грунты, супесчаные, суглинистые и глины	Неводостойкие		В дорожных одедах применяются при укреплении вяжущими материалами
		Отходы при добыче руд, отходы при добыче нерудных материалов	Как правило прочные породы с малым водопоглощением	Щебень, песок, минеральный порошок	Применяются при обогащении, отгροхотке, промывке, в естественном и укреплённом виде
		Отходы асбестовой промышленности	Разнопрочные часто сильно загрязнены	Щебень, песок, минеральный порошок	То же
Искусственные	Материалы из отходов промышленности	Флотационные отходы	Прочность—высокая, циклонная пыль — активный минеральный порошок	Щебень	
		Отходы сахарных заводов	Как правило прочные породы	Фильтпрессная пыль — добавка к минеральному порошку	Применяется при укреплении грунтов и в асфальтобетоне
		Формовочные земли		Пески, супеси	Применяется в естественном и укреплённом виде
	Материалы, полученные путем термообработки	Металлургические шлаки		Изделия, камень, песок, щебень, минеральный порошок, вяжущее	Применяются при отгροхотке в естественном и укреплённом виде, а также в виде вяжущих
		Шлаки химической промышленности			
		Глины и пески, подвергающиеся термообработке (обжиг, спекание)		Керамдор (щебень), керамзитовый песок, щебень и песок из керамического материала, штучные изделия	Применяются в естественном виде и при обработке вяжущими



передвижных дробильно-сортировочных установок. В комплект агрегатов входят передвижной бункер с пластинчатым питателем С-855 производительностью 70, 105, 135, 210 м³/ч, предназначенный для приема породы и загрузки головной дробилки или передвижной загрузочный бункер с лотковым питателем С-1025 производительностью 100—200 м³/ч для подачи гравийно-песчаных материалов; агрегат крупного дробления СМД-83 для переработки крупного материала и выдачи несортированного продукта, агрегат среднего дробления С-905 для переработки материала, поступающего от агрегата крупного дробления; агрегат мелкого дробления С-987 для дробления продуктов после первых двух агрегатов в щебень крупностью 40 или 25 мм; агрегат сортировки С-906: передвижные транспортеры С-988 для крупного материала и С-989 для мелкокусового материала.

Для измельчения грунтов до определенного состава разработан специальный агрегат.

Для перемешивания местных материалов с различными вяжущими, а также получения смесей оптимального состава из местных материалов можно применять карьерную мобильную смесительную установку Д-709, смеситель Д-370, оборудованный дозаторным отделением. Кроме этого, можно применять бетоносмесители Д-543, С-780 и асфальтобетонные заводы.

Для укладки смесей используют универсальный укладчик дорожно-строительных материалов Д-724, щебнеукладчик Д-337А, а также автогрейдеры.

Для укрепления местных материалов пригодна технология смещения непосредственно на полосе укладки. В этом случае для размельчения и перемешивания материалов с вяжущими можно применять фрезы Д-530, Д-672, грунтосмесители Д-391А, Д-370. В комплекте с ними работают распределители цемента: Д-343Б, цементовозы, битумовозы и поливомоечные машины.

Для уплотнения смесей можно применять самоходные катки на пневматических шинах Д-551, Д-627, Д-624, виброкатки весом 0,5—4 т, катки с гладкими вальцами весом 5—25 т.

Таким образом, накопленный опыт в изучении свойств местных строительных материалов, их обогащении, а также разработанные технологии производства работ и безусловная экономичность применения этих материалов на значительной части территории СССР, выпущенные нормативные документы делают возможным более широкое внедрение их в практику дорожного строительства.

## Влияние на прочность цементогрунта технологических факторов

А. П. КУЗНЕЦОВ

Местные обломочные материалы (гравийные, щебеночные и песчаные грунты, а также отходы от дробления каменных материалов), укрепленные различными вяжущими, имеют преимущество перед необработанными щебнем и гравием. В Ленфильале Союздорнии изучались прочностные, деформативные и теплофизические свойства, а также морозостойкость обломочных материалов, укрепленных цементом различного зернового и петрографического составов. Физико-механические свойства этих материалов приведены в табл. 1.

