821242

Библиотечка лесника

Б. И. КУВАЛДИН

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОРОГИ

/УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ/

Библиотечка
лесника

Б. И. КУВАЛДИН

ЛЕСО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОРОГИ /УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ/

821242

ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
Москва 1976

УДК 634.0.383.4

Лесохозяйственные дороги (устройство и содержание). (Б-чка лесника). Кувалдин Б. И. М., «Лесная промышленность», 1976. 96 с.

Изложены основные сведения о необходимой сети лесных дорог, а также рассмотрены следующие вопросы: технические требования к дорогам и дорожным сооружениям, способы возведения земляного полотна дорог, устройство водопропускных сооружений и дорожных одежд, содержание и ремонт лесохозяйственных дорог различных типов. Приведены технико-экономические показатели строительства и содержания лесохозяйственных дорог.

Табл. 6, ил. 20, библиогр. — 13 назв.

К $\frac{40503-016}{037(01)-76}$ 22—75

© Издательство «Лесная промышленность», 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лесное хозяйство, являясь самостоятельной отраслью материального производства, имеет большое народнохозяйственное значение. Эффективность лесного хозяйства в значительной мере зависит от наличия и состояния дорожной сети и насыщенности современными транспортными средствами.

Интенсификация лесного хозяйства требует строительства большого количества новых лесовозных и лесохозяйственных дорог. Наряду с этим лесное хозяйство все больше и больше насыщается автомобильным парком повышенной грузоподъемности. Большегрузные машины предъявляют новые требования к качеству дорожных покрытий. Поэтому при строительстве автомобильных лесохозяйственных дорог требуются новые, более совершенные типы покрытий, обладающие высокими эксплуатационными качествами. Одновременно в целях снижения стоимости строительства лесохозяйственных дорог необходимо широко использовать местные материалы.

От наличия достаточной сети хороших дорог зависят плановость лесохозяйственных работ, сроки вывоза из леса готовой продукции, своевременный подвоз посадочного материала, механизмов и рабочих к месту работ, обеспечение своевременной доставки средств тушения и людей для охраны леса от пожаров и для борьбы с ними.

ДОРОЖНАЯ СЕТЬ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЛЕСНЫХ ДОРОГ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Под лесными понимают дороги, расположенные на лесной территории и находящиеся в ведении лесных организаций. В зависимости от назначения лесные дороги подразделяют на следующие виды: лесохозяйственные, обеспечивающие постоянное выполнение всего комплекса лесохозяйственных работ; лесовозные, предназначенные в основном для вывозки древесины; противопожарные, обеспечивающие проезд в пожароопасные районы; служебно-контрольные, обеспечивающие постоянный надзор за какими-либо сооружениями (мелиоративные каналы, газопроводы и пр.); хозяйственные, предназначенные для перевозки хозяйственных грузов от путей общего пользования до предприятий. Наличие сети хорошо устроенных дорог на территории лесного массива обеспечивает наиболее полное использование лесных богатств, повышает общую культуру и эффективность лесохозяйственного производства. Применение различного рода усложненных систем рубок и ведение интенсивного лесного хозяйства возможно только в том случае, когда проложена хорошая транспортная сеть и оказывается доступным любой участок леса (Анучин, 1962).

Лесохозяйственные дороги имеют существенные особенности: они должны обеспечивать постоянный доступ в каждый квартал лесного массива вне зависимости от наличия в нем спелых лесонасаждений; сеть лесохозяйственных дорог должна охватывать всю территорию лесного массива, включая участки с незначительным запасом и подлежащие облесению; дороги должны обеспечивать вывозку древесины, получаемой от рубок главного и промежуточного пользования.

Средний грузооборот, приходящийся на 1 км лесохозяйственных дорог, незначителен, в то же время дорожные одежды должны быть достаточно прочными, долговечными и иметь минимальную стоимость ввиду незначительных грузооборотов. Срок службы лесохозяйственных дорог практически неограниченный, поэтому при строительстве следует применять долговечные материалы, в основном местные; необходимо предварительно проводить тщательные геологические и грунтовые обследования; обеспечивать хороший отвод воды от полотна дороги.

Лесохозяйственные дороги могут выполнять свое назначение и обеспечивать беспрепятственный проезд с расчетными скоростями только при постоянном и тщательном текущем содержании, своевременном выявлении признаков разрушения и проведении профилактических мероприятий, обеспечивающих сохранность и долговечность дороги.

Лесохозяйственные дороги в зависимости от назначения подразделяют на три типа:

I — основные магистральные направления, соединяющие отдельные лесные массивы между собой и с путями общего пользования, а также объединяющие дороги внутри лесного массива в единую транспортную сеть;

II — дороги, обеспечивающие проезд транспортных средств в отдельные части лесного массива, связывающие эти части с основным направлением лесохозяйственных дорог и соединяющие отдельные, обособленные небольшие лесные массивы, лесничества, цеха переработки и питомники с дорогами I типа;

III — дороги, обеспечивающие подъезд к местам производства лесохозяйственных, лесовосстановительных и других работ кратковременного действия; обычно к этому типу относят также противопожарные и служебно-контрольные дороги (вдоль гидромелиоративных каналов), дороги к кордонам и небольшим питомникам.

По дорогам I типа выполняется основной объем перевозок (60—80% грузовой работы, т-км). Поскольку они обеспечивают двустороннее движение автотранспорта в течение всего года, на них должны быть достаточно надежные дорожные одежды из щебня, гравия, шлака или местных грунтов, укрепленных вяжущими

материалами. Эти дороги составляют относительно небольшую долю всей протяженности лесохозяйственных дорог.

Дороги II типа в зависимости от интенсивности движения устраивают для двустороннего и одностороннего движения. Дорожные одежды также устраивают в зависимости от интенсивности движения: из гравийных и щебеночных материалов или из местных грунтов, укрепленных различными материалами и скелетными добавками. Недостаточная прочность дорожных одежд требует перерывов движения в периоды распутицы.

Объем грузовой работы на дорогах II типа составляет 20—40% всего объема, а протяженность их сети наибольшая — 80—90% всего протяжения лесохозяйственных дорог.

Дороги III типа имеют незначительную протяженность. У них однопутная проезжая часть с низшими типами покрытий. Эти дороги, как правило, прокладывают по лесным просекам.

Лесовозные дороги в отличие от лесохозяйственных большей частью имеют ограниченный срок работы, и их прокладывают только в те части лесного массива, где имеется ликвидный запас древесины. На них широко используют переносные конструкции дорожных одежд (плиты, щиты, звенья, съемные гибкие ленты и пр.), а также дорожные одежды из древесины. В то же время эти дороги имеют большие грузообороты, что позволяет вкладывать в их строительство значительные капиталовложения.

Отдельные элементы сети лесовозных дорог в зависимости от срока работы и объема вывозки древесины имеют различные названия: магистрали — основные направления лесовозных дорог, по которым перевозят весь объем древесины (срок их работы обычно равен сроку работы лесозаготовительного предприятия); ветки — дороги, прокладываемые в отдельные части лесного массива (работают 3—10 лет); усы — пути, прокладываемые в отдельные лесосеки (работают обычно меньше года). Магистральные пути и ветки, работающие свыше 5 лет, строят за счет централизованных капиталовложений, стоимость строительства усов и веток, работающих меньше 5 лет, включается в себестоимость продукции.

В зависимости от объема вывозки древесины в год магистрали лесовозных автомобильных дорог разделяют на 3 категории: 1-я — объем вывозки более 500 тыс. м^3; 2-я — 151—500 тыс. м^3; 3-я — менее 150 тыс. м^3. Магистрали лесовозных железных дорог узкой колеи делят на 3 категории по тому же признаку: 1-я объем вывозки свыше 600 тыс. м^3; 2-я — 201—600 тыс. м^3; 3-я — менее 200 тыс. м^3.

Лесовозные автомобильные дороги имеют большое значение для лесного хозяйства. Их протяженность в 1973 г. составляла 77 тыс. км, в том числе гравийных 25, грунтовых 29, деревянно-лежневых и дерево-грунтовых 4,9, колейных железобетонных 1,4, зимних 16,3 тыс. км. Разветвленная сеть лесовозных дорог в период эксплуатации лесосырьевой базы обеспечивает и нужды лесного хозяйства, но к концу освоения значительную ее часть перестают поддерживать в рабочем состоянии, и она быстро приходит в негодность. Кроме того, лесовозные дороги проложены в основном в лесоизбыточных районах.

РАЗМЕЩЕНИЕ ДОРОЖНОЙ СЕТИ В ЛЕСНОМ МАССИВЕ

Расположение дорожной сети должно обеспечивать доступ ко всем объектам лесохозяйственной деятельности. Ее планирование начинается во время лесоустройства. Лесоустроители должны прежде всего дать характеристику транспортным путям, отметить их протяженность, качество устройства, пропускную способность и значение в лесных перевозках и иных транспортных связях, а также изложить соображения по улучшению существующих дорог и устройству новых.

Инструкция по устройству государственного лесного фонда предусматривает, что на 1-м лесоустроительном совещании в числе основных должны быть рассмотрены вопросы о наличии или отсутствии схемы транспортного освоения лесов, очередности строительства дорог и реконструкции путей транспорта. На 2-м лесоустроительном совещании начальник лесоустроительной партии в числе других мероприятий должен доложить соображения и рекомендации по дорожному строительству. Лесоустроители должны выявить и наметить первооче-

редную потребность в дорожной сети и мостах, перечень и характер намеченных строительных объектов (эти мероприятия необходимо согласовать с работниками лесхозов и утвердить на 2-м лесоустроительном совещании), а также дать характеристику транспортным путям, отметить их протяженность, качество устройства, пропускную способность и значение в лесных перевозках и иных транспортных связях. Для выполнения этих задач лесоустроители обязаны знать следующее: существующие возможности дорог в лесу (их классификация); категории дорог и технические требования к ним; сведения о существующих дорогах (для этого необходимо уметь их обследовать и правильно наметить мероприятия по улучшению); требования к густоте дорожной сети; достаточная или недостаточная протяженность дорог для правильного ведения лесного хозяйства.

Протяженность дорожной сети зависит от требуемой густоты, которая обычно измеряется числом километров дорог, приходящихся на 1 км² (100 га) лесной площади. С увеличением густоты сети уменьшается среднее расстояние подвозки к дороге древесины. При густоте сети 0,3 км/км² среднее расстояние подвозки древесины к дороге 0,9—1 км, при густоте сети 0,5 км/км² — 0,55—0,6 км, при густоте 0,7 км/км² — 0,35—0,4 км и при густоте 1 км/км² — 0,25—0,3 км. При квартальной сетке через 1 км и проведении дорог по квартальным просекам через каждые 2 км обеспечивается подъезд дороги к каждому кварталу с одной стороны. В этом случае средняя густота всей дорожной сети составляет 0,6—0,65 км/км².

Основное направление лесохозяйственной дороги должно обеспечивать примерное равенство транспортных работ с каждой ее стороны. Такое положение достигается при равном объеме годового прироста на всех площадях с левой и правой сторон основного направления лесохозяйственной дороги (I типа). Если имеется возможность, направление основной дороги следует принимать по диагонали кварталов. В этом случае прокладываемые по просекам внутренние дороги имеют угол примыкания к магистральному пути, близкий к наивыгоднейшему.

При создании дорожной сети в лесхозах (леспром-

хозах) лесодефицитной зоны необходимо иметь в виду сильную раздробленность лесонасаждений различными просеками (дороги, противопожарные просеки, линии связи и электропередач, газопроводы, каналы и пр.) и при прокладке новых дорог максимально использовать существующие просеки, чтобы не сокращать площадь для воспроизводства лесных запасов.

Одновременно с прокладкой дорог необходимо устраивать и организованные стоянки для машин. Устройство охраняемых стоянок с запасом дров, местом для костров и мусора способствует резкому снижению заездов машин туристов и отдыхающих непосредственно в лесонасаждения и, следовательно, уменьшению поломок подроста и захламлению лесной территории. Передовые лесхозы (например, в Эстонской ССР) уже несколько лет устраивают такие стоянки.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДОРОГИ

Для устройства дороги в лесном массиве необходимо подготовить полосу в виде разрубленной и раскорчеванной просеки, где намечено проводить земляные работы. Однако в местах, где высота насыпи превышает 0,5 м, достаточно пни спилить заподлицо с поверхностью земли; если высота насыпи превышает 1 м, пни высотой до 0,2 м разрешается оставлять. Необходимая ширина полосы указана в проекте.

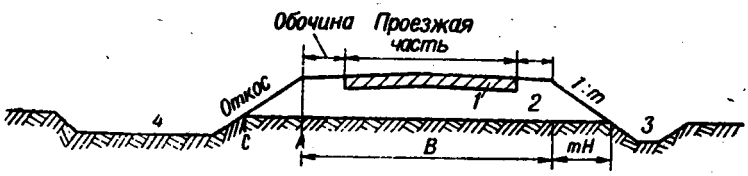


Рис. 1. Основные элементы дорожной конструкции:
1 — дорожная одежда; *2* — земляное полотно; *3* — кювет; *4* — резерв

Основными элементами дороги (рис. 1) являются: специально подготовленное земляное полотно в виде профилированной грунтовой полосы, насыпи или выемки; дорожная одежда, устраиваемая на поверхности подготовленного земляного полотна; водопропускные

сооружения — мосты или трубы. Ось дороги, проложенная и закрепленная на местности, называется трассой.

При проектировании дороги вычерчивают специальные чертежи (план, продольный и поперечный профили), по которым может быть построена дорога.

Верхнюю часть земляного полотна называют дорожным полотном. Здесь размещены проезжая часть и обочины. Проезжая часть предназначена для проезда автомашин. Эту полосу специально укрепляют, создавая дорожную одежду. В простейшем случае (например у противопожарных дорог) проезжая часть представляет собой полосу из уплотненного грунта с уклонами для стекания воды. Обочины — это грунтовые полосы, прилегающие к проезжей части и отделяющие ее от бровки земляного полотна. Они обеспечивают боковой упор для дорожной одежды и используются для временных стоянок транспорта, а при недостаточной ширине проезжей части — для разъезда встречного транспорта.

Дорожная одежда представляет собой специальную конструкцию из материалов, способных сопротивляться воздействию движения и климатических факторов. Дорожная одежда должна состоять из нескольких конструктивных слоев (рис. 2). Верхний несущий слой (покрытие) устраивают из наиболее прочного материала, хорошо сопротивляющегося износу. Находящийся под ним слой (основание) сопротивляется только вертикальному давлению и климатическим факторам; его устраивают большей частью из местных дешевых материалов. Под основанием может быть подстилающий слой из песка, который является дренирующим, выравнивающим и морозозащитным элементом конструкции.

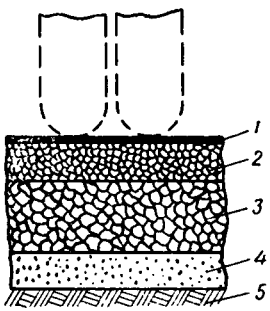


Рис. 2. Конструкция дорожной одежды:

1 — слой износа; *2* — покрытие; *3* — основание; *4* — дополнительное основание (подстилающий слой); *5* — земляное полотно

Дорожные покрытия разделяют на усовершенствованные, переходные и низшие. Усовершенство-

ванные устраивают из цементо-, асфальтобетона или из чернощебеночных высокопрочных материалов, укладываемых на дорогу в горячем состоянии. Такие покрытия применяют на лесовозных дорогах I категории. На лесовозных дорогах I и II категорий применяют облегченные усовершенствованные покрытия — чернощебеночные и гравийные, укрепленные вяжущими. К переходным относятся покрытия из щебня или гравия (с уплотнением при строительстве), из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, а также мостовые из булыжного и колотого камня. Такие покрытия применяют на лесовозных дорогах всех категорий и на основных направлениях лесохозяйственных дорог (1-й тип). Низшие покрытия устраивают из грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами. Они применяются на лесохозяйственных дорогах 2-го и 3-го типов.

Все сооружения дороги следует устраивать так, чтобы дорожное полотно не размокало, т. е. вода должна стекать с него, не задерживаясь около дороги. Поэтому проезжая часть должна иметь уклон от середины в стороны 30—40‰, т. е. 3—4 см на 1 м ширины, а грунтовые обочины — 40—50‰, т. е. 4—5 см на 1 м ширины обочины. Откосы земляного полотна должны быть достаточно пологими, чтобы земля не осыпалась, а сами они не размывались стекающей водой. Крутизна откосов измеряется отношением высоты насыпи (или глубины выемки), которая принимается за единицу, к величине AC — проекции откоса (см. рис. 1). Для обеспечения достаточной устойчивости откоса при обычных грунтах его величина принимается равной 1 : 1,5 (полуторный). Однако при возведении насыпей бульдозерами или автогрейдерами допускается откос с уклоном 1 : 2,5, т. е. более пологий и, следовательно, более устойчивый; некоторое увеличение объема земляных работ компенсируется удобством их производства. В выемках в зависимости от вида грунтов устраивают и более крутые откосы, например в лессовых грунтах 1 : 0,5, а прискальных 1 : 0,2.

Насыпи возводят из грунта, подвезенного или находящегося рядом, и передвинутого на дорожную полосу бульдозером, автогрейдером, скрепером или экскаватором. Место, из которого берут грунт для строительства

дороги, называют резервом (см. рис. 1). Глубина резервов допускается не более 1 м; при большей глубине может быть вскрыт слой грунтовых вод. Ширина резервов зависит от требующегося объема грунта. Чтобы текущая по резерву вода не подмывала дорогу, уклон его дна должен быть не меньше 20‰ (2 см на 1 м ширины резерва) в сторону от дороги, а продольный уклон — не меньше 5‰ (уклон — отношение разности отметок поверхности к длине участка).

Если насыпь возводят из привозного грунта, то с нагорной стороны вдоль дороги для отвода воды устраивают продольную водоотводную канаву (кювет). Размеры канав должны быть достаточными для пропуска всей притекающей воды: глубина не меньше 0,5 и ширина по дну не меньше 0,4 м. Чтобы канавы не заливала вода, их продольный уклон также должен быть не меньше 5‰. Поскольку в песчаных грунтах значительная часть поверхностных вод впитывается и протекает их меньше, сечение канав можно устраивать треугольным. Пропускная способность таких канав меньше, но устраивать их удобнее.

Поперечное сечение земляного полотна, вертикальной плоскостью изображенное в масштабе, называют поперечным профилем дороги (рис. 3, *H* — рабочая отметка, т. е. высота насыпи или глубина выемки). Валы из грунта, перемещенного из выемки (кавальера). должны отстоять от ее края не менее чем на 5 м. В выемке вдоль дорожного полотна с обеих сторон устраивают продольные водоотводные канавы, а с нагорной стороны — нагорные канавы, перехватывающие поверхностные воды, стекающие по склону. Нагорные канавы следует устраивать до разработки выемки, чтобы предупредить возможность заполнения ее водой при производстве земляных работ.

ПЛАН И ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ДОРОГИ

Планом дороги называют проекцию ее оси на горизонтальную плоскость. Необходимость проведения дороги через определенные части лесного массива и обходов встречающихся препятствий (озера, реки, болота, поселки и пр.) вынуждает проектировать ее в виде ломаной линии, состоящей из прямых участков, соеди-

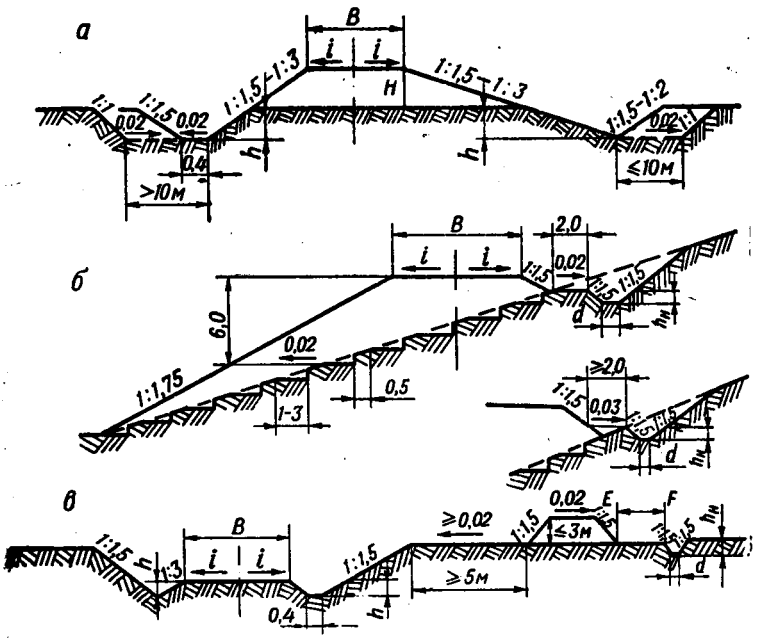


Рис. 3. Типовые поперечные профили насыпей и выемок:

а — насыпь на ровном месте; *б* — насыпь на косогоре; *в* — выемка на косогоре (*B* — ширина земляного полотна); $h_н$ — глубина нагорной канавы (не менее 0,6 на магистрали и 0,5 на ветках и прочих дорогах); *EF* — не менее 1 м в не заносимых снегом местах и 5 м в заносимых

ненных в местах изменения направления дугами кривых, что обеспечивает вписывание подвижного состава при поворотах. Изменение направления дороги определяется углом поворота между первоначальным и новым направлениями (угол α на рис. 4, *а*) и румбом направления на прямых участках.

Дуги круговых кривых, соединяющие 2 прямолинейных участка трассы, должны иметь большие радиусы для обеспечения хорошей видимости и скорости автопоездов. На автомобильных дорогах общего пользования принимают радиусы кривых 3000 м и больше. Если же условия местности не позволяют принимать большой радиус или увеличиваются объемы работ и стоимость строительства дороги, то устраивают меньшие радиусы. Однако следует учитывать, что при малых радиусах строительство дороги значительно усложняет необходи-

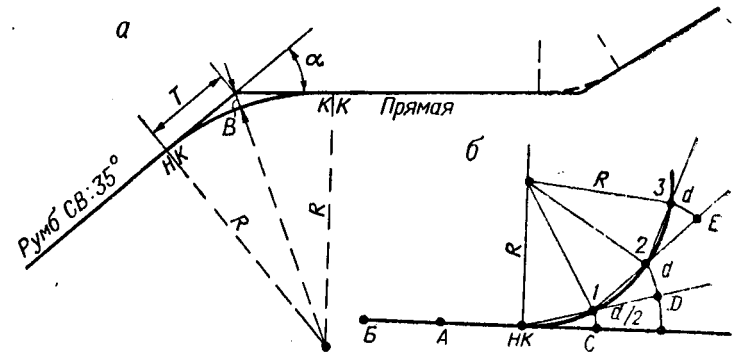


Рис. 4. План трассы:

а — угол поворота и сочетание прямых и кривых; *б* — детальная разбивка кривой упрощенным способом

мость устраивать на кривых односкатный профиль или переходные кривые переменного радиуса. В то же время для обхода близко расположенных препятствий и поворота на квартальные просеки можно использовать кривые малых радиусов, но не менее 150—125 м.

Приняв по условиям местности определенный радиус кривой и измерив простейшим геодезическим инструментом угол поворота, по таблицам или вычислением находим величину дорожного тангенса $T = R \operatorname{tg} \alpha$. Отмерив от величины поворота эту величину, находим положение точек: начало кривой (*НК*) и конец кривой (*КК*). Длина дороги на участке круговой кривой равна $K = \frac{\pi R \alpha}{180}$. Для получения центра кривой от вершины угла по линии, которая делит внутренний угол пополам, отмериваем величину дорожной биссектрисы $B = R\,(1 - \sec \alpha)$. С использованием таблиц кривые разбивают более детально на местности.

Расстояния от начала дороги до начала кривой и от начала одной кривой до начала следующей называют прямыми, которые характеризуются длиной и направлением, определяемым румбом. Румб — это острый угол между меридианом (направлением север — юг) и направлением трассы. В названии румба указывают одно из четырех направлений дороги: СВ, ЮВ, ЮЗ и СЗ и величину острого угла, например СВ : 35°.

На плане дороги должны быть все необходимые данные для разбивки и закрепления трассы на местности; его вычерчивают в масштабе 1 : 10 000. При изменении длины дороги трассу делят на километры и

100-метровые участки — пикеты. Промежуточные точки называют плюсовыми.

Например, место пересечения ручья на расстоянии 1274 м от начала дороги обозначено ПК 12+74 м. На плане условными знаками указывают пикеты и километры, отмечают места пересечения квартальных просек, расстояния от места пересечения до ближайшего квартального столба и другие привязки трассы к характерным точкам местности. Вершины углов поворота нумеруют и в свободном месте чертежа помещают таблицу с указанием величины и направления (право, лево) угла поворота, а также элементы прямых и кривых.

Детальную разбивку кривых на местности в лесных условиях можно выполнить одним из простейших способов — разбивкой их по хордам (рис. 4, *б*).

В точке *НК* забиваем колышек. На прямой, прилегающей к разбиваемой кривой, ставим вехи *А* и *Б*, закрепляющие направление; от точки *НК* по направлению к вершине угла отмеряем расстояние *S* и ставим точку *С*. Затем конец натянутой рулетки или шнура переносим внутрь угла на расстояние $d/2$ от точки *С*, 2-й конец закрепляем в точке *НК*; определяем точку *1* и закрепляем ее вешкой. Величину *d* определяем по формуле $d=S^2/R$, м. Здесь *S* — длина хорды (5 или 10 м), *R* — радиус кривой, м. При $S=10$ м и $R=400$ м $d=\frac{10\times10}{400}=0{,}25$ м.

Для определения положения 2-й и последующих точек ленту или шнур натягиваем в направлении *НК* — точка *1*; от точки *1* отмеряем расстояние *S* и получаем точку *D*; закрепив шнур или ленту в точке *1*, относим 2-й конец от точки *D* на расстояние *d* и в полученной точке *2* ставим вешку. Для получения 3-й точки ленту или шнур натягиваем в направлении, определяемом точками *1* и *2*, и на расстоянии *d* от точки *2* получаем точку *E*; закрепив конец ленты в точке *2*, другой ее конец относим от точки *E* на величину промежуточного перемещения *d* и определяем положение точки *3*. Аналогично выполняем разбивку кривой с другой стороны от точки *КК*. При правильной разбивке обе половины кривой сходятся в одной точке.

Приведенный способ разбивки кривых не требует применения геодезических приборов и наличия таблиц.

Продольным профилем называют развернутую в плоскость чертежа вертикальную проекцию оси дороги. Для вычерчивания продольного профиля при изысканиях дорог нивелируют поверхность земли, т. е. определяют разность уровней различных точек по трассе будущей дороги (рис. 5).

Нивелир представляет собой геодезический инструмент в виде оптической трубы (дает 20—30-кратное увеличение), которую можно устанавливать строго горизонтально. Для нивелирования нуж-

ны 2—4-метровые рейки с нанесенными краской делениями через 1 см. Установив с помощью треноги и регулировочных винтов трубу нивелира горизонтально, берем по вертикально установленным на концах пикета рейкам отсчеты, показывающие расстояние (мм) от поверхности земли до горизонтального луча зрения, который определяем по средней нитке сетки нитей в трубе нивелира. Разность двух отсчетов на рейках, стоящих по концам нивелируемого участ-

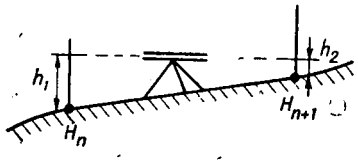


Рис. 5. Принцип нивелировки поверхности:
H_n и H_{n+1} — отметки поверхности земли над уровнем моря; h_1 и h_2 — прочитанная на рейках высота линии визирования над поверхностью земли $(H_{n+1}=H_n+(h_1+h_2))$

ка (пикета), дает превышение одной точки дороги над смежной. Исходной точкой при нивелировке дороги принимают постоянный или временный репер — неизменный по высоте и положению предмет на местности (столб, пень, фундамент здания). Предварительно нивелированием устанавливают от дороги общего пользования отметку над уровнем моря начального репера. Если такую отметку определить нельзя, то у начального репера принимают условную отметку, от которой и проводят дальнейшее нивелирование.

На основании полученных при нивелировании отметок (абсолютных или условных) поверхности земли по трассе дороги вычерчивают ее продольный профиль. Продольный профиль является важнейшей индивидуальной характеристикой дороги. Он показывает все подъемы и спуски, возможность и способы обеспечения продольного водоотвода, места, где необходимо поднять поверхность дорожного полотна над уровнем земли, т. е. устроить насыпи, или понизить поверхность дороги по отношению к поверхности, т. е. устроить выемку.

Особенностью продольного профиля как чертежа является то, что при его вычерчивании принимают разные масштабы по горизонтали и вертикали. На автомобильных дорогах горизонтальный масштаб принимают 1 : 5000 (т. е. 100 м на местности соответствуют 2 см на чертеже), а вертикальный — 1 : 500 (превышение 1 м на местности соответствует 2 мм на чертеже).

На продольном профиле должны быть следующие сведения о проектируемой дороге: линия поверхности земли, показывающая естественный рельеф местности, но с 10-кратным искажением действительной крутизны уклонов; проектная линия; отметки поверхности земли

и проектной линии; условное изображение направления уклонов с указанием их величины и длины участка с данным уклоном; грунтовый разрез по оси дороги, вычерчиваемый на основании данных, полученных в результате закладки шурфов и скважин при геологическом обследовании.

Под продольным профилем помещают условный план дороги, на котором все прямые участки независимо от действительного направления располагают на одной прямой линии (кривые показывают условно), и план придорожной полосы. Над профилем помещают рабочие отметки, представляющие собой разницу между отметками проектной линии и земли; они показывают высоту требуемой в данном месте насыпи или глубину выемки.

Показанные условными значками и цифрами продольные уклоны поверхности дороги определяются отношением разницы высотных отметок в начале и конце данного участка к его длине. Например, на одном конце пикета отметка 123,5, а на другом 120 м. Уклон на данном участке равен 3,5/100=0,035, или 35‰ (3,5%). Уклоны разделяют в зависимости от направления движения на подъемы и спуски. Большая величина подъемов ограничивает нагрузку на рейс, а большие спуски требуют наличия хороших тормозных средств. В технических условиях и указаниях приведены величины допустимых максимальных спусков и подъемов для разных категорий дорог.

ОСНОВНЫЕ НОРМЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ДОРОГАМ

До 1973 г. при проектировании и строительстве лесохозяйственных дорог основные нормы принимали в соответствии с общесоюзными «Строительными нормами и правилами» (СНиП), ч. II разд. «Дороги», гл. 6 «Нормы проектирования автомобильных дорог промышленных предприятий» (СНиП II—Д. 6—2—62), утвержденными в 1962 г. При проектировании лесохозяйственных дорог в лесоизбыточных районах основным нормативным документом являлись «Технические указания по проектированию лесозаготовительных предприятий», утвержденные в 1964 г. (ТУЛЗП—64). В 1972 г. были

821242

ВОЛОГОДСКАЯ

утверждены новые нормы строительного проектирования и в настоящее время действуют общесоюзные нормативы для автомобильных дорог общего пользования и для дорог промышленных предприятий гл. 5 «Автомобильные дороги», ч. II, разд. «Д» СНиП 1972 г. (СНиП II—Д. 5—72). Технические указания также начали пересматриваться.

По СНиП автомобильные дороги в зависимости от значения и расчетной интенсивности движения (автомобилей в сутки) разделяются на пять категорий: I — основные магистральные дороги с интенсивностью движения более 7000; II — основные магистральные дороги и подъезды от крупных городов с интенсивностью 3000—7000; III — дороги областного или районного значения, подъезды к населенным пунктам с интенсивностью 1000—3000; IV — дороги областного или районного значения, а также местного значения и промышленных предприятий с интенсивностью движения 200—1000; V — дороги местного значения, внутрипромышленные дороги и подъезды, служебные и патрульные дороги с интенсивностью движения менее 200. При определении интенсивности движения перспективный период принимается равным 20 годам.

Лесохозяйственные дороги по своему значению и по интенсивности движения относятся к дорогам V категории. Для дорог этой категории принята расчетная скорость 60 км/ч со снижением на трудных участках в пересеченной местности до 40 и в горной до 30 км/ч. Дороги V категории проектируют однополосными с шириной проезжей части 4,5 и шириной обочин по 1,75 м. Общая ширина полотна должна составлять 8 м, но в горных условиях может быть уменьшена до 6,5 м за счет обочин. «Союзгипролесхоз» проектирует лесохозяйственные дороги шириной 6,5 м для основных направлений и 4,5 м внутренние дороги с невыраженным грузооборотом (ветки, проезды к кордонам, питомникам, противопожарные проезды). Широкое земляное полотно и широкие обочины обеспечивают беспрепятственный проезд транспорта в случае, если на дороге появляется неисправная машина, объезд ее не вызывает затруднений. Увеличение ширины земляного полотна с 5,5 до 8 м целесообразно на лесохозяйственных дорогах 1-го типа, а на дорогах 2-го и 3-го типов, являющихся внутренни-

ми и обслуживающими только технологические нужды лесохозяйственного производства, нецелесообразно, так как интенсивность движения по таким дорогам ничтожна, а уширение земляного полотна приводит к недопустимому сокращению продуктивной лесной площади.

При радиусах свыше 2000 м проезжая часть должна быть двускатной с уклоном 30—40‰ на дорогах из булыжного камня и из грунта, укрепленного местными материалами, 25—30‰ на гравийных и щебеночных дорогах и 20—25‰ при покрытиях из гравийных и щебеночных материалов, обработанных вяжущим. На кривых с радиусами меньших значений следует устраивать односкатный поперечный профиль проезжей части — вираж. Ниже приведены данные по уклону односкатного профиля в зависимости от радиуса кривой.

Радиус кривой, м	Уклон, ‰
2000—1000	20—30
1000—700	30—40
700—650	40—50
650—600	50—60
600	60

Общее требование к проектированию плана и продольного профиля современных дорог заключается в обеспечении наименьших ограничений скорости, безопасности движения, удобства водоотвода и наилучшей защиты от снежных и песчаных заносов.

Во всех случаях, когда по условиям местности технически возможно и экономически целесообразно, в проектах следует принимать продольные уклоны не более 30‰, расстояние видимости поверхности дороги не менее 450 м, радиусы кривых в плане не менее 3000 м, в продольном профиле выпуклых не менее 70 000 м и вогнутых не менее 8000 м при длине не менее 300 и 100 м соответственно. Если указанные нормативы неприменимы из-за условий местности или резкого увеличения объема работ и стоимости строительства, то при технико-экономическом обосновании допускается их снижение. Минимальные нормы при расчетной скорости 60 км/ч следующие: наибольший продольный уклон 70‰, расстояние видимости поверхности дороги 75 м, наименьший радиус кривых в плане 125 м, радиус выпуклой кривой в продольном профиле 2500 и вогнутой 1500 м.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

Лесохозяйственные дороги из-за незначительного грузооборота должны иметь невысокую стоимость строительства, что обычно достигается широким применением местных строительных материалов, использованием для дорожных одежд грунтов, укрепленных скелетными добавками (грунтогравий и грунтощебень) и вяжущими материалами, а также неукрепленных грунтов высокого строительного качества. При более дорогостоящем строительстве дороги и прочных дорожных одежд стоимость перевозки грузов ниже.

В настоящее время стоимость строительства 1 км дороги 1-го типа составляет 12—20 тыс. руб. в зависимости от наличия и дальности подвоза строительных материалов, а также от грунтово-гидрологических условий, 2-го типа — 6—8 и 3-го — 3—6 тыс. руб. В конкретных условиях наблюдаются значительные отклонения от указанных средних показателей. Себестоимость перевозок на дорогах 1-го типа составляет 7—8 коп./т·км (при плохом содержании дорог 12 коп./т·км), 2-го и 3-го типов — 10—16 коп./т·км в зависимости от грунтовых условий и качества содержания дорог.

При проектировании новых лесохозяйственных дорог исходят из того, что их постройка должна окупиться не более чем за 8 лет. Постройка лесохозяйственных дорог окупается за счет следующих статей: уменьшения расходов на трелевку древесины от рубок главного и промежуточного пользования и на доставку грузов в лес и из леса; снижения потерь времени на пешие переходы рабочих от дороги до места работ и обратно; уменьшения затрат на доставку средств пожаротушения и других, имеющих меньшее значение.

Стоимость строительства лесовозных автомобильных дорог значительно выше. По нормативам технико-экономических показателей (ТЭП) Гипролестранса, стоимость строительства гравийных лесовозных дорог в равнинных условиях составляет для магистралей I категории 25—28 тыс. руб., II категории 19—21 и III категории 13,5—15,5 тыс. руб.; колейных дорог из сборного железобетона I категории 35—38 тыс. руб., II категории 27—29 и III категории 20—22 тыс. руб. В пересеченной местности стоимость на 20—30% выше.

УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗЕМЛЯНОМУ ПОЛОТНУ. ТИПОВЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ

Земляное полотно должно быть устойчивым, прочным, не давать просадок и не подвергаться пучинообразованию в зимнее время. Качество земляного полотна во многом зависит от грунтов, из которых оно возводится.

Суглинистые грунты, наиболее распространенные, являются достаточно хорошим материалом для земляного полотна, не размываются при хорошем уплотнении и устойчивы в откосах.

Глинистые грунты, имеющие большую связанность и малую водонепроницаемость, медленно насыщаются водой, но медленно и просыхают. Их можно использовать для устройства насыпей в сухих местах и в местах с краткосрочным увлажнением; во влажном состоянии глинистые грунты становятся мягкими (могут быть даже текучими), липкими и не поддаются уплотнению.

Пылеватые грунты и суглинки имеют склонность зимой накапливать влагу и пучинить. Они легко размываются в откосах земляного полотна; при необходимости их использования верхнюю часть насыпи следует на 0,4—0,8 м отсыпать из песчаных или супесчаных грунтов.

Супесчаные грунты, плотные и имеющие в сухом состоянии хорошую связанность, устойчивы и во влажном состоянии. Поэтому насыпи из них можно устраивать в сухих и переувлажненных местах. Однако мелкозернистые супесчаные грунты менее устойчивы в переувлажненном состоянии, а при промерзании склонны к накоплению влаги и пучению.

Песчаные и гравийные грунты устойчивы даже при насыщении водой, при промерзании не накапливают влагу. Это лучший материал для насыпей на заболоченных участках и в поймах рек. После спада высоких вод они быстро просыхают. Такими же устойчивыми являются каменистые и щебеночные грунты, т. е. обломки скальных горных пород.

Илистые и торфяные грунты являются малопригодными. Илистые при увлажнении теряют связанность и приходят в плывунное состояние, а торфяные сильно сжимаются. Последние можно использовать в нижней части высоких насыпей при условии устройства сверху слоя из песчаных или супесчаных грунтов толщиной не менее 1 м.

При отсыпке насыпи грунты следует послойно уплотнять, причем толщина слоев не должна превышать 20 см, если используют металлические катки, и 30—35 см, если используют катки на пневматических шинах. При устройстве насыпей из разнородных грунтов все

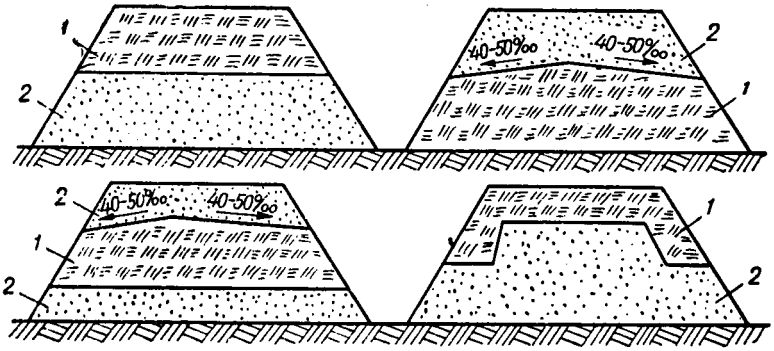


Рис. 6. Правильное чередование слоев в насыпи:
1 — дренирующие; *2* — водонепроницаемые

их виды следует отсыпать горизонтальными слоями, причем поверхность каждого слоя из водонепроницаемого (глинистого, суглинистого) грунта должна иметь двускатный уклон 50‰ (5 см на 1 м ширины насыпи) (рис. 6). Иногда бульдозеристы к концу смены оставляют невыровненную поверхность очередного слоя с большими комьями грунта, буграми и впадинами. В случае дождя такие впадины заливает водой, грунт возводимой насыпи сильно намокает. В последующем получившиеся грязевые мешки и мокрый грунт заваливают перемещаемым грунтом, и они остаются в теле насыпи. При эксплуатации дороги в таких местах даже при толстом слое гравия образуются большие волны. Поэтому к концу рабочего дня и даже перед обеденным перерывом поверхность возводимого полотна следует планировать и очередной слой уплотнять укаткой.

С целью обеспечения прочности и устойчивости земляного полотна устраивают отвод поверхностных вод и воды из-под дорожной одежды, которая на лесных дорогах бывает из водопроницаемых материалов, необходимое возвышение над уровнем грунтовых или поверхностных вод, разливающихся в лесу при верховодке; возводят насыпи из устойчивых грунтов; грунты тщательно уплотняют и понижают уровень грунтовых вод или заменяют часть грунта на дорожном полотне в выемках; выбирают соответствующую крутизну откосов насыпей и выемок для предохранения от сползания и размыва.

Для предохранения от снежных заносов на лесной территории следует оставлять с каждой стороны дороги полосы невырубленного леса или кустарника шириной не менее 60 м. На открытых местах в зимний период необходимо устанавливать снегозащитные щиты. При прокладке дороги на открытых местах насыпи следует устраивать на 50—60 см выше снегового покрова. Это особенно важно в понижениях местности, где заносимость дороги увеличивается.