Для укрепления обломочных материалов применяли портландцемент марки 300.

Опытами доказано, что при уплотнении укрепленных цементом обломочных материалов оптимальная нагрузка должна быть приблизительно равна 150 кгс/см². Увеличение давления вызывает разрушение крупных частиц, ослабляя структурные связи, что снижает прочность (рис. 1). При увеличении влажности во время уплотнения на 30% по отношению к оптимальной прочность на растяжение (смесей 3; 5; 9, укрепленных 4, 6 и 8% цемента) увеличивается от 15 до 45%. При дальнейшем росте влажности снижается плотность и прочность цементогрунта. Уменьшение влажности на 30% от оптимальной вызывает резкое снижение прочности, особенно в смесях с расходом 8% цемента (рис. 2). Для крупнообломочных смесей относительная влажность 30% составляет не более 2% абсолютного значения.

Номер смеси	Вид материала	Класс прочности (износ в барабане, ГОСТ 8267-64)	Размер менее 2,5, в % от веса	В том числе		Предел текучести частиц менее 0,63 мм, %
				0,63	0,07	
3	Песчаный	—	85	60	3	11
5	Гравийный (смешанных горных пород)	3	25	15	5	16
9	Щебеночный (карбонатных горных пород)	5	55	35	20	21
11	Щебенитый (изверженных горных пород)	1	25	16	5	15

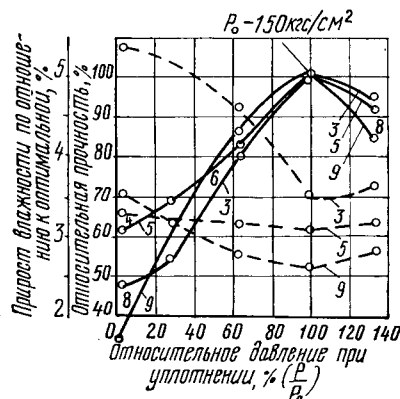
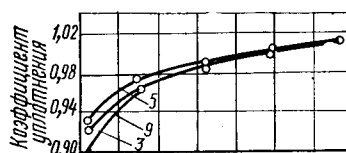


Рис. 1. Изменение прочности цементогрунта от уплотняющей нагрузки. Верхняя цифра на кривой обозначает расход цемента, %, нижняя — N смеси

$K$  — постоянный коэффициент, характеризующий материал по петрографическому составу; принимается равным 1,0; 1,10 и 1,20 соответственно для смесей изверженных, смешанных и карбонатных горных пород непрерывного гранулометрического состава;  
 $p$  — содержание в смеси частиц крупнее 5 мм, в долях единицы;  
 $n$  — расход цемента, %;  
 $W_{ц}$  — нормальная плотность цементного теста в долях единицы, которая принимается для портландцемента в пределах 0,25—0,30.

Опыт устройства оснований показал, что прочность цементогрунта зависит от влажности, которая была у материала перед распределением цемента. Наиболее равномерное распределение достигается при перемешивании цемента с сухим грунтом. Прочность цемента-

Оптимальную влажность крупнообломочных материалов, укрепленных цементом, следует определять не из условий получения максимального объемного веса, а из условий обеспечения нормального процесса твердения цемента и получения максимальной прочности цементогрунта. Этому требованию удовлетворяет экспериментальная зависимость

$$W_0 = W_0^M K (1 - p) + n W_{ц}, \%$$

где  $W_0$  — оптимальная влажность цементогрунта, %;

$W_0^M$  — оптимальная влажность мелочи менее 5 мм, %, определенная по стандартной методике;