Обочины дороги и откосы насыпей рекомендуется засевать травами, которые их укрепляют, защищая от механических разрушений и размыва, и в значительной степени испаряют влагу (за лето испаряется 200—250 мм воды). Многолетние травы в период наибольшего роста испаряют воды по 2 мм/сут. Для поддержания дернового покрова в свежем состоянии необходимо его периодически окашивать.

Одним из основных способов, обеспечивающих устойчивую работу дороги, предупреждение пучин и сокращение периода распутицы, является правильное назначение высоты земляного полотна. Требуемая высота земляного полотна H определяется по формуле $H=H_1-H_2+H_3$. Здесь H_1 — необходимое возвышение бровки полотна над горизонтом грунтовых (подземных) вод; H_2 — расстояние от поверхности земли до устойчивого (осеннего) уровня грунтовых вод; H_3 — толщина дорожных одежд (при корытном профиле).

Необходимое возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод зависит от вида грунтов и района расположения дороги. Лесные дороги расположены в основном во II и III дорожно-климатических зонах. Во II зоне, охватывающей лесную территорию (за исключением мест с мерзлыми грунтами) севернее линии Львов — Житомир — Тула — Горький — Ижевск — Кыштым — Томск — Канск, наблюдается избыточное увлажнение грунтов. Лесостепная часть территории южнее этой линии относится к III дорожно-климатической зоне, которая характеризуется значительным увлажнением грунтов только в отдельные годы. Наименьшие возвышения бровки земляного полотна (в метрах) над уровнем грунтовых вод или длительно стоящих (более 20 сут) поверхностных вод во II и III зонах приведены ниже.

	II	III
Пески и легкие супеси	0,7	0,6
Пылеватые пески и супеси	1,2	0,8
Пылеватые и тяжелые супеси, пылеватые суглинки	1,9	1,7
Суглинки тяжелые и глина	1,9	1,4

Ниже приведены данные для II и III зон о высоте бровки земляного полотна (м) на участках, где не обеспечен поверхностный сток или наблюдаются кратковременные застои воды.

	II	III
Пески и легкие супеси	0,5	0,4
Пески пылеватые и легкие супеси	0,6	0,5
Пылеватые и тяжелые супеси, легкие и пылеватые суглинки	0,8	0,6
Тяжелые суглинки и глина	0,7	0,6

Таким образом, дороги следует устраивать в основном в виде насыпей. Выемки нужно применять только в тех местах, где грунтовые воды расположены глубоко и преимущественно песчаные и супесчаные грунты.

В случае, если дорогу необходимо проложить по косогору, применяют полувыемки-полунасыпи, но иногда всю насыпь отсыпают на косогоре. Если косогор не очень крутой (не круче $^1/_5$), то для лучшей устойчивости насыпи достаточно снять дерн на нем или вспахать поверхность под будущей насыпью. Если же косогор крутой, то экскаватором, бульдозером или автогрейдером на его поверхности устраивают уступы высотой 0,5—1,5 м; ширина уступа в зависимости от ширины отвала машины составляет обычно от 1 до 3,5 м. Поверхность уступа должна иметь небольшой уклон (2—3 см на 1 м ширины) в сторону косогора (см. рис. 3, *б*).

Поскольку поперечный профиль дорог одного типа одинаков, то к проектам прикладывают типовые чертежи (см. рис. 3).

Значительную трудность представляет устройство земляного полотна при пересечении болот, поэтому требуются гидромелиоративные мероприятия. По болоту прокладывают осушительную магистральную канаву, а вынутый из нее грунт ссыпают в вал, которому после просыхания придают профиль земляного полотна дороги. При этом для прохода экскаватора на поверхность земляного полотна предварительно укладывают мелко-

товарную древесину от рубок ухода, кустарник и порубочные остатки; такой слой предохраняет насыпь от поднятия воды и зимнего влагонакопления. Иногда между канавой и насыпью дороги устраивают полку — полосу земли шириной 1—2 м. Однако опыт показал, что в последующем здесь вырастают кустарники, которые отгораживают канаву от дороги и затрудняют ее прочистку. При отсутствии полки значительно удобнее очищать канавы от заиливания экскаватором, перемещающимся по дороге. Если дорога не совмещается с мелиоративной канавой, через болото отсыпают насыпь.

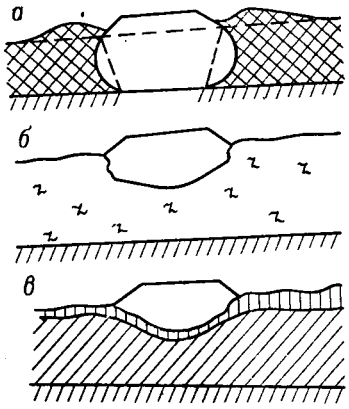


Рис. 7. Размещение дорожной насыпи на болотах:

а — на минеральном дне; *б* — на слое сжатого торфа; *в* — на торфяном основании с сохранением всех слоев торфа

Конструкция земляного полотна на болотах может быть различной в зависимости от типа болота и состояния торфа. Лучшими являются конструкции земляного полотна, которые мало нарушают водный режим болота и в то же время способствуют уплотнению и упрочению торфа. При этом следует максимально использовать местные грунты. Наиболее прочная дорога, если грунт отсыпают на минеральное дно болота так, чтобы под ним не было торфа (рис. 7, *а*). Для этого в зимний период в месте пересечения болота экскаваторами или взрывами удаляют торф и затем устраивают насыпь.

Применяют и более дешевый способ, когда удаляют только верхнюю часть торфа и в нижней части насыпи используют слой сжимаемого торфа толщиной не более 0,6 м (рис. 7, *б*). Чаще всего устраивают насыпи на торфяном основании с сохранением всех слоев торфа (рис. 7, *в*). В этом случае предварительно устраивают слань (настил из бревен) и сверху отсыпают земляное полотно. Под воздействием движущихся транспортных средств такая насыпь постепенно погружается в болото.

На неглубоких болотах в этом случае удобно делать разрезной настил: центральная часть насыпи погружается до дна, а боковые опираются на уплотненный торф. Чтобы в нижней части насыпи могла осуществляться фильтрация воды, ее следует отсыпать только из дренирующих грунтов (песок, горный щебень и пр.); верхняя часть может быть и из недренирующих грунтов. Для нижней части насыпи можно также использовать древесные отходы, опилки, нетоварную древесину, остающуюся на просеках, некондиционную древесную растительность болот. В условиях постоянной влажности древесина сохраняется долгое время и позволяет сократить объем подвозимых дренирующих материалов.

Во всех случаях при устройстве дорог через болота не следует спешить с устройством дорожных одежд, так как последние надо устраивать не ранее чем через год.

ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И РАЗБИВКА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

До начала постройки земляного полотна выполняют подготовительные работы: восстановление трассы дороги, расчистку просеки, корчевку пней.

Для восстановления трассы используют сохранившиеся закрепительные знаки (колья и вехи), установленные во время изысканий дороги, а также указания (на планах и профилях), на каком расстоянии от ближайшего квартального столба трасса дороги пересекает квартальную просеку. В этих местах устанавливают вехи. По оставшимся кольям и вехам провешивают трассу, затем ее промеряют, восстанавливая по оси дороги пикетные колья. Одновременно следует поставить выносные пикетные колья и за полосой дорожной просеки, так как во время расчистки и срезки растительного слоя и корчевки остаются не все колья. Пни лучше всего выкорчевывать в весенний период, когда грунт влажный, но почва достаточно просохла, чтобы выдержать гусеничный трактор; дерн снимают при отсыпке насыпи меньшей высоты. В местах глубоких выемок, разрабатываемых экскаватором, пни корчуют одновременно с производством земляных работ.

После разбивки трассы, корчевки пней и удаления растительного слоя и мохового покрова в необходимых

местах делают разбивку земляных работ. Высоту насыпей и глубину выемок устанавливают по данным продольного профиля как разность проектной отметки дороги и отметки земли по оси дороги в данной точке. При строительстве небольших дорог хозяйственным способом без проектов высота земляного полотна над поверхностью земли может составлять на песчаных и супесчаных грунтах 40—60, на глинистых и суглинистых 60—80 и на болотах 80—120 см.

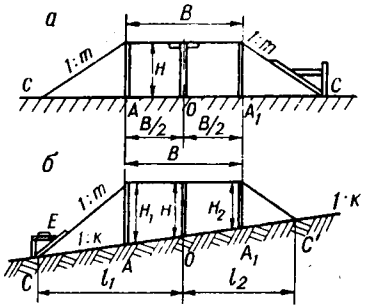


Рис. 8. Разбивка насыпи:
а — на ровном месте; *б* — на косогоре

При разбивке земляного полотна на местности закрепляют все основные точки поперечного профиля: ось и бровку земляного полотна, края будущих канав, подошвы откосов насыпей, границы выемок и резервов и т. п. Такая разбивка требуется на всех пикетах и местах перелома уклона местности, т. е. на всех плюсовых точках, указанных в продольном профиле. В результате разбивки очертание земляного полотна должно быть хорошо видно.

При разбивке земляного полотна насыпи на оси дороги в месте конца пикета или на плюсовой точке забивают кол с планкой; верхний ее край должен находиться на уровне высоты насыпи в данной точке (рис. 8, *а*). На планке пишут номер пикета, плюса и высоту насыпи. Затем от осевой точки отмеряют вправо и влево по $^1/_2$ ширины земляного полотна ($B/2$) и забивают колья, обозначающие положение бровок земляного полотна; их высота над землей должна быть равна высоте насыпи. Положение точки C определяют простым вычислением. Расстояние от точки A (или A_1) до точки C равно показателю крутизны откоса, умноженному на высоту насыпи, т. е. $AC = mH$. Отмерив это расстояние от точек A и A_1, забивают невысокие колья в точках C и C'. При отсыпке насыпи правильность крутизны откоса проверяют простым шаблоном (рис. 9, *а*).

Сложнее разбивка насыпи на косогоре (см. рис. 8, *б*). Прежде всего следует определить крутизну косогора. Для этого нужны доски или тонкий брус с прямолинейной поверхностью и уровень (ватерпас). Установив по уровню поперек склона брус длиной l, измеряют высоту конца от поверхности земли h; отношение h/l показывает крутизну уклона K ($K=l/h$).

Для разбивки насыпи на косогоре в точке O, как и в 1-м случае, забивают кол с планкой общей высотой над землей H. Находят положение точек A и A_1 на косогоре. По горизонтальной линии расстояния до этих точек одинаковые, и для их нахождения можно также пользоваться прямым брусом с уровнем. Высоту насыпи в точках A и A_1 обозначают планками, причем необходимую высоту колье проще всего определить, отмерив вертикальные расстояния h_1 и h_2 по концам ватерпасов в точках A и O. Высота левого кола $H_1=H+h_1$ и правого $H_2=H-h_2$. Положение краев подошвы насыпи можно определить по горизонтальной линии также с помощью ватерпаса или простым расчетом. Расстояние от центрального кола O до нижнего края откоса по горизонтальной линии определяется из выражения

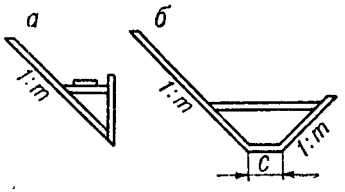


Рис. 9. Шаблоны:
а — для проверки откосов насыпи или выемки; *б* — для проверки поперечного профиля канав

$$OC = l_1 = \frac{B/2 + mH}{1 - m/k};$$

расстояние до верха края откоса

$$OC_1 = l_2 = \frac{B/2 + mH}{1 + m/k}.$$

Пример. $B=8$ м, откос полуторный $m=1{,}5$, $H=2$ м. На горизонтальном участке $OC=OC_1=4+1{,}5\cdot 2=7$ м. На косогоре с крутизной $^1/_6$ ($K=6$)

$$OC = \frac{4 + 1{,}5\cdot 2}{1 - 1{,}5/6} = \frac{7}{0{,}75} = 9{,}33 \text{ м};$$

$$OC_1 = \frac{4 + 1{,}5\cdot 2}{1 + 1{,}5/6} = \frac{7}{1{,}25} = 5{,}6 \text{ м}.$$

От подошвы насыпи отмеряют расстояние до краев канавы или резерва и также устанавливают колья. Для правильной отрывки водоотводных канав удобно использовать шаблон (рис. 9, *б*).

При выполнении земляных работ для ряда разбивочных и вспомогательных операций удобно использовать простейшие визирки. Их комплект состоит из трех штук: две с поперечной планкой шириной 10 см (рис. 10, *а*) и одна с поперечной планкой шириной 20 см, верхняя часть которой окрашена черной или какой-либо яркой краской. Если по оси дороги необходимо устроить земляное полотно с постоянным уклоном (ровной поверхностью) от точки A до точки A_1 и высота требуемого земляного полотна в этих точках известна, то в точке A следует поставить визирку с планкой шириной 10 см, а в точке A_1 — с планкой шириной 20 см. Визирки с помощью опорных кольев должны быть поставлены так, чтобы у 1-й из них верх поперечной планки, а у 2-й средняя линия были на высоте, равной требуемой высоте насыпи.

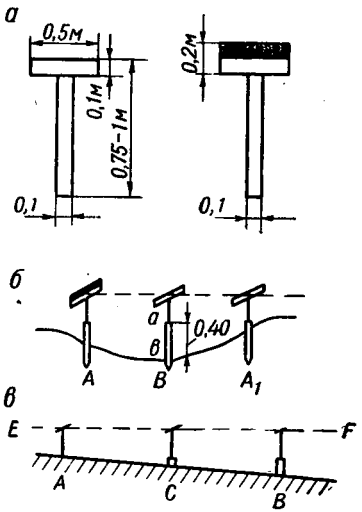


Рис. 10. Использование визирок:
а — визирки; *б* — для определения необходимой высоты насыпи и подсыпок; *в* — то же, уклона поверхности земли

Мастер или рабочий смотрит из точки A в точку A_1 по линии визирования, а в том месте, где необходимо определить высоту насыпи (или подсыпи), 2-й человек поднимает до линии визирования 3-ю визирку (рис. 10, *б*). Высота забитого колышка в точке B (от нижнего конца 3-й визирки до земли) показывает необходимую высоту насыпи или подсыпки.

С помощью визирок определяют также продольный уклон поверхности дороги или отсыпаемого земляного полотна и продольный уклон канав.

Например, необходимо установить продольный уклон поверхности земли на участке AB (рис. 10, *в*). Для этого в точке A ставят визирку, затем с помощью ватерпаса в точке C ставят визирку на том же уровне с помощью забитого колышка; в точке B устанавливают визирку с уширенной поперечиной с помощью колышка-подставки так, чтобы ее средняя линия была на линии визирования, т. е. на линии AC. При этом рабочий, смотрящий в точке A, регулирует высоту колышка в точке C, высота которого показывает понижение уровня земли по сравнению с точкой A. Если расстояние между точками A и C равно 40 м, а высота колышка в точке C равна 36 см, то уклон равен 0,36:40=0,009, или 9‰.

Объем земляных работ определяют в проектной организации и к проекту прикладывают ведомость его попикетного определения. Выписки из ведомости дают механизаторам, выполняющим земляные работы; указанные объемы являются основанием для начисления зарплаты водителям землеройных машин. Предварительно техники с помощью нивелира проверяют соответствие проектных и фактических отметок земляного полотна.

При устройстве коротких отрезков дорог за счет эксплуатационных расходов без специального проекта или при возведении небольших сооружений из грунта объем земляных работ на участке с достаточной для практики точностью можно определить простым расчетом по формуле

$$V_н = \left[B\frac{H_1+H_2}{2} + m\frac{(H_1+H_2)^2}{4}\right]L,$$

где B — ширина земляного полотна по верху;
m — показатель крутизны откоса;
H_1 и H_2 — высота насыпи на концах участка, объем земляных работ на котором высчитывается.

Пример. $H_1=1{,}5$, $H_2=2{,}5$, $B=8$ м, $m=1{,}5$, $L=100$ м; тогда $V=(8\cdot2+1{,}5\cdot4)\cdot100=2200$ м^3.

Если разность высоты насыпи в конце и начале участка больше 1 м, то к определенному ранее объему следует добавить новый, полученный по формуле

$$\Delta V = \frac{m}{12}(H_1-H_2)^2 L.$$

Объем выемок при тех же рабочих отметках превышает объем насыпи; его вычисляют по формуле

$$V_в = \left[(B + 2d)\frac{H_1 + H_2}{2} + m\frac{(H_1 + H_2)^2}{4}\right]L,$$

где d — ширина кюветов в выемке (по типовому поперечному профилю).

ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК

Для возведения земляного полотна применяют бульдозеры, скреперы, экскаваторы, автогрейдеры и др. В настоящее время практически все земляные работы выполняют механизированным способом. Наиболее распространенным механизмом в лесных организациях является бульдозер.

Технологический процесс производства земляных работ включает рыхление, разработку разрыхленного грунта, перемещение грунта, разравнивание, уплотнение и планировку. Перемещать грунт на короткие расстояния можно отвалом дорожной машины, а на большие — с помощью транспортных средств. В этом случае процесс перемещения грунта включает погрузку, перевозку и выгрузку. В зависимости от дальности перемещения, видов грунта и степени концентрации земляных работ используют различные машины.

Бульдозеры применяют для отсыпки невысоких насыпей (до 1 м) из расположенных вдоль дороги резервов, а также для разработки выемок и траншей. Наиболее эффективно он работает совместно со скреперами или экскаваторами. Продольное перемещение грунта бульдозерами целесообразно на расстояние до 100—120 м.

Скреперы применяют для копания, перевозки и послойного разравнивания грунта при дальности перемещения 100—700 м (в зависимости от емкости ковша). Особенно эффективно их применение для разработки выемок, вскрытия карьеров и планировки площадок. Легкие грунты скреперы разрабатывают без предварительного рыхления, а тяжелые — после рыхления. Для возведения невысоких насыпей и планировочных работ применяют автогрейдеры, для отрывки глубоких канав и выемок и при разработке карьеров — экскаваторы.

При строительстве лесохозяйственных дорог для возведения земляного полотна большей частью используют

грунт из боковых резервов и реже из притрассовых карьеров. Поэтому на земляных работах используют в основном бульдозеры, но при расстояниях перемещения грунта более 80—100 м — скреперы или экскаваторы с самосвалами.

В механизированных бригадах (или звеньях) по возведению земляного полотна обычно требуется следующий комплект машин: 3—4 бульдозера на тракторе (типа Т-100), корчеватель, 2—3 катка на пневмоколесном ходу или прицепных кулачковых, автогрейдер (или прицепной грейдер), поливочная машина (для увлажнения укатываемого грунта), канавокопатель и 1—2 трактора для буксировки применяемых орудий. Число рабочих в бригаде в зависимости от типа машин должно быть 5—9.

При удовлетворительных грунтах земляное полотно в насыпях наиболее дешево и просто возводить бульдозерами из притрассовых резервов. Большей частью насыпи устраивают из двусторонних резервов, так как в этом случае сокращается расстояние перемещения грунта. Небольшая ширина полотна лесохозяйственных дорог позволяет применять односторонние резервы, при которых уменьшается ширина требуемой просеки и, следовательно, количество вырубаемой древесины. Резервы не следует устраивать глубиной менее 0,3 м; наиболее целесообразная глубина 0,75—1 м. Устройство резервов при траншейно-полосной схеме разработки грунта показано на рис. 11. На косогорных участках (при уклоне больше 1 : 10) грунты следует разрабатывать только из односторонних резервов, устраиваемых с нагорной стороны. При резании и транспортировке грунта под уклон производительность бульдозеров значительно повышается — на 15—40%.

Технология работ по возведению насыпи (высотой до 1,5 м) бульдозерами с использованием вспомогательных механизмов из боковых резервов показана на рис. 12. Длина захваток определяется сменной или кратной ей линейной производительностью бульдозеров, выполняющих основные работы. Обычно она бывает равна 100—150 м. Фронт работы состоит из четырех захваток. На I захватке грунт разрабатывают в резервах и перемещают в нижний слой насыпи; на II уплотняют нижние слои насыпи; на III разрабатывают грунт

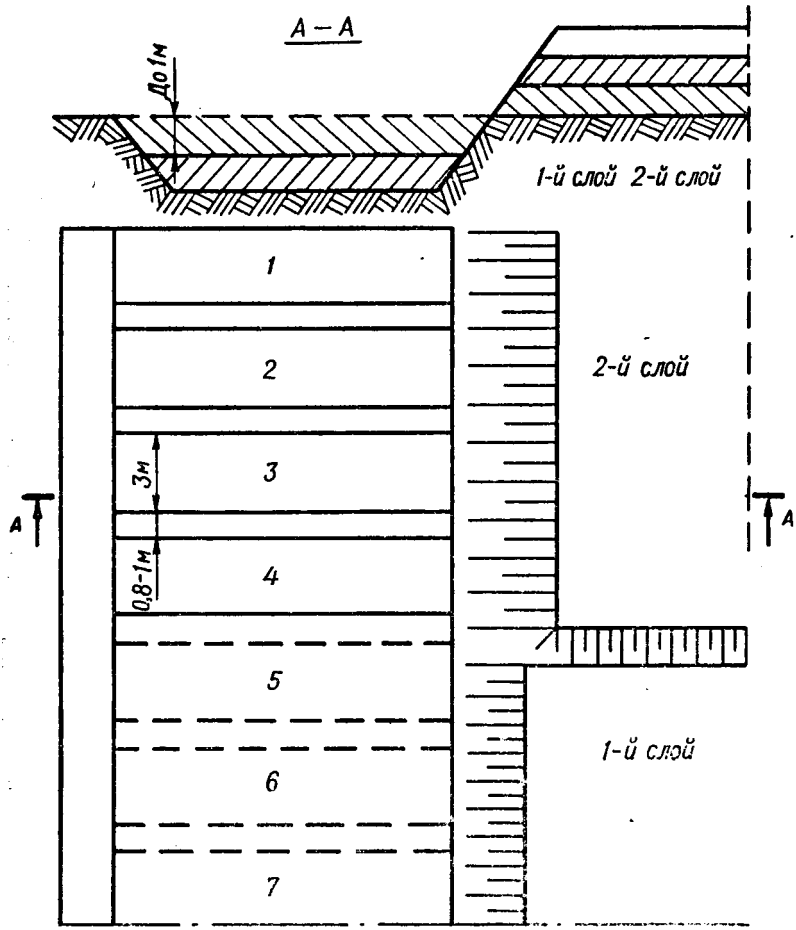


Рис. 11 Траншейно-полосная схема устройства насыпи из резервов:
1—7 — последовательность разработки траншей

в резерве и перемещают в верхние слои насыпи и обочины; на IV уплотняют верхний слой насыпи, планируют полотно, дно резервов и отделывают откосы.