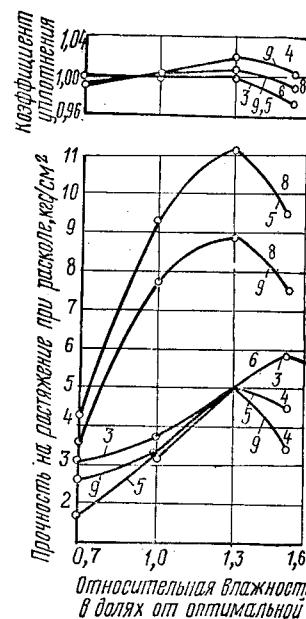


Рис. 2. Изменение прочности цементогрунта от относительной влажности. Обозначения те же, что и на рис. 1

Номер смеси	Расход цемента, % веса	Время перемешивания, мин	Влажность грунта до распределения цемента в долях оптимальной			
			1,0	1,3	1,0	1,3
			Прочность при растяжении, кгс/см <sup>2</sup>		Потеря прочности, % (от стандартной)	
3	6	5	6,9	7,5	Нет	Нет
9	4	1	6,0	5,3		
		5	2,3	2,7	38	46
		1	1,7	2,0	54	60
		5	4,1	5,4	45	39
	8	1	3,2	3,5	57	60

грунта снижается до 60%, если цемент перемешивать с материалом, имеющим влажность, близкую к оптимальной или больше (табл. 2). Это объясняется тем, что за счет сил Ван-дер-Ваальса во влажном материале образуются агрегаты (особенно, из тонкодисперсных частиц), которые имеют цементный гель только снаружи, чем значительно ослабляется структура конгломерата, а прочность резко уменьшается.

Прочность цементогрунта снижается до 50%, если влажность его при уплотнении была на 2% меньше оптимальной, а в период твердения цемента был установлен постоянный уход за цементогрунтом. Объясняется это тем, что для нормальной гидратации цемента не хватает воды; из окружающей среды (мокрые опилки) цементогрунт не забирает воду из-за большого размера пор.

Результаты исследований показали, что прочность цементогрунта уменьшается с увеличением периода между его увлажнением и уплотнением (рис. 3, а, б). При повышении темпера-

туры среды в момент увлажнения и уплотнения в 2 раза прочность снижается от 2 до 9 раз. Так, при температуре 20°C время между увлажнением и уплотнением цементогрунта из обломочных материалов не должно превышать 3 ч, а при температуре 40°C — не более 0,5 ч. Поэтому при 40°C работы должны быть прекращены. При температуре —10° и —20°C у смесей, укрепленных 8% цемента с добавками соответственно 10 и 15% хлористого натрия, период между увлажнением и уплотнением не должен превышать 10—15 ч (рис. 3, в, г). При этом прочность при растяжении понижается на 15—20% по сравнению со стандартными образцами, твердевшими 56 суток в нормальных условиях. Плотность смесей в этих условиях соответствовала требуемой (0,98—1,0).

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Прочностные показатели цементогрунта из обломочных смесей могут быть значительно повышены различными технологическими приемами.

2. Для улучшения условий структурообразования укрепленных цементом крупнообломочных материалов следует оптимальную влажность определять по предложенной формуле (из условия получения максимальной прочности).

3. Уплотнение цементогрунта из указанных материалов должно быть закончено не позднее 3 и 10—15 ч с момента увлажнения при температуре соответственно 20° и —10°C; при температуре же 40°C эти работы проводить нельзя.

4. Обломочный материал перед введением в него цемента должен быть воздушносухим. Поэтому в целях повышения культуры производства и получения по прочности однородных оснований при малом расходе цемента следует снимание производить в установках С-543 или Д-70х.

## Уточнение методики испытания бетонного покрытия ультразвуком

Канд. техн. наук В. В. ВОЛОДИН

На поверхности бетонной смеси при виброуплотнении в верхней зоне устраиваемого покрытия происходит разделение компонентов, результатом чего является ухудшение структуры бетона с образованием в этом месте более пористого цементного камня. Согласно методике акустических испытаний бетонного покрытия<sup>1</sup>, этот фактор учитывают путем применения поправочного коэффициента 1,03, т. е. измеренную на поверхности бетонной плиты скорость ультразвука перед наложением на график корреляции «скорость—прочность» (КСП) увеличивают на 3%. На самом деле она отличается от скорости ультразвука в толще покрытия на 0—6%.