Устройство бульдозером насыпей высотой больше 1,5 м на значительном протяжении экономически неэффективно. На коротких участках (до 200 м) такие насыпи можно отсыпать и бульдозером, например из сосре-

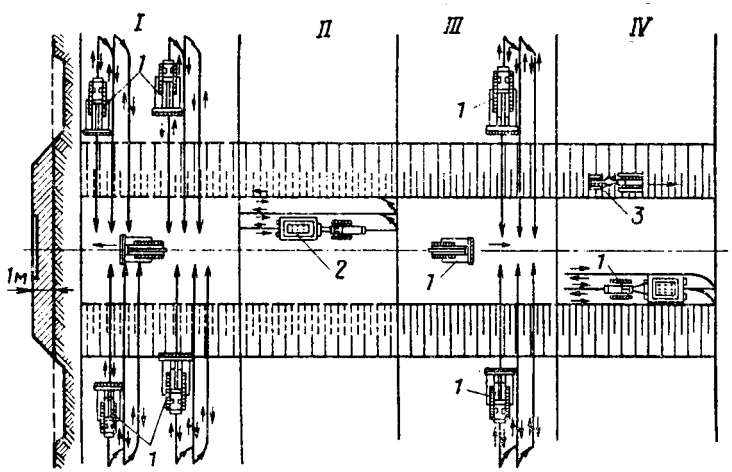


Рис. 12. Технологическая схема возведения насыпей из боковых резервов:
I—IV — номера захваток; *1* — бульдозер; *2* — каток; *3* — грейдер

доточенных резервов, перемещая грунт под углом 40—45° к оси насыпи, а затем вдоль оси. При значительном протяжении участков насыпи высотой больше 1,5 м обычно нижнюю часть (до 1,2 м) возводят бульдозерами, а верхнюю досыпают скреперами.

В лесных условиях грунт в резервах часто бывает в переувлажненном состоянии, поэтому резервы следует разрабатывать по траншейно-полосной схеме (см. рис. 11). Грунт в резерве срезают в результате движений бульдозера полосами-траншеями по ширине отвала бульдозера (траншеи 1, 2, 3, 4 и т. д.). Между траншеями оставляют стенки-полосы шириной 0,8—1 м, которые разрабатывают в последнюю очередь, после просыхания грунта. Перемещаемый из траншеи на подошву насыпи переувлажненный грунт не разравнивают, а укладывают поперечными валами-полосами с разрывом 10—20 см, оставляют для просушки, по мере достаточного просыхания разравнивают продольными проходами бульдозера и уплотняют. Затем срезают в резервах просохшие стенки и из них отсыпают верхние слои насыпи или досыпают обочины. В случае длительного перерыва работ по устройству земляного полотна поверхность незаконченной насыпи необходимо уплот-

нить и тщательно спланировать с приданием ей двустороннего уклона 20—30‰. Резервы и водоотводные канавы следует спланировать и прочистить для беспрепятственного отвода воды от земляного полотна.

При отсыпке насыпей способом продольного перемещения грунт берут из смежных выемок и реже из специальных карьеров. Особенно выгодно использовать грунт из смежных выемок. В этом случае можно сразу отсыпать грунт на полную высоту насыпи крутонаклонными слоями или осуществлять продольную отсыпку пологими слоями. Первый способ более производителен, но лучшее уплотнение насыпи достигается при 2-м способе. Первый способ целесообразен при отсыпке насыпи на болото. Толщина слоев зависит от вида применяемых для уплотнения машин. Перед уплотнением отсыпаемые слои грунта следует разравнивать и грубо планировать бульдозером или автогрейдером. В жаркий период отсыпанный грунт следует возможно быстрее укатать, пока он сохраняет естественную влажность и достаточно хорошо уплотняется. При необходимости отсыпки насыпей на болотах зачастую грунт приходится транспортировать на значительное расстояние, тем более что требуются дренирующие грунты — песчаные или гравелистые. В этом случае грунт разрабатывают в карьере или выемке экскаватором с рабочим оборудованием в виде прямой лопаты (ПЛ) или драглайна (Д).

Для снижения стоимости возведения земляного полотна необходимо использовать такие дорожные машины, которые в данных условиях могут работать наиболее эффективно. На рис. 13 приведен разработанный в тресте «Оргтехлесстрой» график себестоимости земляных работ с учетом расстояния перемещения грунта для основных землеройных машин. Из графика видно, что при использовании бульдозеров стоимость земляных работ минимальна (до 4 коп./м^3), если расстояние перемещения грунта не превышает 50 м. При большей дальности перемещения наименьшую себестоимость обеспечивает использование скреперов, но и в этом случае при расстоянии 500 м и емкости ковша 2,25 м^3 или 900 м и 8 м^3 себестоимость возрастает до 20 коп./м^3. При еще большей дальности перемещения более выгодно разрабатывать грунт в карьерах или выемках экскаваторами с рабочим оборудованием в виде прямой

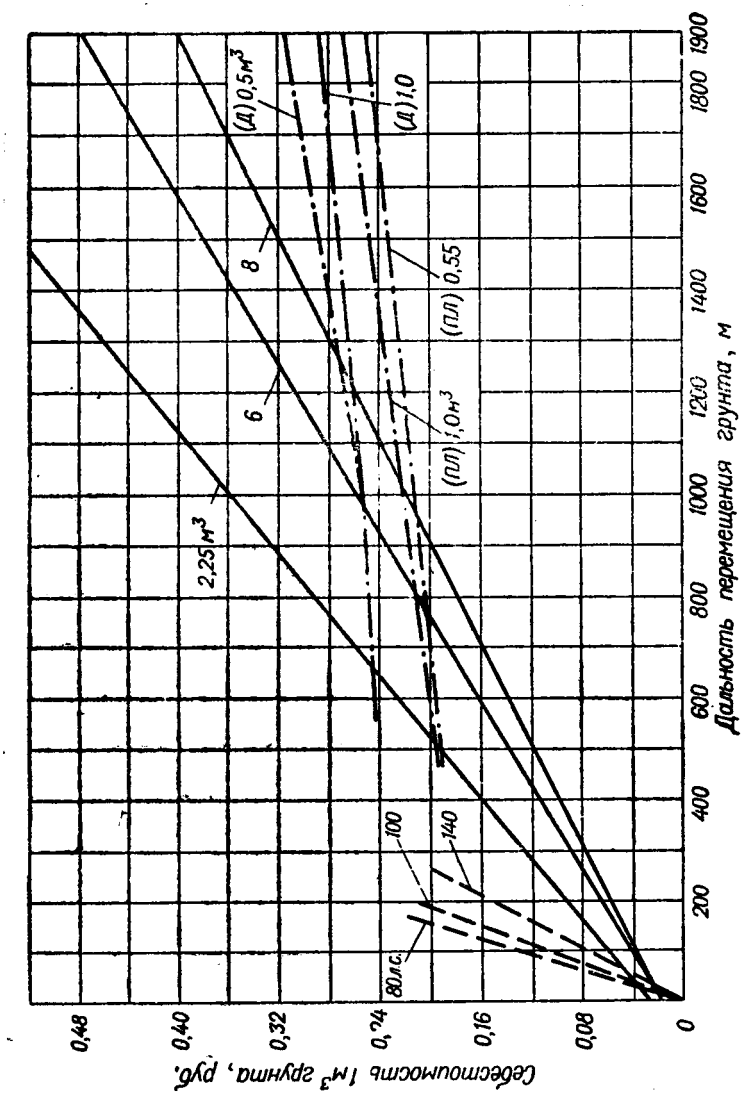


Рис. 13. Эффективность основных землеройных машин при разработке грунтов I категории:

— — — — бульдозеры; ———— скреперы прицепные;

———— · ———— автосамосвалы грузоподъемностью 4,5 т

лопаты или драглайна с перевозкой грунта на самосвалах. В этом случае себестоимость 1 м^3 грунта составляет 25—30 коп.

Выемки наиболее целесообразно разрабатывать по ярусно-траншейной схеме, обеспечивающей минимальные потери грунта при перемещении бульдозером. Верхний ярус выемки в плане разделяют в продольном направлении на полосы, равные по ширине отвалу бульдозера, между которыми оставляют стенки-полосы шириной 1 м. Эти стенки препятствуют потере грунта при перемещении по траншее. Разработку выемки начинают с траншей, примыкающих к бровкам. После перемещения грунта из траншей 1-го яруса оставшиеся стенки срезают участками косым движением бульдозера (под углом 35—40°), а после наполнения отвала грунт сдвигают в оставшуюся траншею и перемещают вниз; так же разрабатывают и следующие ярусы. При перемещении на расстояние не больше 25—30 м грунт срезают и перемещают в насыпь за один прием; при большем расстоянии его перемещают в траншее до тех пор, пока нет значительных потерь (на 25—30 м), а затем оставляют в виде промежуточного вала. После накопления в промежуточном валу грунт перемещают дальше примерно на такое же расстояние или отсыпают в насыпь.

Разработку выемок с перемещением грунта в кавальер осуществляют редко, — если грунт непригоден для возведения насыпей или большая длина выемок. При отвале грунта в кавальеры бульдозером можно разрабатывать только неглубокие, открытые выемки. Разработку обычно ведут поперечными ходами челночным способом по ярусно-траншейной схеме. Дальность перемещения грунта бульдозерами не должна превышать 100—120 м, при большем расстоянии необходимо применять скреперы. Кроме того, их используют для возведения высоких насыпей из резервов или из специальных грунтовых карьеров. На заболоченных участках, в сыпучих песках и на участках, не очищенных от кустарников, корней, пней и валунов, скреперы применять не следует.

При использовании скреперов в лесных условиях грунты необходимо предварительно разрыхлить и очистить от корней. Однако излишне мелкое рыхление

ухудшает наполнение ковша и снижает производительность скреперов. Наиболее целесообразно такое рыхление грунтов, при котором образуются комки диаметром в поперечнике 5—10 см.

В условиях лесхозов наиболее часто применяют совместно скрепер и бульдозер: верхнюю часть выемок отрывают бульдозером и далее разрабатывают скреперами. При возведении насыпей нижнюю часть устраивают бульдозерами, а верхнюю (высотой более 1,2 м) — скреперами. В этом случае необходимо бульдозером устраивать для них въезды и съезды с уклонами соответственно не более 20 и 50‰. Расстояние между въездами составляет обычно 60—120 м в зависимости от емкости скреперов, высоты насыпи и местных условий. На болотах грунт из карьеров подвозят скреперами, а первоначально укладывают в насыпь бульдозерами. По достижении высоты 0,3—0,4 м дальнейшую отсыпку насыпи снова выполняют скреперами.

При разработке выемок скрепер набирает грунт в пределах выемки, а затем, двигаясь вдоль полотна, укладывает в прилегающую насыпь. В выемках грунт срезают слоями по 25—30 см. Загружать и разгружать скреперы следует только при движении на прямых участках. Образующиеся на откосе выемки (уступы) срезают грейдером или выравнивают поперечными проходами бульдозера. Дно забоев, в которых работают скреперы, должно иметь продольный уклон не менее 3‰, что обеспечивает водоотвод и осушение забоев.

Для уменьшения ширины просеки в лесном массиве и количества вырубаемого леса, а также в случае, если устройство резервов вдоль дороги нежелательно по эстетическим соображениям (в зонах отдыха), для насыпей можно использовать грунт из сосредоточенных резервов или грунтовых карьеров, скрытых от дороги лесом и расположенных в стороне на полянах или вырубках. Путь движения скреперов от карьеров к дороге должен иметь возможно меньше поворотов, причем при движении на повороте, как правило, ковш скрепера должен быть разгружен. Дорогу от карьера к месту возведения насыпи следует хорошо спланировать и систематически грейдировать.

На участках дороги, проходящих вне лесной территории, а также на хорошо очищенных от корней грун-

тах для устройства невысоких насыпей (до 0,7 м) используют грейдеры и автогрейдеры. При этом переломы продольного профиля на трассе необходимо предварительно сгладить бульдозером. При возведении насыпи грейдером из боковых резервов длина захватки обычно 400—800 м. На лесных грунтах со значительными остатками корневой системы работы по вырезанию грунта следует выполнять тяжелыми автогрейдерами или прицепными грейдерами; перемещение и разравнивание грунта — автогрейдерами среднего типа. Насыпь возводят последовательными круговыми проходами грейдера с послойной вырезкой грунта, начиная от внутренней бровки резерва, затем проходами для перемещения грунта и укладки в насыпь. Каждый слой грунта, разравниваемый грейдером, необходимо уплотнять катками.

Качество земляного полотна зависит от степени уплотнения, которое следует производить сразу после отсыпки и послойного разравнивания. Каждый слой надо уплотнять равномерно по всей площади и на всю толщину. Если грунт очень сухой, то для хорошей укатки его следует поливать до слегка влажного состояния. При использовании катков на пневматических шинах на связанных (глинистых и суглинистых) грунтах требуется по 6—8 проходов по одному следу, на песчаных — по 4—6. Обычно насыпи плохо уплотнены в местах, непосредственно прилегающих к мостам. В таких неудобных местах можно использовать трамбующие плиты (железобетонные плиты или блоки), поднимаемые вверх экскаваторами, или трамбовки и самоходные машины ударно-трамбующего действия.

Несмотря на применение уплотняющих машин с течением времени наблюдается самоуплотнение насыпей. Поэтому желательно отсыпать земляное полотно за год до устройства дорожной одежды. При этом необходимо обеспечить сохранность подготовленного земляного полотна, так как в образовавшихся на его поверхности колеях от тяжелых машин скапливается вода и размачивает земляное полотно, которое настолько насыщается водой, что может расплыться, а иногда в средней части образуются ямы, наполненные водой и жидкой грязью.

Подготовленное земляное полотно после укатки сле-

дует спрофилировать, его поверхность должна иметь уклон в стороны крутизной 20—30‰ (2—3 см на 1 м). После дождей и в сырые периоды проезд по такому земляному полотну должен быть полностью закрыт, а в сухое время года или при замерзшей верхней части движение машин даже полезно, так как способствует уплотнению грунта. В зимний период на подготовленном к укладке дорожной одежды земляном полотне снег разгребать не следует, чтобы уменьшить промерзание грунтов и зимнее влагонакопление.

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Прочность и устойчивость земляного полотна зависят от исправного действия водоотводных устройств и сооружений. При недостаточном количестве водоотводных устройств или их малой пропускной способности устраивают дополнительные канавы и трубы или увеличивают пропускную способность. Все водоотводные сооружения должны быть способны в любой момент отвести поверхностные воды. Наличие застаивающейся воды в кюветах и резервах свидетельствует о неудовлетворительном содержании дороги и приводит к постепенному насыщению водой земляного полотна и потере им несущей способности.

Прежде всего нельзя допускать захламления кюветов и поперечных водоотводных канав упавшими бревнами и стволами деревьев. Необходимо систематически убирать весь хлам с дорожной полосы и особенно с обочин, откосов, из кюветов и резервов; по мере надобности очищать кюветы и нагорные канавы от всех препятствий и наносов, мешающих течению воды. После сильных ливней с нагорной стороны вместе с большими массами мутной воды в канавы поступает значительное количество взвешенного грунта, который, отлагаясь на дне и стенках, иногда очень быстро заполняет их целиком. При последующих ливнях канавы не вмещают всю воду, и она, переливаясь через края, заливает нижележащую выемку; если канава проходит вдоль насыпи, то ливневая вода подмывает откос насыпи с нагорной стороны. При заиливании нагорных и продольных водоотводных канав больше чем на $^1/_3$ их следует прочищать,

В зависимости от формы канавы прочистку можно производить автогрейдером, канавокопателем или экскаватором. Отдельные заиленные места очищают вручную.

При капитальном и среднем ремонте дороги поперечный профиль водоотводных канав полностью восстанавливают. При восстановлении профиля и прочистке канав срезать следует их внешний откос, чтобы не уменьшить земляное полотно дороги. На участках продольных водоотводных канав с большими уклонами откосы часто размываются и превращаются в небольшие овраги, поэтому вместе с прочисткой канав следует восстанавливать и укреплять их откосы, одерновку, мощение и водобойные колодцы. Ни в коем случае нельзя упускать начало размыва канавы, так как в последующем усложняется и удорожается ремонт.

Канавы следует прочищать от выходного русла вверх навстречу течению воды. Вынутый при прочистке кюветов грунт нельзя использовать для ремонта земляного полотна, в частности обочин, его следует выбрасывать на внешнюю от дороги сторону и разравнивать.

Ремонт и содержание дорожных обочин заключается в их систематическом планировании для обеспечения стекания воды с проезжей части и земляного полотна. Уклон обочин должен быть 40—60‰ (4—6 см на 1 м ширины), что легко проверить с помощью ватерпаса. Планирование можно осуществлять автогрейдером, но после дождя по влажному грунту можно использовать дорожные утюги, находящиеся на буксире у автомашины повышенной проходимости. Образующиеся на обочине колеи и ямки следует заделывать только тем же самым грунтом. Образовавшиеся на обочине земляного полотна из глинистого грунта ямки или колеи нельзя заделывать песком, так как он в результате насыщения водой находится в жидком состоянии и при проходе колеса будет выдавливаться в сторону. Часто встречаются наросшие обочины, препятствующие стоку воды с проезжей части; их периодически надо срезать проходом грейдера. Срезаемый грунт нельзя передвигать к середине дороги, его следует сбрасывать на откос и далее к подножию земляного полотна. Эту работу необходимо выполнять до очистки водоотводных канав, так как при срезке обочин часть грунта может попасть в кювет или в продольную водоотводную канаву. Срезку

обочин обычно выполняют осенью и не ежегодно, а через 2—3 года. Если обочины наросли только в отдельных местах и в ближайший период нет возможности произвести их сплошную срезку, дорожные рабочие должны устроить в них через 5—7 м стоки воды.

При заниженияx обочин необходима сплошная подсыпка. До подсыпки целесообразно поверхности заниженных обочин придать необходимый уклон от проезжей части и выровнять ее. В этом случае для подсыпки можно использовать грунт, из которого состоит земляное полотно, а также дренирующий — песок или гравий. Сплошное покрытие обочин песком, щебнем или гравием способствует уменьшению пылеобразования, скользкости и лучшему сохранению поверхности при заезде машин.

Если на обочинах имеются ямы значительных размеров, заполненные водой и жидкой грязью, то надо сначала спустить воду, просушить их и только потом заполнять грунтом с обязательным послойным трамбованием и укаткой (можно колесами медленно движущихся груженых машин).

В ряде случаев на земляном полотне наблюдаются сплывы и обрушения откосов. На насыпях это обычно происходит из-за излишней крутизны откосов или наличия в теле насыпи грязевых мешков. В 1-м случае необходимо подсыпать грунт для устройства более пологого откоса и укрепить посевом трав или даже одерновкой, во 2-м — прежде всего просушить тело насыпи; для этого устраивают поперек насыпи глубокую прорезь для просушки района грязевого мешка, в тело насыпи закладывают пучок хвороста (фашину), по которому вытекают остатки влаги, затем прорезь заделывают грунтом с послойным трамбованием.

Сплывы и обрушения откосов выемок происходят вследствие их недостаточного осушения или выхода грунтовых вод. Иногда обрушение происходит из-за того, что вынутый при разработке грунт уложен рядом с бровкой выемки, в то время как расстояние до вала с грунтом (кавальера) должно быть не менее 5 м. При сплывах из-за выходов грунтовых вод устанавливают каптаж ключа или перехватывающий дренаж, что представляет уже сложное инженерное сооружение. Во всех случаях устройство более пологого откоса с хорошим

укреплением поверхности предупреждает возможность сплыва.

При длительном отсутствии дождей в летний пожароопасный период на обочинах и откосах земляного полотна необходимо скашивать сухую траву, а по дну резервов проходом бульдозера устраивать минерализованную полосу.

УСТРОЙСТВО И СОДЕРЖАНИЕ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ И ТИПОВЫЕ ПРОЕКТЫ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Лесохозяйственные автомобильные дороги пересекают различные водные препятствия в виде рек, каналов, болот и оврагов. По рекам и каналам вода протекает постоянно, а по оврагам — главным образом во время ливней и при таянии снега. Во всех случаях должен быть обеспечен свободный пропуск воды под дорогой, с одной стороны на другую. Для этого необходимо устраивать водопропускные сооружения: трубы и мосты. При небольшом количестве протекающей воды и наличии каменных материалов устраивают фильтрующие насыпи.

Трубы располагают непосредственно в насыпи земляного полотна дороги, причем их высота значительно меньше, чем высота насыпи. Для устройства труб требуется меньше материалов, чем для устройства мостов. Мосты полностью или частично перекрывают водное препятствие (или периодические водотоки); на них располагается проезжая часть. Их устраивают только в случае, если трубы не могут обеспечить пропуск притекающей к дороге воды. Фильтрующие насыпи устраивают в виде наброски из крупного камня примерно одинакового размера взамен труб и малых мостов.

Устройство труб; особенно большое распространение имеют железобетонные трубы (95% всех водопропускных сооружений). Деревянные трубы устраивать не рекомендуется, так как они часто загнивают. Срок их службы всего 5—8 лет, а при перестройке и ремонте необходимо разрывать насыпь.

Железобетонные трубы собирают из отдельных звеньев, изготовленных на базах и полигонах, что является их большим преимуществом. Основными элементами железобетонных труб являются оголовки, состоящее из звеньев тело трубы и фундамент. Внешнюю поверхность оголовков и звеньев покрывают изоляцией во избежание непосредственного соприкасания железобетона с влажной землей. Трубы не меняют условия движения автомобилей по дороге (их можно устраивать при любых сочетаниях плана и профиля дороги), не стесняют проезжую часть и обочины и не требуют изменения типа дорожного покрытия.

Отверстия железобетонных труб бывают круглыми или прямоугольными, но большей частью применяют круглые. На лесохозяйственных дорогах укладывают трубы диаметром не менее 0,75 м. Если для пропуска воды недостаточно одной трубы, а труб с большим отверстием нет, то можно укладывать рядом 2 и даже 3 трубы.

Для лучшего протекания воды оголовки труб имеют специальную форму — раструбную, портальную, воротниковую и др. Оголовки могут быть каменными, бетонными или железобетонными. Звенья труб имеют длину 1— 4 м, при более длинных возможен излом труб вследствие неравномерной осадки.

В песчаных и песчано-гравийных плотных грунтах трубы укладывают без фундаментов, но на поверхности земляного полотна отрывают сегментный котлован, в котором грунт уплотняют трамбовками. В глинистых и суглинистых грунтах трубы укладывают на песчано-щебеночную подушку толщиной 45—50 см; в пылеватых грунтах вместо песчано-щебеночной подушки устраивают основание из смеси щебня (30%) и глины (70%); в слабых грунтах устраивают бетонные или бутовые фундаменты.

Под оголовок трубы укладывают бетонный (монолитный или сборный) фундамент с углубленным уступом, называемым зубом. Его назначение — предохранять трубу от подмыва. У входного и особенно выходного оголовков должно быть устроено крепление русла на длину 2—4 м (бо́льшая длина с низовой стороны). Русло укрепляют укладкой плит или мощением.

Стыки между звеньями труб заполняют вываренным

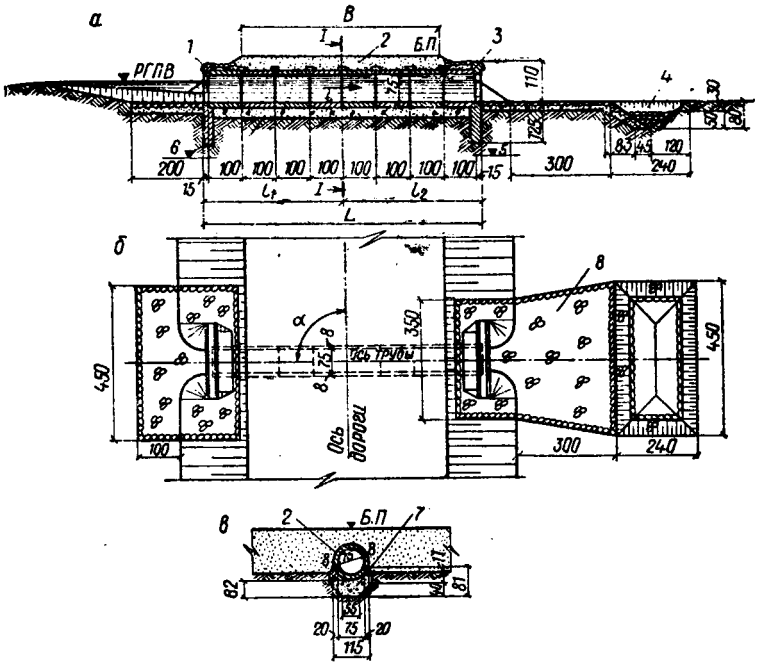


Рис. 14. Типовой проект круглой железобетонной трубы диаметром 0,75 м:

а — продольный разрез; *б* — план; *в* — поперечный разрез по сечению I—I; *1* — входной оголовок; *2* — гидроизоляция оклеечная; *3* — выходной оголовок; *4* — каменная наброска; *5* — отметка дна котлована на входе; *6* — то же, на выходе: *7* — гравийно-песчаная подготовка; *8* — одиночное мощение

в битуме канатом или паклей. Для изоляции наружной поверхности колец используют битум, а также самый распространенный и общедоступный материал — слой мятой глины толщиной 15—20 см.

К проектам лесохозяйственных дорог прикладывают чертежи типовых железобетонных труб. На рис. 14 приведен чертеж круглой железобетонной трубы диаметром 0,75 м из проекта Союзгипролесхоза. На листе с чертежом трубы дана таблица основных данных конкретной трубы; этим осуществляется привязка типового проекта к определенному месту на дороге.

В таблице приведены следующие данные:
местоположение оси трубы (километр, пикет и плюс);
высота насыпи и ширина земляного полотна, м;

длина трубы (верховая l_1, низовая l_2 и полная L);
направление водотока и угол пересечения трубы с осью дороги;
расчетный расход воды, м³/с, и скорость воды на выходе, м/с;
отметка расчетного горизонта подпертой воды, бровки полотна, земли по оси дороги, лотка трубы на входе и выходе и дна котлована на входе, по оси дороги и на выходе;
грунт основания под звеньями и под оголовками;
толщина подготовки под звеньями и объем земляных работ по срезке и устройству русла, м³;
объем работ по рытью котлованов и устройству гравийно-песчаной подготовки, м³;
объем железобетонных звеньев и блоков, м³;
объем работ по укреплению русла и откосов насыпи, м².

Указанные данные обеспечивают привязку положения трубы к конкретному месту и дают необходимые сведения об объеме работ по укладке.

Обмазочную гидроизоляцию труб наносят в виде двух слоев горячей битумной мастики по битумной грунтовке. В стыках звеньев поверх пакли, которой заполняют шов, наклеивают 2 слоя битуминизированной ткани шириной 25 см; ткань должна находиться между тремя слоями горячей битумной мастики. С внутренней стороны швы на 3 см заделывают цементным раствором.

Мост состоит из двух основных частей: пролетного строения и опор. Пролетное строение обеспечивает проезд движущегося транспорта и нагрузку от него передает через опоры на грунт. Если прочный грунт залегает глубоко, то в слабый грунт забивают сваи. При достаточно прочных и плотных грунтах в качестве простейших оснований можно применять рамы. Расстояние между опорами называют пролетом моста. У многопролетных мостов промежуточные опоры называют быками, а крайние — устоями. Габарит — предельная ширина проезда по мосту, которая обеспечивает беспрепятственное движение автомобилей. В расчетную ширину габарита не должны входить какие-либо части или элементы конструкции моста. Из общего количества мостов 80% имеют пролет до 3 м, 19% — 3—5 и 1% — свыше 6 м.

На лесохозяйственных дорогах обычно устраивают деревянные однопролетные балочные мосты с пролетами до 6 м. У таких мостов несущая конструкция пролетного строения состоит из простых бревен или брусьев, назы-

ваемых прогонами. Большей частью применяют прогоны одноярусные, но иногда используют и двухъярусные — парные бревна, уложенные по высоте в 2 ряда (или яруса) и соединенные болтами или болтами и шпонками. Все элементы деревянного моста подлежат обязательной пропитке масляными антисептиками.

На рис. 15, *а* приведен типовой проект деревянного балочного однопролетного моста с пролетом до 6 м на свайных опорах. Глубину забивки свай указывают в проекте, но она должна быть не менее 4 м. Свайная опора состоит из ряда свай с расстоянием между осями по 1,5 м. По верху сваи соединены насадкой. Над каждой сваей на насадку укладывают 2 прогона. При габарите Г-9 должно быть 15 прогонов. На прогоны укладывают поперечины, к которым прикрепляют настил. Диаметр прогонов и количество поперечин зависят от размера пролета (табл. 1).

Таблица 1

Показатель	Пролет, м			
	1,5	3,0	4,5	6,0
Диаметр прогонов, см . . .	20,00	24,00	29,00	32,00
Количество поперечин . . .	10,00	16,00	22,00	28,00
Объем лесоматериалов на пролетное строение, м^3	7,66	12,18	18,20	24,75
В том числе пиломатериалов	3,81	5,71	7,59	9,50

На рис. 15, *б* приведена конструкция однопролетного типового моста (продольный разрез) на рамно-лежневых опорах с пролетом 4 и 6 м при высоте насыпи 2 м (Гипролестранс). Рамные опоры применяют в случае, если по тем или иным причинам трудно выполнить свайную бойку. Для устройства рамной опоры роют котлован шириной 0,8—1 м и длиной, соответствующей ширине опоры. Глубина котлована должна превышать глубину промерзания на 50 см. На дно засыпают слой щебня или гравия и хорошо утрамбовывают, сверху устанавливают раму опоры, состоящую из лежня, стоек и насадки. Стойки соединяют с насадкой и лежнем, как и сваи с насадкой, шипами и скобами с двух сторон.

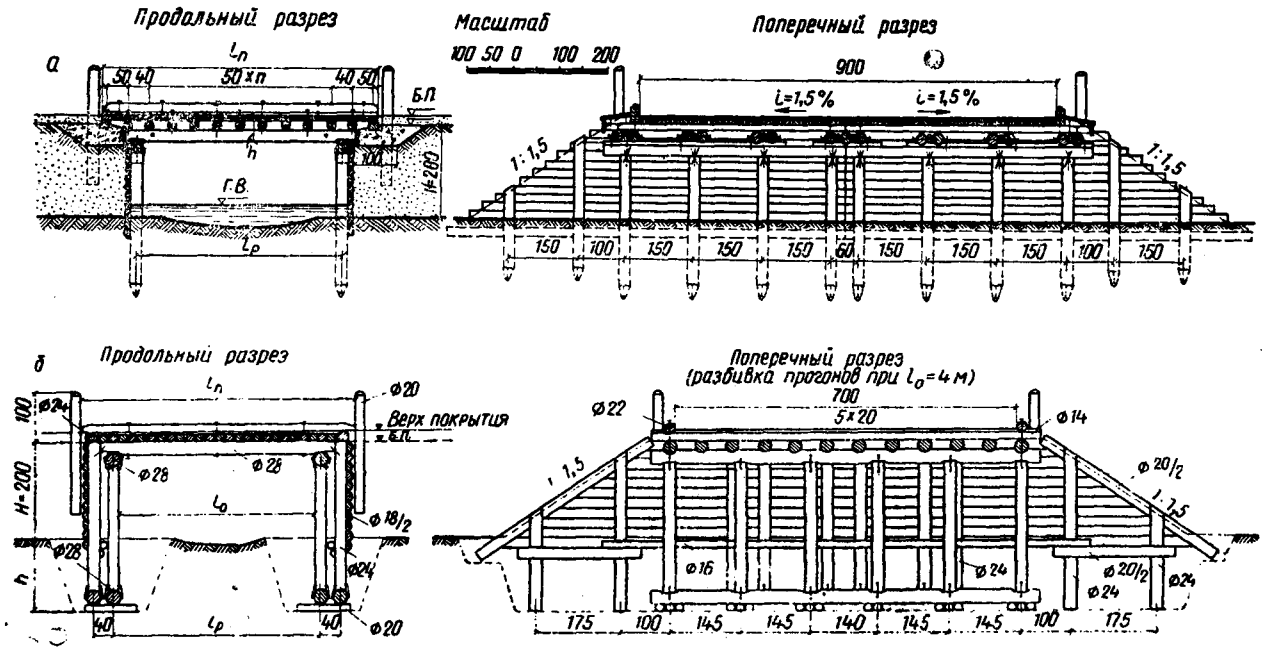


Рис. 15. Типовые проекты деревянного балочного однопролетного моста на опорах: *а* — свайных; *б* — рамных

Если балочный однопролетный мост предназначен для движения в двух направлениях, то необходимо предусмотреть возможность его одностороннего ремонта. В этом случае свайные или рамные опоры по ширине моста должны представлять собой 2 независимые одинаковые части. В середине моста у насадок должен быть предусмотрен стык. Насадки соединяются между собой и со стойками или сваями (ближайшими к стыку насадки) двусторонними скобами. Поперечины в этом случае по середине моста должны иметь стыки в шахматном порядке над крайними бревнами тройного прогона, укладываемого по оси моста (см. рис. 15, *а*).

ПОСТРОЙКА ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Постройка водопропускных труб при наличии готовых элементов сводится главным образом к монтажу. Строительство выполняется специализированной бригадой, снабженной экскаватором и автомобильным (или тракторным) краном, и состоит из нескольких циклов: подготовительные работы и рытье котлована; сборка фундамента и трубы с оголовком; устройство гидроизоляции и засыпка трубы; укрепление русла и откосов насыпи.

Подготовительные работы включают устройство временного водоотвода от места укладки трубы, подготовку площадки для складывания звеньев и блоков, устройство проезда для транспортных средств и крана. Котлован отрывают обычно экскаватором с ковшом емкостью 0,15—0,65 м^3. При прокладке бесфундаментных труб срезают верхний слой грунта, а затем устраивают щебеночно-песчаную подушку с профилировкой поверхности под звенья трубы. Если это предусмотрено проектом, вместо щебеночно-песчаной подушки устраивают щебеночную подготовку и лекальные блоки.

Фундаментные блоки и звенья монтируют в соответствии с раскладочной схемой (рис. 16) или технологической картой. Все поверхности блоков перед укладкой необходимо очистить от грязи, а поверхности, соприкасающиеся с цементным раствором, тщательно промыть водой. Сборный фундамент обычно состоит из секций длиной 3—4 м. Для таких блоков необходим кран

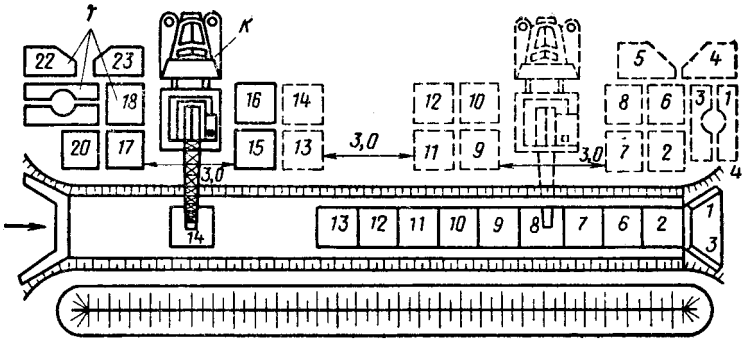


Рис. 16. Монтаж круглой железобетонной трубы автомобильным краном:

К — кран; *Т* — звенья трубы и блоки оголовков; *1—23* последовательность операций (пунктиром показана 1-я стоянка крана).

грузоподъемностью 3 т. Монтаж начинают с укладки блоков фундамента под оголовки трубы. Вертикальные швы между блоками конопатят паклей, а затем заливают цементным раствором. При устройстве фундамента по ватерпасу проверяют заданный в проекте уклон трубы.

Блоки и звенья трубы стропуют за петли или применяют монтажную скобу, позволяющую поворачивать их в горизонтальной плоскости. Монтаж выполняют в следующем порядке: устанавливают фундаментные блоки выходного оголовка, устраивают основание под его крайнее звено и затем собирают выходной оголовок; устанавливают средние звенья трубы и фундаментные блоки входного оголовка, устраивают основание под его крайнее звено, устанавливают это звено, собирают входной оголовок. Для труб диаметром 1—1,25 м норма времени на установку одного звена 1,3—1,5 чел.-ч (один кран за смену устанавливает 20—25 звеньев). Зазоры между звеньями не должны превышать 1,5 см. Крайние звенья труб устанавливают на специально подготовленное основание и заделывают в блоки оголовка путем ввода их в паз на $^1/_2$ толщины блока.

Перед засыпкой грунта поверхность трубы покрывают гидроизоляцией; эту операцию выполняют в сухую погоду при температуре не ниже 5°С. Вокруг трубы

целесообразно устраивать защитный слой из мятой глины толщиной 20—25 см. Засыпку грунтом начинают с пазух около фундамента. Проводят засыпку бульдозером горизонтальными слоями толщиной 15 см с обеих сторон на всю длину с послойным уплотнением. Переезд транспортных средств через трубу, засыпанную меньше чем на 0,5 м, не допускается.

Строительство деревянного моста начинают с разбивочных работ. Прежде всего необходимо полностью расчистить площадку, где намечено строительство моста, и подготовить место для складирования материалов. Затем по оси дороги с каждой стороны моста устанавливают створные столбы, подвешивают и закрепляют кольями ось моста. Точки пересечения продольной оси моста с осями опор, определяющие места отдельных свай (или стоек), закрепляют кольями. При рамных опорах на местности закрепляют кольями границы котлованов. Если мост строят летом, а глубина водотока больше 1 м, то разбивку осуществляют с легких подмостей. В этом случае по оси моста на неподвижной части подмостей через каждые 5—10 м забивают гвозди и по ним натягивают шнур. Для закрепления центра опор, расположенных в пределах водотока, в настил забивают большие гвозди и рядом записывают номер опоры. Разбивку опор удобно осуществлять с помощью простейшего шаблона в виде прямоугольного треугольника из реек (например, с соотношением сторон 3 : 4 : 5). Разбивку моста закрепляют обноской в виде вбитых в землю столбов с прибитыми досками.

Если строительство выполняется зимой, то разбивку производят прямо на льду, что позволяет обходиться без дорогостоящих подмостей.

Для свай используют прямые ровные бревна, предварительно окоренные, но не обтесанные. На одном (тонком) конце делают четырехгранное заострение. При твердых и каменистых грунтах на забиваемые концы свай надевают сварные или кованые башмаки из железа толщиной 6—8 мм, а на голову для предупреждения размочаливания — железное кольцо (бугель). Применяемые для забивки свай молоты или копры перемещают от опоры к опоре по льду, грунту или подмостям (при использовании штанговых дизель-молотов и моло-

тов двойного действия забивка допускается без бугелей). Если свая во время забивки отклонилась от вертикального положения, ее выправляют подтягиванием в ту или иную сторону. Сваи погружают до достижения расчетного отказа, т. е. до определенной заранее величины погружения от одного удара (или от залога в 10 ударов). Все данные по ходу погружения свай следует заносить в журнал. Смещение верха свай не должно превышать вдоль насадки $^1/_2$ диаметра сваи, а поперек насадки 0,2 диаметра. Случайно отклонившиеся сваи выправляют с помощью распорок с клиньями и лебедок. Выправленные сваи удерживают в правильном положении пришитыми к ним досками, а затем на них надевают насадки, которые прикрепляют шипами или металлическими штырями, забиваемыми в голову свай через насадку (последний способ проще). После укладки и закрепления насадки устанавливают укосины, горизонтальные и диагональные схватки, если они предусмотрены проектом.

При установке рамных опор на дно котлована укладывают коротыши длиной 0,7—0,8 м, которые кладут на гравийную или щебеночную подушку так, чтобы верхние грани были в одной плоскости. На коротыши с помощью крана устанавливают заранее подготовленные рамы. Коротыши и рамы перед установкой необходимо антисептировать. Затем котлован засыпают грунтом, который послойно утрамбовывают. Верхний слой утрамбовывают со щебнем. После установки и выверки положения рам устраивают пролетное строение.

Заготовку прогонов (обработку бревен и устройство сопряжений) производят обычно на месте работ. В пролет прогоны подают вручную по наклонным слегам или с помощью крана (пачками). Уложенные на место прогоны выверяют по уровню и скрепляют скобами и болтами. Торцы прогонов должны быть удалены от заборной стенки не менее чем на 5 см и защищены от непосредственного соприкосновения с землей. По концам снизу прогоны подрубают на 3—4 см; этой врубкой их соединяют с насадками свайных или рамных опор. На прогоны укладывают поперечины и настил проезжей части. Поперечный настил закрывают дощатым покрытием или укладывают на него продольные колеи из пластин или бревен.