Таким образом, усредненный коэффициент дает порой существенную погрешность.

Нашими исследователями было выявлено, что скорость ультразвука с увеличением глубины бетонного покрытия растет в общем случае по параболическому закону при толщине ослабленного слоя до 5—6 см. Далее она становится практически постоянной. Аналогичные результаты были получены и другими авторами<sup>2</sup>.

С точки зрения акустики, верхний слой бетонного покрытия можно рассматривать как слоисто-неоднородную среду, т. е. среду, свойства которой непрерывно изменяются в направлении одной из осей. Согласно теории волновых колебаний<sup>3</sup> в таких средах под действием закона преломления Снеллиуса при установке датчиков на поверхности волновой луч (лучом принято называть кривую, касательная к которой в каждой точке совпадает с направлением потока энергии<sup>4</sup>) полностью

<sup>1</sup> В. В. Володин. Испытание прочности бетонного покрытия ультразвуком. — «Автомобильные дороги», 1969, № 4.

<sup>2</sup> А. П. Виноградов, Т. М. Кузнецова. Испытание бетонного покрытия ультразвуком. — «Автомобильные дороги», 1969, № 7.

<sup>3</sup> Л. М. Бреховских. Волны в слоистых средах. М., 1957.

<sup>4</sup> Л. М. Бреховских. Волны в слоистых средах. М., 1957.

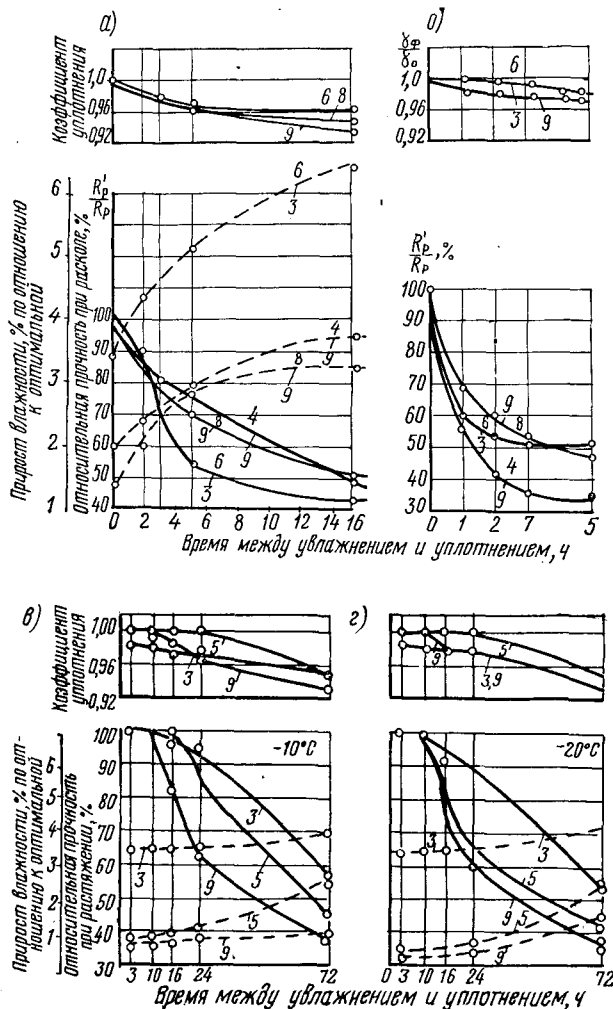


Рис. 3. Динамика изменения прочности цементогрунта в зависимости от времени между увлажнением и уплотнением при температуре:

а — 20°C; б — 40°C; в — (-10°C); г — (-20°C)