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Железобетонные трубы обладают значительным запасом прочности, но при отсутствии систематических осмотров и своевременного ремонта могут произойти внезапные серьезные нарушения, на ликвидацию которых требуются значительные затраты.

Трубы (и малые мосты) следует внимательно осматривать после каждого сильного ливня и прохода весенних вод с целью установления сохранности укреплений дна лога, входного и выходного отверстий и откоса насыпи, а также обнаружения возможных подмывов, оползней и фильтрации воды в тело насыпи. Если насыпь отсыпана из пылеватых грунтов, то в случае фильтрации воды в ее тело создается угроза размыва. Совершенно необходимо осматривать трубы осенью, перед выпадением снега. В это время нужно проверять чистоту отверстия и степень очистки труб от наносов и в случае необходимости их прочищать. В районах со значительными снежными покровами для предупреждения заносов снега внутрь и его последующего смерзания после замерзания водотоков следует отверстия труб закрывать деревянными щитами с длинными ручками (кольями), чтобы весной щиты было легко убирать. В незакрытых отверстиях труб зимой иногда образуются ледяные пробки, и весной вода, не имея возможности проходить через трубу, размывает насыпь. В районах с продолжительными оттепелями отверстия щитами закрывать не следует, но необходимо очищать после каждого значительного снегопада.

При периодических весенних и осенних осмотрах следует особое внимание обращать на изоляцию в стыках между звеньями, так как просачивающаяся через стыки вода размывает грунт за стенками, и в этих местах образуются пустоты. Для их устранения невысокие насыпи уплотняют, а при большой высоте в трещины нагнетают цементный раствор. Для ремонта стыков применяют паклю с битумной мастикой с последующей заливкой ее цементным раствором. Дно трубы для предупреждения застаивания воды в просевшей части выравнивают цементным раствором, а при большой толщине — слоем с предварительной щебеночной подстилкой и стяжкой сверху из цементного раствора.

Очень важно содержать в исправности подходы к трубам. При плохом состоянии крепления откосов насыпи и лотка у оголовков трубы сильно заиливает частицами размываемого грунта. Подмывы откосов насыпи ведут в отдельных случаях к отрыву оголовков от трубы. В трубах, уложенных на постоянно действующих водотоках, для обеспечения нормального пропуска воды необходимы раскирковка и уборка наледей во избежание заполнения всего отверстия трубы.

С наступлением весны отверстия труб открывают, расчищают русло и очищают откосы над оголовками труб. Необходимо следить за протоком талых вод для предупреждения заторов и засорения русла плывущими предметами.

Для увеличения срока службы и уменьшения расходов на ремонт необходимы непрерывный надзор и хорошее содержание мостов. Наименьшие расходы средств и трудовые затраты на ремонт обеспечиваются только при своевременном обнаружении и устранении дефектов. Мосты необходимо детально осматривать не менее 2 раз в год: весной (после пропуска весеннего паводка) и осенью (после окончания ремонтных работ). Специальные осмотры проводят для определения объема работ по ремонту или реконструкции моста. Такие осмотры деревянных мостов необходимы через 3—4 года, причем 1-й через 6—8 лет после постройки.

При осмотре деревянных мостов прежде всего следует обращать внимание на возможность загнивания его элементов. Деревянные мосты периодически увлажняются и высыхают, что приводит к растрескиванию крупных элементов. В образующихся трещинах скапливается грязь, застаивается вода и создаются благоприятные условия для развития гнили. Влага застаивается также в узлах стыков и врубках. Периодически увлажняются нижние части опоры мостов и ледорезов. Наиболее быстро увлажняются расположенные низко над землей балочные пролетные строения, что объясняется повышенной влажностью и плохим проветриванием. Загниванию настилов и поперечин, а от них и загниванию прогонов способствует грязь на ездовом полотне. В подкосных мостах гниль развивается в узлах ферм, в опорах (и ледорезах) — в зоне соприкасания с поверхностью грунта и на уровне колебания меженных

вод. Ниже поверхности грунта гниль распространяется в сухих грунтах примерно на 1 м, а в сырых глинистых — на 30—50 см.

В элементах моста гниль обнаруживают во время внешнего осмотра путем обстукивания обухом легкого топора и пробы стамеской или буром. Осмотр элементов проезжей части производят путем выборочного вскрытия настила. Обнаружить места возможного загнивания можно при осмотре моста во время дождя или непосредственно после него, так как в этих местах застаивается вода и, следовательно, в будущем начнется загнивание.

Единственной защитой от увлажнения атмосферными осадками является проезжая часть моста. Если она устроена из антисептированной древесины и имеет асфальтовое покрытие, то нижние элементы моста в значительной степени защищены от увлажнения. Для повышения водонепроницаемости проезжей части рекомендуется по сухому настилу устраивать тонкий битумный коврик, который, кроме предохранения от увлажнения, уменьшает износ покрытия. Можно также под верхним настилом устраивать прокладку из рубероида, промазанного сверху битумом. Для своевременного стекания воды проезжая часть обязательно должна иметь поперечный уклон 20—25‰, т. е. 2—2,5 см на 1 м ширины моста.

Таким образом, в процессе эксплуатации деревянных мостов необходимо прежде всего устранять возможность застоя воды. Все имеющиеся в конструкции пазухи и трещины деревянных элементов нужно шпаклевать антисептической пастой или битумом. Грязь и мусор следует систематически убирать, не допуская попадания на нижние части моста. Зимой проезжую часть солью посыпать не следует, так как она вызывает интенсивное ржавление металлических креплений. Мокрый ил, ветки и другие наносы, оставшиеся после паводка, необходимо быстро убирать. Для улучшения проветривания следует вырубать растущий вблизи деревянного моста кустарник.

При осмотре мостов определяют элементы, требующие замены или ремонта. На проезжей части осмотр настила позволяет выявить степень его износа. Изношенные доски следует менять целиком. Ставить заплат-

ки на отдельные места не рекомендуется. Выдергивание гвоздей из настила свидетельствует о сильном загнивании нижних элементов проезжей части или о наличии неплотностей в опирании. В том и другом случае настил необходимо вскрыть и заменить загнивающие элементы или уложить в неплотностях прокладки. Доски одиночного настила следует менять при потере прочности на 25%, а доски двойного настила — при износе более 3 см; незначительно загнившие поперечины и прогоны можно очистить от гнили и антисептировать, а при потере прочности более чем на 25% они должны быть заменены. Если требуется замена более 50% поперечин или прогонов, лучше сделать их сплошную замену. В случае обнаружения отслоения нижней части прогонов в местах опирания на насадку в районе отслоения устанавливают 2—3 стяжных болта. Болты и стяжки необходимо обязательно подтягивать, не допуская ослабления. Например, в опорах и ледорезах элементы соединяются простейшими врубками, стянутыми болтами и хомутами. Болты и хомуты следует периодически подтягивать.

Сваи береговых опор отрывают на такую глубину, чтобы стык вставки со сваей находился вне зоны загнивания. Загнившие участки сваи вырезают и заменяют вставкой. Ремонтируемую сваю выключают из работы, приподнимая домкратом насадку около сваи. В низких местах меняют весь расположенный выше грунта участок сваи. Укосины при необходимости заменяют полностью. Для замены насадок пролетное строение приподнимают домкратом или замену производят вместе с ремонтом настила. У рамных опор стойки меняют поочередно. Загнивший лежень разрезают на части и заменяют отдельными коротышами, а для связи стоек между собой укрепляют горизонтальную схватку, связывающую все стойки. На реках с толстым покровом льда во избежание выдергивания свай при изменении горизонта воды необходимо до наступления паводка окалывать лед вокруг деревянных опор.

ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ НА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГАХ

ОСНОВНЫЕ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Для устройства дорожных одежд используют различные дорожно-строительные материалы. Наиболее распространенными и дешевыми из них являются грунты дорожной полосы, а также притрассовых и специально найденных карьеров. Помимо этого, используют гравийные смеси, щебень, шлаки, булыжник или органические и минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов (под стабилизацией понимают сохранение в неблагоприятных условиях свойств грунта, присущих его сухому состоянию). Для снижения себестоимости работ по устройству дорожных одежд следует широко использовать различные местные материалы и отходы промышленности.

Грунты обычно состоят из минеральных частиц трех видов: песчаных (0,05—2 мм), пылеватых (размером 0,005—0,05 мм) и глинистых (меньше 0,005 мм). Грунтом с оптимальным зерновым составом (оптимальный грунт) называют такой, в котором все песчаные частицы (70—80%), образующие скелет, касаются друг друга, промежутки между ними заполняют пылеватые частицы (15—25%), а между последними — глинистые (3—8%). Такие грунты имеют наибольшую плотность, медленно размокают и оказывают наибольшее сопротивление внешнему давлению. Грунты оптимального состава встречаются и природные, но большей частью их образуют путем добавления в определенной пропорции (указанной в проекте дороги) песка к глинистым и суглинистым грунтам и суглинка к сыпучим песчаным.

Основными видами глинистых грунтов являются глины (содержание глинистых частиц больше 25%), суглинки (12—25%) и супеси (3—12%). Если в суглинках и супесях пылеватых частиц больше, чем песчаных, то в название грунта добавляется определение пылеватые.

Песчаные грунты или пески разделяют на гравелистые (25—50% зерен крупнее 2 мм), крупные (более 50% зерен крупнее 0,5 мм), средней крупности (более

50% зерен крупнее 0,25 мм) и мелкие (более 75% зерен не крупнее 0,1 мм). В песчаных грунтах глинистых частиц должно быть не более 3%.

Крупнообломочные грунты разделяют на щебенистые (более 50% зерен крупнее 10 мм) и дресвяные (более 50% зерен крупнее 2 мм).

Гравийные материалы представляют собой естественную рыхлую горную породу или искусственную смесь из округлых обломков прочных горных пород различной крупности — преимущественно от 2 до 70 мм.

Различают гравий сортовой, оптимальную гравийную смесь, дробленый гравий и карьерный гравийный материал. В зависимости от размера гравий делится на фракции: очень мелкий (5—10 мм), мелкий (10—20 мм), средний (20—40 мм) и крупный (40—70 мм). Для верхнего слоя дорожных одежд применяют гравий размером не больше 40 мм, для нижнего — максимальный размер может быть 70 мм, но не более $^2/_3$ толщины слоя. Наибольшей плотностью и прочностью обладает гравийный материал, у которого свободное пространство между плотно уложенными крупными частицами заполнено частицами меньшего размера. Такие оптимальные смеси обычно получают путем добавления той или иной фракции к карьерному гравийному материалу.

Щебень получают в результате дробления скальных пород. Этот материал имеет широкое применение в дорожном деле. Размер щебеночных частиц от 2 до 70 мм. При сортировке щебень разделяют на сортовой и рядовой. Сортовой по крупности разделяют на крупный (40—70 мм), средний (20—40 мм), мелкий, или клинец (10—20 мм), очень мелкий, или каменную мелочь (5—10 мм), и высевки (0—5 мм).

Булыжник и шашка: булыжник представляет собой валунный грубоокатанный камень размером до 25 см, перенесенный к месту нахождения водой или ледником (более крупный валунный камень раскалывают до нужного размера); применяемая для мощения дорог шашка представляет продукт искусственного разрушения горных пород. По форме она приближается к усеченной пирамиде, причем лицо и постель почти параллельны друг другу. Наиболее дешевый сорт шашки имеет квадратную лицевую сторону (10—15 см) и высоту 12—16 см.

Каменные материалы в зависимости от физико-механических свойств и главным образом от прочности делятся на классы. Прочность определяют раздавливанием на прессе кубика камня и оценивают давлением, вызывающим разрушение. Плотность характеризуется объемным весом. Водопоглощением называют свойство материала впитывать и удерживать воду; оно определяется степенью заполнения пор каменного материала водой. Морозостойкость определяется числом циклов замораживания (до —20° С) и оттаивания, выдерживаемых без понижения прочности.

Минеральные вяжущие материалы используют главным образом в виде цемента и извести. При укреплении грунтов их смешивают с улучшаемой средой. В результате сложных физико-химических процессов улучшаются механические свойства грунта, значительно увеличивается (в 6—10 раз) их прочность. Для укрепления грунтов используют портландцементы марки не ниже 400. Марка — предел прочности при сжатии кубиков со сторонами 70,7 мм, изготовленных из раствора с соотношением цемента к песку 1 : 3.

Известь получают путем обжига известняка или других горных пород, содержащих углекислый кальций ($CACO_3$). Материал, полученный в виде кусков, называют негашеной известью, или кипелкой. При обработке ее водой получают гашеную известь (пушенку) в виде тонкого порошка. Марка извести по прочности должна быть не ниже 25 кг/см^2. Применяют известь I и II сорта. Практически пушенку следует применять не позже чем через месяц после гашения. Грунт, укрепленный известью, является недостаточно морозостойким, поэтому такие дорожные одежды следует применять в южных районах (III, IV и V дорожно-климатические зоны).

Органические вяжущие материалы используют в основном в виде битумов и дегтя. В результате обволакивания поверхности минеральных частиц грунта или каменных материалов пленками органического вяжущего материала, заполнения ими мелких грунтовых пор, а также взаимодействия между частицами грунта и вяжущим грунт приобретает устойчивость и хорошее сцепление частиц; водонепроницаемость и прочность его почти не зависят от переменных условий водного режима. Поверхность дорог, устроенных с применением ор-

ганических вяжущих, становится водонепроницаемой и обеспыленной. Сдвигов минеральных частиц под колесами машин почти не наблюдается.

При строительстве дорог применяют вязкие битумы, твердые или полутвердые марок от БНД 200/300 до БНД 40/60, жидкие среднегустеющие марок от СГ 15/25 до СГ 130/200 и медленногустеющие марок от МГ 25/40 до МГ 130/200.

Буквы марок обозначают: БНД — битум нефтяной дорожный, СГ и МГ — средне- и медленногустеющий; цифры — показатели его вязкости. Чем выше цифровые значения, тем более вязким является битум.

Битумы применяют в разогретом виде. Из жидких битумов среднегустеющие следует применять в северных районах, медленногустеющие — в южных. Меньшее применение на дорогах находят каменноугольные дегти.

В настоящее время кроме битумов и дегтей для укрепления грунтов применяют также отходы и полуфабрикаты химической промышленности: сульфитно-бардяной концентрат с хромовыми отвердителями, фосфорную кислоту и другие фосфорсодержащие материалы, фурфурол-анилин и пр.

Местные материалы применяют только в отдельных местах. Незначительная стоимость, даже при меньшей прочности, позволяет использовать их для устройства дорожных одежд. К таким материалам относятся котельные и металлургические шлаки, болотная руда, горелые породы, ракушка и пр.

Шлаки металлургические представляют собой хороший дорожно-строительный материал в районах развитой металлургической промышленности. Наиболее пригодны для использования вместо щебня и гравия кислые доменные и мартеновские шлаки — плотные, однородные по окраске, с кристаллической структурой. Шлаки пониженной прочности, имеющие большой налет и раковинное строение, можно использовать для нижних слоев дорожных одежд. Наличие слоя шлака в дорожных одеждах уменьшает их промерзание зимой, что способствует уменьшению пучин и сокращению периода распутицы. Для устройства дорожных одежд применяют котельные (топочные) шлаки, хотя их прочность из-за наличия золы и несгоревших кусков угля меньше. Можно использовать также шлаки, не имеющие в сво-

ем составе комьев грунта и содержащие мелкие зерна (меньше 2 мм), но не более 20%.

Болотная руда залегает слоями небольшой толщины под растительным слоем. Получаемый из нее щебень можно использовать в нижних слоях дорожных одежд при прочности на сжатие не ниже 50 кг/см^2.

Горелые породы — это грунты, находящиеся в отвалах угольных шахт, обожженные при самовозгорании оставшегося в породе каменного угля. Горелые породы хорошего качества имеют плотную структуру, гладкую камневидную поверхность, могут использоваться для дорожных одежд, но из-за слабой износостойкости требуют устройства защитного слоя. Крупные глыбы горелых пород нужно предварительно разбивать.

Ракушка — материал морского и речного происхождения, имеющийся в южных районах и залегающий слоями до 1 м. Обычно ракушка бывает смешана с галькой, песком или песчано-глинистыми грунтами. Этот материал можно использовать для устройства оснований дорожных одежд.

УСТРОЙСТВО ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ УЛУЧШЕННЫХ ГРУНТОВ

Грунтово-профилированные лесохозяйственные дороги можно устраивать без дорожных одежд при прохождении трассы по гравелистым и супесчаным грунтам в условиях хорошего дренирования земляного полотна. Но и в этом случае при глубине залегания грунтовых вод 0,5—1,2 м проезжую часть следует укреплять скелетными добавками, хотя и не на всем протяжении дороги. Прежде всего естественную грунтовую проезжую часть необходимо укреплять на участках с неблагоприятными грунтовыми условиями и плохими условиями дренирования. Такое выборочное укрепление проезжей части позволяет ликвидировать непроезжие и труднопроезжие места при минимальных затратах. В случае необходимости дорогу можно улучшить на всем протяжении. Дорожные одежды из местного улучшенного грунта могут обеспечить движение незначительной интенсивности, а интенсивное движение — только в сухой период.

Для получения на проезжей части улучшенного грун-

та в виде оптимальной песчано-гравийной смеси необходимо добавлять песчаный и гравийный материал к глинистым и пылеватым грунтам или суглинок к сыпучим пескам. Если из данных лабораторного анализа известно процентное содержание частиц различного вида в дорожном и карьерном грунтах, то количество песчаного грунта, добавляемого к суглинистому или глинистому, можно определить из соотношения

$$p = \frac{c - d}{d - c_1} 100,$$

где c — количество пылеватых и глинистых частиц в грунте дороги по результатам анализа, %;

d — то же, в привозном карьерном грунте;

c_1 — максимально допустимое количество пылеватого и глинистого грунта в оптимальной смеси, %.

Если требуется улучшение песчаных сыпучих грунтов, то необходимую добавку суглинистого или глинистого грунта определяют по соотношению

$$p = \frac{m - n}{n - m_1} 100,$$

где m — количество песчаных частиц в дорожном грунте по результатам анализа, %;

n — то же, в привозном суглинистом или глинистом грунте;

m_1 — максимально допустимое количество песчаных частиц в грунте оптимального состава, %.

Количество привозного грунта на 1 км дороги, требующегося для получения оптимальной смеси, можно определить по приближенной формуле

$$V = 1{,}2\, B_0 h k_п p,$$

где B_0 — ширина проезжей части, м;

h — расчетная толщина слоя оптимальной смеси в дорожных одеждах, м;

$k_п$ — коэффициент, учитывающий вид поперечного профиля дорожных одежд, равный для корытного профиля 1, для полукорытного 1,05—1,1 и для серповидного 1,15—1,2.

Поперечный уклон грунтовой поверхности должен быть на проезжей части 2—3 см на 1 м ширины и на обочине 3—5 см. Как правило, дорожные одежды сле-

дует устраивать серповидного профиля и только при большой дальности привоза добавляемого грунта или гравийного материала — корытного или полукорытного.

Дорожные одежды из грунта, улучшенного добавками, можно устраивать двумя способами: 1) путем смешения местного и привозного грунта для достижения устойчивого слоя достаточной толщины; 2) постепенным насыщением верхнего слоя земляного полотна добавками, предохраняющими нижележащий слой от размачивания поверхностными водами и от разуплотнения транспортом. Преимуществом 1-го способа является возможность создания сразу достаточно надежного слоя, не требующего систематического возобновления; это, во-первых, дает значительную экономию материалов и, во-вторых, исключает те трудности и неудобства, которые возникают при проезде по недостаточно устойчивой и надежной проезжей части.

Для получения прочного скелета из каменных материалов гравистых или щебеночных частиц в смеси должно быть не меньше 55—60%. Только в этом случае при размокании грунта, заполняющего промежутки между каменными частицами, сохраняется необходимая несущая способность. В крупноскелетных смесях (грунтощебень) величина частиц может доходить до 80 мм, в среднезернистых (грунтогравий) в верхнем слое — до 20—25 и в нижнем — до 40 мм.

Ориентировочная толщина покрытий улучшенных грунтовых дорог в сантиметрах приведена в табл. 2.

Таблица 2

Грунты земляного полотна	Климатическая зона	
	лесная	лесостепная
Пылевато-суглинистые и пылевидные супесчаные	25—30	22—25
Глинистые и суглинистые	20—30	18—22
Мелкосупесчаные и мелкопесчаные	15—20	13—18

При малодеятельном движении, в частности на лесохозяйственных дорогах III типа, толщина покрытия может быть уменьшена на 20%.

При 1-м способе устройства слоя улучшенного грунта работы выполняют в определенной последовательности:

а) поверхность земляного полотна профилируют с приданием поперечного уклона 15—20‰ (1,5—2 см на 1 м ширины), для чего требуется 3—4 прохода грейдера по одному следу;

б) поверхность земляного полотна рыхлят на глубину H, равную: $H = h\ (1—p/100)$; рыхлить улучшенный грунт можно фрезой (2 прохода), дисковой бороной (3—7 проходов), плугом (меньше на легких грунтах, больше на тяжелых);

в) по ширине дороги распределяют грейдером или бульдозером добавки, вывезенные на ось дороги или на обочину;

г) подвезенный грунт или скелетный материал перемешивают с местным грунтом сначала фрезой или дисковой бороной (3—4 прохода), а затем грейдером, которым грунт собирают в валики и разравнивают (5—8 проходов по одному следу); перемешивать следует слегка влажный грунт (в необходимых случаях его нужно полить); предварительные проходы дисковой бороной позволяют хорошо раздробить комки грунта;

д) разровненную и спрофилированную поверхность укатывают пневмоколесными катками (5—6 проходов по одному месту).

При корытном профиле на ширину проезжей части грейдером устраивают корыто глубиной h. Вынутый грунт размещают на обочине. Затем привозят, разгружают на дно корыта и разравнивают добавки. Оставшуюся часть корыта заполняют местным грунтом с обочины и перемешивают его с добавками проходами фрезы, дисковых борон и автогрейдера.

Перед перемешиванием грунт следует увлажнять (1,5—3 л/м^2). После перемешивания смесь профилируют и укатывают.

Второй способ создания слоя улучшенного грунта применяют при недостаточном финансировании или отсутствии самосвалов для создания сразу всей толщины укрепляемого слоя. Этот способ позволяет усиливать покрытие постепенно без расхода материалов, в тех местах, где проезжая часть не требует усиления.

Применение 2-го способа рекомендуется при малой интенсивности движения на дорогах второстепенного значения, поскольку толщину улучшаемого слоя можно увеличивать постепенно по мере возрастания интенсивности движения.

Метод постепенного улучшения применяют на суглинистых и глинистых грунтах земляного полотна, на песчаных грунтах он практически не применим. При устройстве дорог способом постепенного улучшения земляное полотно предварительно профилируют с приданием уклона 20—30‰, затем поверхность грунта уплотняют укаткой и только после этого вывозят добавки и ссыпают по оси дороги (при очень узком полотне на обочине), разравнивают по всей ширине или по ширине проезжей части слоем 3—8 см. Перед разравниванием сухой грунт земляного полотна необходимо увлажнить. После разравнивания грейдером добавки прикатывают за 2—3 прохода катка по следу, а в дальнейшем — путем регулирования движения. Добавки перемешивают с грунтом после распределения на всю необходимую ширину (грунт и добавки должны быть несколько влажными, но не мокрыми); предварительно необходимо сделать несколько проходов дисковой бороной для размельчения комьев, а затем завершить перемешивание проходами грейдера. При устройстве грунтощебеночных или грунтогравийных дорожных одежд способом постепенного улучшения по мере втапливания в грунт гравийных или щебеночных добавок добавляют новые порции этих материалов.

Уплотнение движением транспорта эффективно только при влажном состоянии земляного полотна. Сухой грунт не уплотняется, а намокший может быть полностью прорезан колесами.

Для улучшения местных суглинистых грунтов можно использовать различные местные строительные материалы: ракушку, шлаки, горелые породы, кирпичный бой и др. Однако из-за их слабого сопротивления износу желательно поверх покрытия создавать дополнительный слой износа толщиной 4—6 см из гравия, крупного песка или щебня. При использовании щебня из слабых пород, котельного шлака, горелых пород и кирпичного боя в нижнем слое можно допускать куски до 100 и в верхнем до 70—80 мм, так как уплотнение и раздавли-

вание кусков вызывает образование большого количества мелочи. В то же время при последовательной россыпи добавок (даже слабых пород) размер гравийного и щебеночного материала не должен превышать 40 мм. Ракушку обязательно следует смешивать с грунтом, а не использовать в виде отдельного слоя, так как она быстро измельчается. Щебень из опок, если не прикрыт грунтом, быстро выветривается и превращается в порошок. Основные металлургические шлаки лучше использовать отдельными слоями, без добавок грунта, чтобы использовать их способность цементироваться; куски шлака размером 20—25 см рассыпают в корыто слоем до 5 см и дробят трактором или катком с поливом водой. Котельный шлак применяют в смеси с суглинистым грунтом, обеспечивающим его связность; смесь укладывают в корыто и уплотняют катком с поливом водой.

УСТРОЙСТВО ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ГРАВИЙНЫХ И ЩЕБЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гравийные и щебеночные дороги обеспечивают круглогодовую эксплуатацию и возможность работы в неблагоприятных погодных условиях. Дорожные одежды из гравия на связных грунтах устраивают серповидного профиля по заранее спрофилированному и уплотненному земляному полотну. На дренирующих грунтах рекомендуется применять полукорытный профиль. В последнее время все более широкое распространение получает устройство гравийных и щебеночных дорог с корытным профилем на сплошном подстилающем песчаном слое с присыпными обочинами. Такая конструкция целесообразна при отсутствии каменных материалов. В случае устройства дороги из карьерных гравийных смесей без сортировки материала гравий с крупными фракциями необходимо укладывать в нижний слой, а более мелкий — в верхний. Гравийные дорожные одежды толщиной до 15—20 см отсыпают в один слой, большей толщиной — в 2 слоя с надежным уплотнением каждого; гравийные покрытия толщиной менее 8 см не применяют.

Гравийные дорожные одежды устраивают в определенной последовательности. Земляное полотно профилируют, затем при необходимости устраивают корыто, дно которого укатывают. В случае укладки слоя на земляное полотно при серповидном профиле дорожных одежд предварительно устанавливают колышки, показывающие требуемую толщину россыпи, которая равна толщине покрытия h, умноженной на коэффициент разрыхления 1,25. Подвозимый гравий отсыпают посреди дороги или на обочине с последующим распределением по полотну грейдером. Объем работ по разравниванию гравия можно сократить применением на самосвалах распределяющих устройств.

После разравнивания нижний слой подкатывают за 15—20 проходов по следу легкого катка или за 6—8 проходов катка на пневматиках. После подкатки нижний слой укатывают более тяжелыми катками. Если гравий укатывается плохо, следует добавить суглинок или 10—15% дробленого известняка. Добавляемый материал перемешивают с гравием и смесь снова профилируют. После первых проходов катка гравий необходимо поливать, но сильное увлажнение не допускается. Обычно требуется 6—10 л воды на 1 м^2, причем разливают ее в несколько приемов. Просадки или признаки колебания россыпи вместе с грунтом свидетельствуют об излишней влажности грунта земляного полотна. В этом случае укатку прекращают до просыхания грунтового основания.

Окончательно смесь укатывают металлическими катками тяжелого типа (за 12—15 проходов по одному следу), причем начинают от краев проезжей части; каждая последующая полоса должна перекрывать предыдущую на 25—30 см. Вес применяемых катков зависит от прочности каменного материала: для мягкого гравийного применяют более легкие катки, а для прочного — механические катки весом 7—12 т. При использовании моторных катков в целях экономии времени каждый проход по одной полосе должен осуществляться передним и задним ходом. Все переходы на последующую полосу выполняются только при переднем ходе катка. Появление при укатке волн свидетельствует об излишнем количестве в гравийной смеси мелкозема. Слой уплотнен хорошо, если отсутствует подвиж-

ность гравийных частиц и нет следа от прохода катка. Недостаточная укатка или без необходимого увлажнения приводит к быстрому разрушению покрытия. При устройстве 2-слойного покрытия для укатки верхнего слоя требуется меньшее число проходов катков: по 10—12 легкими и тяжелыми катками. Особенно быстрая и эффективная укатка достигается виброкатками.

Правильность продольного профиля гравийных дорожных одежд проверяют визирками, а ровность покрытия — 3-метровой рейкой; правильность поперечного профиля контролируют специальными шаблонами.

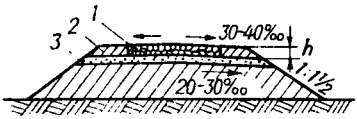


Рис. 17. Дорожные одежды с присыпными обочинами:

1 — покрытие из гравия или щебня; *2* — присыпные обочины; *3* — основание из слоя дренирующего материала (песка)

Устройство дорожных одежд из щебня несколько отличается от приведенной технологии. Из-за высокой его стоимости щебеночные покрытия всегда устраивают в корыте на дренирующем песчаном слое, уложенном на всю ширину земляного полотна с устройством присыпных обочин (рис. 17).

Если связность гравийного материала обеспечивается наличием в нем мелкоземных частиц, то в щебеночных одеждах связность и прочность слоя зависят от степени заклинивания каменного материала. В этом случае на уложенный слой щебня после подкатки, обжимки и уплотнения легкими и тяжелыми катками рассыпают клинец (15—25 мм) и укатывают тяжелыми катками за 10 проходов по следу. Затем подвозят каменную мелочь (5—15 мм), распределяют и укатывают тяжелыми катками.

Обычно степень укатки проверяют подкладыванием под каток щебенки размером 4 см; при недостаточной укатке она вминается, при достаточной раздавливается. Клинца и каменной мелочи требуется 10—12% объема щебеночного слоя; рассыпать их следует с применением навесных распределителей на самосвалах, что увеличивает производительность труда по сравнению с ручной работой в 8—10 раз и улучшает качество работы. По окончании работ на обочине следует оставлять небольшой запас щебня.

ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ ИЗ ГРАВИЯ И ЩЕБНЯ, ОБРАБОТАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Покрытия из гравия и щебня, обработанных вяжущим, являются наиболее прочными, долговечными и удобными, так как они не дают пыли и требуют минимальных работ по содержанию и уходу. Для обработки гравия и щебня применяют битумы марок СГ 40/70, СГ 70/30, МГ 40/70 и МГ 70/130, каменноугольные дегти марок Д-3 и Д-4. Рабочая температура разогретого битума 60—80° С; розлив производится из гудронатора.

Наиболее распространенным является способ смешения минерального материала с вяжущим на дороге. Он позволяет устраивать прочные долговечные дорожные одежды с широким применением местных материалов и использованием распространенных дорожных машин. Этот способ применяют также для усиления конструкции покрытий существующих дорог. Наиболее часто его используют при гравийном материале, а также при смешении местных грунтов и местных материалов пониженной прочности (дресва, ракушки, гравийно-песчаные смеси и др.) с битумом (дегтем) или битумными эмульсиями.

Для покрытий нельзя применять гравий размером больше 25 мм и щебень размером 40 мм, так как крупные фракции легко выбиваются колесами автомобилей, что вызывает появление выбоин. При использовании обычного карьерного гравия перед погрузкой на машину его нужно пропустить через решетку и отсортировать крупные фракции. Минеральный материал дозируют по объему, для чего после вывоза на дорогу самосвалами его грейдером или бульдозером сдвигают к оси дороги с созданием валика треугольного сечения (мерный валик). Обмерив сечение валика, проверяют количество действительно вывезенного материала.

Толщина слоя покрытия, устраиваемого способом смешения, обычно 5—6 и реже 8 см. Ниже такого слоя достаточно иметь основание из гравия, не обработанного вяжущим, или из укрепленного грунта. Профиль покрытия можно устраивать серповидным (при небольшой ширине дороги) и корытным. Валик из каменного материала перед розливом битума (дегтя, эмульсии) разравнивают на ширину, меньшую ширины будущего по-

крытия на 0,5 м или на ширину машин, которыми будет производиться перемешивание.

На гравийный (щебеночный) материал вяжущее разливают в несколько приемов. Перед розливом следует делать один проход дисковыми боронами или зубьями рыхлителя для образования на поверхности слоя ряда параллельных борозд, предохраняющих битум от стекания к обочинам.

В I и II дорожно-климатических зонах применять битумы класса МГ не следует. В южных районах для смешения вместо битума можно использовать тяжелые высокосмолистые нефти. Для лучшего прилипания битума к каменному материалу полезно добавлять древесный или торфяной деготь — 10—15% веса битума, количество которого соответственно уменьшается. Деготь выливают на гравийный материал до розлива битумов. Средняя норма расхода битума составляет 4—6% веса минерального материала, т. е. 4—6 л/м^2 покрытия толщиной 4—6 см. Битум разливают за 3—4 раза с нормой розлива 1—2,5 л/м^2 за 1 раз, причем при последнем розливе не более 1,5 л/м^2. Ширина розлива должна быть на 10—15 см меньше ширины подготовленного слоя.

Сразу после 1-го розлива начинают смешивать каменный материал с битумом. Для этого целесообразно использовать автогрейдер в сочетании с тяжелыми дисковыми боронами или дорожной фрезой (Д-530). Толщина обрабатываемого слоя при перемешивании дисковыми боронами должна быть не более 15, фрезами — не более 20 и грейдерами — до 25 см. Угол установки дисков при перемешивании после 1-го розлива 12—15°, после следующих 20—25°. К одному трактору можно прицеплять 2—3 дисковые бороны и после розлива вяжущего промежуточное перемешивание выполнять таким сцепом за 1—2 прохода сразу по всей ширине покрытия. При наличии фрез с шириной захвата 1,8—2,1 м промежуточное перемешивание следует выполнять за несколько круговых проходов.

После розлива всего битума (дегтя) окончательное перемешивание смеси осуществляется автогрейдером. Оно заключается в многократном переваливании смеси с одной стороны дороги на другую и сборе ее в валик с последующим разравниванием. Если начинается дождь, то смесь собирают в валик и дальнейшее пере-

мешивание прекращают. После перерыва смесь требуется просушить путем последовательного разравнивания и собирания в валик. Для окончательного перемешивания при обычной ширине лесных дорог достаточно сделать 8—10 проходов грейдером вместе с профилированием смеси. При использовании эмульсии число проходов сокращается в 1,5 раза. Нож грейдера при перемешивании устанавливают под углом 35—45° к оси дороги, он должен захватывать в глубину весь обрабатываемый слой. Всю работу по перемешиванию следует выполнить за 1—2 дня. Перемешивание целесообразно выполнять на участке длиной 500—800 м, при устойчивой погоде длина участка может быть большей.

Хорошая смесь имеет однородную окраску, а при использовании битумов — темно-коричневый цвет (с дегтем почти черный). В смеси не должно быть сгустков вяжущего. При сжатии в комок рукой она должна сохранять форму только до 1-го прикосновения, если комок не получается, значит в смеси недостает вяжущего.

Укатку лучше всего осуществлять катками на пневматических колесах. При использовании гладких металлических катков их поверхность во избежание прилипания надо смазывать соляровым маслом с водой. Укатку начинают с обочин: через 4—5 проходов катка по одному следу открывают движение, под воздействием которого слой окончательно уплотняется.

ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ ИЗ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ, УКРЕПЛЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫМИ И ОРГАНИЧЕСКИМИ ВЯЖУЩИМИ

Использование для дорожных одежд местных грунтов, укрепленных минеральными и органическими вяжущими, необходимо при отсутствии гравия и щебня, поскольку стоимость перевозки последних из других районов значительно повышает стоимость дорожных одежд. На дорогах общего пользования слои из грунта, укрепленного вяжущими, большей частью устраивают в основании, т. е. в нижних слоях дорожных одежд. В связи с незначительной интенсивностью движения их можно использовать и в качестве покрытий, но из-за недостаточной износоустойчивости по поверхности ук-

репленного грунта следует укладывать слой износа (обычно в виде поверхностной обработки).

Применение органических вяжущих. Для укрепления местных грунтов применяют дорожные битумы марок СГ 70/130, МГ 70/130, СГ 130/200, МГ 130/200 и каменноугольные дегти марок Д-2, Д-3 и Д-4. Медленногустеющие битумы применяют в южных районах страны. Для понижения вязкости органические вяжущие перед розливом подогревают до рабочей температуры 80—100° С, розлив производят из гудронатора. К влажным грунтам и каменным материалам битум не прилипает. Работы с битумом и дегтем можно выполнять только в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 10° С. На время дождей работу приостанавливают. С использованием битумных эмульсий, изготовляемых дорожными организациями, работу можно выполнять и при влажной поверхности минерального материала.

Технология устройства покрытия из грунтобитума аналогична используемой при устройстве покрытий методом смешения органического вяжущего с гравием или щебнем на дороге. Наиболее пригодны для укрепления битумом супесчаные грунты, оптимальные грунтовые смеси, пылеватые грунты и легкие суглинки. В III—V климатических зонах можно использовать и тяжелые суглинки, предварительно улучшенные добавками песка. При хорошем качестве строительства покрытия из грунтобитума выдерживают значительную интенсивность движения и достаточно долговечны.

Количество вяжущего устанавливают на основании лабораторных испытаний образцов грунта. Обычно для супесей требуется битума 5—8% (дегтя 6—9%), для суглинков соответственно 6—12% (7—14%) веса обрабатываемой части грунта. При использовании суглинков к грунтам следует добавлять 2—3% извести.

Лучшее перемешивание местного грунта с вяжущим достигается при использовании дорожной (или болотной) фрезы, хотя можно применять дисковые бороны и грейдеры. При наличии только грейдера требуется очень большое число проходов. Технология устройства покрытия приведена ниже.

1. Земляное полотно профилируют, при необходимости увлажняют и рыхлят грунт на глубину обработки. Если грунт земляного полотна непригоден для укреп-

ления органическими вяжущими, необходимы добавки улучшающего грунта (иногда самосвалами привозят требующийся грунт из ближайших карьеров); для определения его объема следует учитывать коэффициент уплотнения укрепляемого слоя (1,4—1,7). Добавки перемешивают с грунтом земляного полотна за 2—3 прохода фрезы по следу.

2. С помощью фрезы рыхлят и измельчают слой грунта до 18—20 см. На супесчаных грунтах скорость движения фрезы должна быть 0,25—0,3 и на суглинистых 0,1—0,15 км/ч. После измельчения грунта при необходимости вводят известь или раствор хлористого кальция.

3. Дорожная фреза с помощью дозировочно-распределительной системы распределяет органическое вяжущее, при этом всю норму вводят за один проход по полосе обработки. Перемешивание вяжущего с грунтом достигается за 2—3 прохода по одному следу со скоростью 0,3—0,5 км/ч. Если для перемешивания применяют фрезы без распределительного устройства, дисковые бороны или автогрейдер, то вяжущее разливают в несколько приемов с нормой розлива за один прием не более 3—3,5 л/м^2. При этом после каждого розлива вяжущего смесь перемешивают за 1—2 прохода фрезы или за 2—4 прохода других машин. Окончательно смесь перемешивают фрезой (2—3 прохода по следу) или автогрейдером (4—6 проходов). Достаточно перемешанная смесь должна иметь равномерный (коричневый) цвет, хорошо спрессовываться в комок в руке, не пачкая ее. Перемешивать вяжущее с грунтом следует при температуре воздуха 15° С и выше.

4. После окончательного перемешивания смеси профилируют дорожные одежды и укатывают слой грунтобитума. Если перемешивание производилось с битумной эмульсией при высокой влажности грунта, то предварительно смесь проходами фрезы или других орудий просушивают до оптимальной влажности, при которой ее следует уплотнять. Наиболее хорошо грунтобитум укатывается катками на пневматических колесах, но для их тяги необходимы колесные тягачи, а не гусеничные тракторы. Можно использовать и самоходные металлические гладкие катки. Достаточное уплотнение смеси достигается за 10—12 проходов катка по одному сле-

ду. Укатку следует начинать с обочин. Окончательно покрытие уплотняется и формируется под воздействием движения машин в течение 10—15 сут при хорошей погоде.

Толщину покрытий из грунтобитума указывают в проекте. Если общая толщина превышает 18—20 см, то покрытие делают 2-слойным, при этом слой 18—20 см целесообразно устраивать из грунтобитума, а над ним — слой меньшей толщины из более прочного и износостойкого материала. При корытном профиле поочередно устраивают слой за слоем. Нижний слой может быть из взрыхленного грунта земляного полотна, а верхний — из привозного.

Применение минеральных вяжущих. На лесохозяйственных и лесовозных дорогах все шире применяют цемент и известь, позволяющие создать прочный и дешевый материал для дорожных одежд. Грунтоцемент применяют в Горьковской обл., на Урале и в Коми АССР. Опыт устройства грунтоцементных покрытий на лесохозяйственных дорогах имеется в Подольском и Шаховском районах Московской обл.

Цементом и известью можно укреплять песчаные, супесчаные и суглинистые грунты. Гумусовые горизонты почв укреплять цементом нельзя. Чисто песчаные грунты стабилизировать цементом не рекомендуется из-за резкого повышения расхода цемента, а известью — в связи с тем, что получается недостаточно водоустойчивый материал. Укрепление глинистых грунтов возможно, но крайне затруднено, так как не обеспечивается равномерное перемешивание грунта с цементом или известью; при этом значительно повышается расход вяжущего (в 1,5—1,7 раза). Наименьший расход цемента или извести и наибольшая прочность обеспечиваются при создании оптимальной грунтовой смеси. Для укрепления грунтов цементом желательно вместе с водой вводить хлористый кальций (0,5—1% веса смеси), который ускоряет процесс твердения цемента и повышает морозостойкость укрепляемого грунта.

В случае, если гравийные и каменные карьеры далеко или этих материалов недостаточно, можно применять комбинированные дорожные одежды с основанием из грунтоцемента или грунтоизвести с относительно тонким слоем покрытия из гравийных или каменных материа-

лов. При выборе добавок и определении их дозировки следует учитывать местные условия, результаты лабораторных исследований и испытаний предварительно изготовленных образцов. Ориентировочные дозировки цемента следующие: для гравийных и грунтощебеночных смесей 4—6% веса укрепляемого грунта, для песков и легких супесей 5—8, тяжелых супесей и легких суглинков 8—10 и тяжелых суглинков 11—13%.

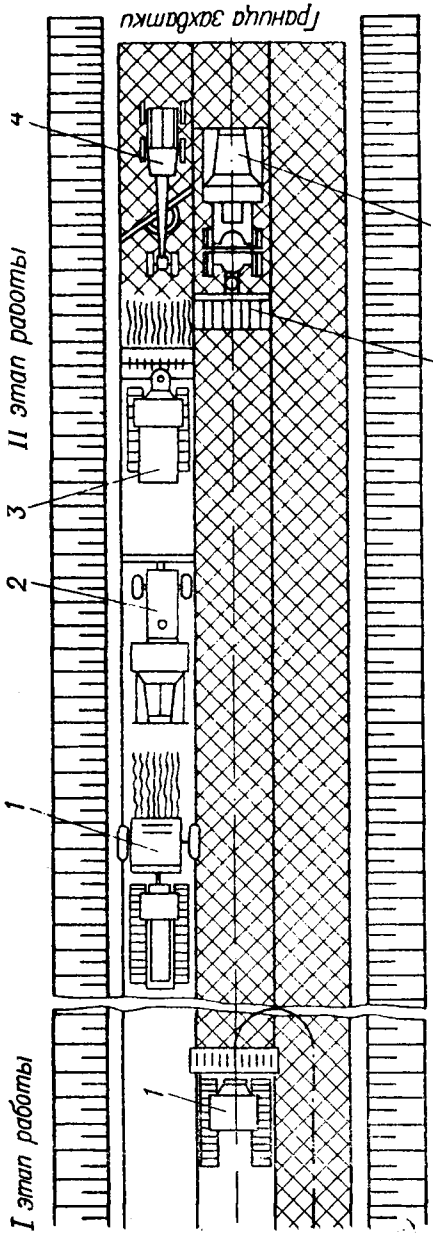
Как и при укреплении грунтов органическими вяжущими, лучшие результаты при перемешивании получают при использовании дорожной (или болотной) фрезы, поскольку в данном случае особенно большое значение имеет тщательность разрыхления грунта и перемешивания его с цементом. Наиболее удобно использовать при устройстве грунтоцементных покрытий и оснований дорожную фрезу Д-530 на тракторе Т-100 ГП, снабженном ходоуменьшителем, позволяющим осуществлять поступательное движение со скоростью 0,1—0,9 км/ч. Ширина полосы обработки фрезой 2,5 и глубина 0,25 м. Помимо этого, дорожные фрезы имеют битумные насосы для дозировки битума, воды или водных растворов.

Технология устройства грунтоцемента (грунтоизвести) приведена ниже (рис. 18).

1. Земляное полотно уплотняют и планируют. При корытном профиле вырезают корыто, уплотняют его дно и перемещают в него грунт с обочин, при необходимости его улучшают. Затем грунт доводят до оптимальной влажности.

2. Грунт размельчают на установленную проектом глубину обработки за 1—2 прохода фрезы по одному следу. Рыхление должно обеспечить содержание комков размером более 5 мм, не превышающее 10% обрабатываемого грунта. Тонкость измельчения грунта зависит от поступательной скорости фрезы, которая не должна превышать на тяжелых суглинках 0,1—0,2, на легких 0,2—0,3 и на супесях 0,3—0,6 км/ч. В жаркую погоду суглинистые грунты необходимо увлажнять за 6—12 ч до начала работ.

3. Вяжущее распределяют с помощью специальных прицепных распределителей цемента Д-343Б или Д-688. Их загружают из автоцементовозов, подающих цемент по шлангу в аэрированном состоянии в бункер распределителя. Производительность цементораспределителя



за смену до 120 т. При его применении получают ровную поверхность измельченного грунта; сошники заглубляются в грунт на 5—7 см. Если цементораспределителей нет, то цемент распределяют непосредственно из цементовозов. Во время перемешивания цемента с грунтом смесь необходимо дополнительно увлажнять. Для поливки используют дозировочно-распределительную систему дорожных фрез, автополивщик или любую цистерну с водой. При наличии двух фрез вслед за цементораспределителем первая перемешивает сухую смесь, а вторая увлажняет ее до оптимальной влажности и перемешивает.

Следует указать, что воды требуется довольно много (до 100—150 т/км). Увлажнение и перемешивание

Рис. 18. Технологическая схема устройства дорожных одежд из местного грунта, укрепленного цементом или известью:

1 — распределитель минерального вяжущего; *2* — автоцистерна с водой; *3* — дорожная фреза (Д-530); *4* — автогрейдер; *5* — автотягач; *6* — прицепной каток на пневматиках

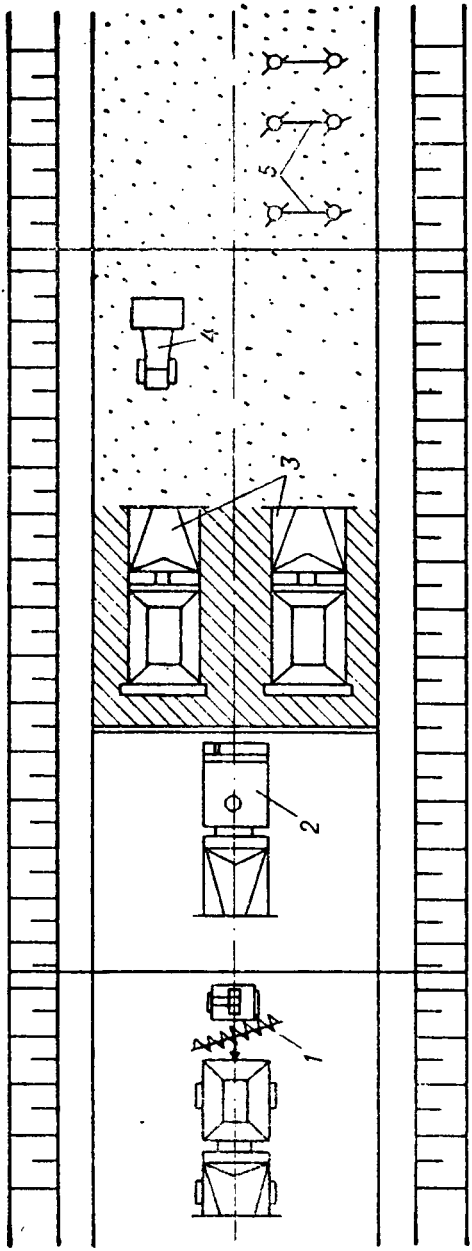
грунтоцементной смеси необходимы в течение 2—3 ч. Добавление к воде 0,5—1% к весу грунта хлористого кальция, сернокислого натрия или жидкого стекла ускоряет твердение, повышает морозостойкость и уменьшает испарение влаги. Поскольку дорожные фрезы лучше перемешивают смесь в продольном направлении, чем в поперечном, перемешанную за 1—2 прохода смесь следует дополнительно перемешать в поперечном направлении автогрейдером за 4—6 проходов.

4. Перемешанную и увлажненную смесь укатывают самоходными или прицепными катками на пневматиках весом 15—25 т. Требуемое уплотнение достигается за 10—14 проходов по следу. Время укатки не более 4 ч.

5. Осуществляют уход за грунтоцементным покрытием. Его существенной особенностью является то, что нельзя сразу открывать движение из-за недостаточной прочности. Для обеспечения нормальных условий твердения уплотненный слой грунтоцемента следует покрыть слоем разлитого битума (0,6—1,0 л/м^2), битумной эмульсии или другого пленкообразующего материала. При невозможности устройства водонепроницаемого слоя необходимо в течение 10—15 сут поливать покрытие водой из расчета 2 л/м^2·сут и для уменьшения ее испарения засыпать сверху слоем песка или опилок. Грунтоцементные покрытия можно устраивать при температуре выше 5° С; их устройство следует прекращать за 20—25 сут до наступления холодов.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА

Поверхностная обработка состоит в том, что на укатанное и подготовленное, очищенное от пыли дорожное покрытие разливают тонким слоем горячий битум, по которому распределяют каменную мелочь (или крупный песок). Толщина одиночной поверхностной обработки 1—1,5 и двойной 2,5—4 см. На поверхности дороги создают ровный водонепроницаемый слой с достаточной сопротивляемостью износу и шероховатой поверхностью, обеспечивающей хороший тормозной эффект. Для поверхностной обработки применяют вязкие битумы БНД 130/200 и БНД 200/300, имеющие рабочую температуру 90—150° С, и жидкие битумы МГ 130/200 и СГ 130/200, разогреваемые до температуры 80—100° С.



Технология производства одиночной поверхностной обработки включает следующие операции (рис. 19): подготовку поверхности покрытия для поверхностной обработки (ремонт, исправление поперечного профиля и очистка поверхности от грязи и пыли); предварительный розлив жидкого вяжущего (0,5—0,8 л/м²) на покрытие, устроенное без применения черных вяжущих; основной розлив вяжущего по поверхности покрытия с расходом битума (дегтя) 0,7—2,4 л/м²; россыпь в разлитый слой горячего битума минеральных материалов размером 3—15 мм (мелкий щебень, гравий, крупный песок); укатку слоя поверхностной обработки.

Покрытия, на ко-

Рис. 19. Технологическая схема производства одиночной поверхностной обработки:

1 — механическая щетка; *2* — автогудронатор; *3* — автосамосвалы с навесными распределителями; *4* — каток; *5* — переносные заграждения

торых предполагается поверхностная обработка, не должны иметь поперечных уклонов свыше 30‰, при большем уклоне их необходимо смягчить с использованием, например, смеси песка с битумом. Покрытия перед поверхностной обработкой следует очистить механическими щетками, подметально-уборочными или поливочно-моечными машинами (2—3 прохода). Покрытия из укрепленных грунтов очищают от комков и пластов засохшей грязи проходами легких грейдеров, при этом металлические щетки следует применять очень осторожно, чтобы не повредить верхний слой укрепленного грунта.

Особенно тщательной очистки требуют поверхность и швы мостовых. На поверхности покрытий, устроенных без черного вяжущего (в частности, гравийных), почти всегда остается некоторое количество пылеватых частиц, которые могут вызвать отслаивание поверхностной обработки от покрытия. Во избежание этого следует создавать слой контакта в виде предварительного розлива, который по возможности лучше делать за 1—2 сут до основных работ. При этом жидкие битумы в теплую погоду можно применять без подогрева. Примерный расход минерального материала и рекомендуемые размеры фракций приведены в табл. 3.

Таблица 3

Вид поверхностной обработки	Рекомендуемые фракции для россыпи, мм	Примерный расход щебня, м³/100 м²	Расход битума или дегтя, л/м²
Предварительный розлив . .	—	—	0,5—0,8
Поверхностная обработка при толщине слоя, см:			
одиночная			
0,5	2—5	0—65	0,7—0,8
1,0	10—15	1,55	1,2—1,3
1,5	15—20	2,55	1,6—1,8
2,0	15—25	2,70	2,1—2,4
двойная			
1,5	10—25	2,3—2,7	1,7—1,9
2,0	15—25	2,5—3,0	2,3—2,6

Вяжущие обычно разливают автогудронатором. Перед розливом их подогревают до рабочей температуры, указанной выше. Через 20—30 мин после розлива слой

жидкого битума или дегтя следует засыпать минеральным материалом, в качестве которого лучше всего применять щебень из твердых пород камня; хуже — гравий и крупный песок.

В условиях лесхозов (леспромхозов) приходится применять любой прочный материал, включая дробленые доменные шлаки. Наибольший размер частиц не должен превышать толщину слоя вяжущего более чем на 5 мм. Если сразу после укатки слоя износа идет дождь или наступает похолодание, участок следует закрыть для движения до полного просыхания и последующей укатки. Для лучшего прилипания битума к минеральному заполнителю следует добавлять 1—3% гашеной извести. Минеральный материал удобно рассыпать с помощью навесных распределителей к самосвалам или имеющихся в совхозах, колхозах и отделениях «Сельхозтехники» распределителей минеральных удобрений.

Автомобиль с минеральным материалом должен двигаться задним ходом, при этом колеса должны находиться на рассыпанном слое каменной мелочи. Сразу после распределения минерального материала (до застывания вяжущего) начинают укатку. Обычно используют достаточно тяжелые катки (5—8 т), однако они не должны раздавливать куски минерального материала; при использовании слабых материалов укатку следует выполнять более легкими катками. Хорошие результаты получают при работе катков на пневматиках (любого веса). Окончательную укатку и формирование слоя поверхностной обработки осуществляют под воздействием движущихся машин примерно в течение месяца. При двойной поверхностной обработке после укатки 1-го слоя все остальные операции повторяют.

СТОИМОСТЬ И ТРУДОЕМКОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

Технико-экономические показатели строительства лесохозяйственных дорог в реальных условиях колеблются в значительных пределах. Они зависят от грунтовых условий района, климатических факторов, обеспеченности дорожно-строительной техникой и от уровня организации работ. В табл. 4 приведены данные стоимости 1 км лесохозяйственных дорог по материалам Союзгипролесхоза.

Таблица 4

Показатель	Тип дороги	
	I	II
Гравийная дорога:		
объем земляных работ, м³	5300,0	3100,0
стоимость при подвозе гравия на 6—15 км, тыс. руб.	12,6	9,9
объем земляных работ, м³	6500,0	4900,0
стоимость при подвозе гравия на 6—15 км, тыс. руб.	13,3	10,2
объем земляных работ, м³	8000,0	5500,0
стоимость при подвозе гравия на 6—15 км, тыс. руб.	18,7	14,8
Дорога с покрытием из грунта, укрепленного органическим вяжущим:		
расход битума, т	156,0	124,0
стоимость, тыс. руб.	21,2—21,9	16,6—16,9
Стоимость дороги с покрытием из грунта, укрепленного цементом, тыс. руб.	19,0—19,7	15,4
Стоимость дороги с покрытием из местного грунта, укрепленного добавками гравия, тыс. руб.	6,3	6,3
Стоимость дороги, укрепленной местным грунтом, тыс. руб.	6,1—6,4	6,1—6,4

Примечание. Стоимость дорог III типа (грунтовой в пересеченной местности и грунтовой профилированной) составляет соответственно 11,2 и 2,7 тыс. руб.

Таблица 5

Вид дорожных одежд	Тип дороги	Рельеф	
		равнинный	пересеченный
Гравийные	I	307	523
Гравийные	II	242	445
Грунты, укрепленные битумом	I	298	514
	II	236	439
Грунты, укрепленные цементом	I	286	502
	II	226	429
Грунты, улучшенные добавками гравия	III	194	397
Грунты, улучшенные добавками местных грунтов	III	194	397
Профилированные дороги без укрепления проезжей части	III	113	—

Объем трудозатрат на строительство дороги зависит от рельефа, грунтовых условий, наличия вида и состояния техники и пр. В табл. 5 приведены сравнительные данные по трудоемкости строительства дорог (в человеко-днях) различных типов и в различных условиях.

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Постоянное воздействие колес приводит к постепенному накоплению различных дефектов, а затем и к разрушению дорожных одежд или верхнего слоя. По мере износа толщина дорожных одежд может оказаться меньше требуемой. В этом случае на поверхности покрытия образуются просадки, впадины, колеи, проломы. Гравийные лесохозяйственные дороги изнашиваются на 2—7 мм в год в зависимости от прочности гравия, щебеночные — на 5—8 мм. Износ крупноскелетного покрытия из средних известняков и однородных горелых пород такой же, как на гравийных дорогах. При использовании котельного шлака, ракушки, неоднородных горелых пород износ значительно выше и для кирпичного щебня доходит до 25 и котельного — до 50—60 мм. При 1 мм износа потеря дорожного материала на 1 км составляет столько кубометров, сколько метров ширины имеет дорога.

Просадки и впадины образуются из-за местного снижения прочности грунта основания обычно вследствие переувлажнения весной и образования пучин в зимнее время. Причинами образования просадок являются недостаточное уплотнение земляного полотна при строительстве и движение тяжелых автопоездов, на воздействие которых дорога при проектировании не рассчитывалась. Колеи образуются на плохо укатанных дорожных одеждах от местного уплотнения, вызванного систематическим движением колес по одному следу. Под воздействием движения колес с колеблющимся на рессорах грузом на покрытии возникают выбоины и волнистости. На развитие неровностей оказывают влияние и климатические факторы, которые способствуют ослаблению связанности и прочности дорожных одежд. Так, вследствие насыщения влагой осенью и замерзания в начале зимы камни слабых пород разрушаются, что приводит к ослаблению дорожных одежд. При воздействии колес на

проезжую часть наблюдаются истирание, раздавливание, разбивание, сдвиг частиц и даже вырывание отдельных частиц и разуплотнение покрытия. В результате воздействия всех факторов дорога постепенно разрушается, если не проводят своевременно ремонты.

Проезжая часть неулучшенной грунтовой дороги состоит из того же грунта, что и земляное полотно, но более уплотненного под действием движения. В сухую погоду такое полотно изнашивается с интенсивным образованием пыли, а во время дождя размывается водой, под действием автотранспорта на поверхности образуются колеи. Дороги с проезжей частью из грунта, укрепленного какими-либо добавками, также имеют недостаточную износостойкость, поскольку и на них образуются колеи и выбоины, хотя и в меньшей степени.

Содержание и ремонт грунтовых дорог предусматривают в основном следующие мероприятия: выравнивание поверхности дорожного полотна с целью восстановления поперечного профиля, обеспечивающего скат воды и создание ровной поверхности; улучшение проезжей части путем введения различных добавок или смешения грунта с вяжущим; обеспыливание.

Выравнивают поверхность грунтовой дороги грейдерами, а при их отсутствии — металлическими утюгами в виде двух металлических ребер, буксируемых за машиной. При частых и своевременных утюжках летом грунтовую дорогу можно поддерживать в ровном состоянии. Утюжку следует производить в тот момент, когда грунт после увлажнения (дождя) начинает просыхать, но еще свободно срезается и передвигается утюгом, не прилипая к нему. Этот способ позволяет устранить только небольшие неровности. Восстановить поперечный профиль и уничтожить глубокие колеи, ямы и выбоины можно только грейдером. Планировку и профилировку грейдером выполняют при более сухом состоянии грунта, но влажность должна быть достаточной для свободного срезания и перемещения его по ножу грейдера. При углублении колеи до 3—4 см планировку поверхности дороги целесообразно осуществлять грейдером.

Высокая запыленность воздуха снижает скорость движения и вызывает износ двигателей, трансмиссии и ходовых частей автомобилей. Пыльность дорог в лет-

нее время можно устранить или значительно снизить обработкой грунтовой поверхности различными материалами. Наиболее эффективным и часто применяющимся является хлористый кальций, который разливают в виде 20—30%-ного раствора или распределяют в виде порошка. Расход соли составляет 0,5—1 кг/м^2 при первичной обработке и 0,2—0,5 кг/м^2 при последующих. Срок действия обеспыливания составляет 2—2,5 месяца. Хороший обеспыливающий эффект дает обработка грунтовой поверхности сульфитно-спиртовой бардой и сульфитно-целлюлозными щелочами.

Щелок предварительно нейтрализуют добавкой 0,6% (по весу) извести и разливают в норме 2—3 л/м^2. Обработанная поверхность становится более твердой и блестящей. При небольших дождях сульфитный щелок растворяется, но по мере просыхания дороги вновь затвердевает. Он полностью вымывается только при продолжительных дождях. Сульфитно-спиртовую барду применяют в виде жидкого 30%-ного концентрата и при первом розливе расходуют в количестве 1,5 л/м^2 (при последующих 1 л/м^2). В порошкообразном виде барду рассыпают из расчета 0,5 л/м^2. Как и щелок, барда постепенно растворяется в воде, и обеспыливающий эффект снижается. Для обеспыливания можно использовать также сырую нефть. Рекомендуемая норма розлива нефти 2 л/м^2; срок обеспыливающего действия 30—60 сут.

Содержание и ремонт гравийных покрытий во многом аналогичны содержанию и ремонту грунтовых дорог. Под действием движения на гравийных дорогах возникают волны, гребенки, колеи, выбоины. Следовательно, и в этом случае основные работы заключаются в восстановлении ровности покрытия. Первую профилировку и планировку гравийных дорог осуществляют весной, как только дорожные одежды оттаивают на 15—20 см, затем рассыпают гравий для возмещения износа; особенно это необходимо при недостаточной толщине дорожных одежд. Тщательную профилировку осуществляют перед окончательным высыханием покрытия для устранения всех колей и неровностей. В течение лета профиль покрытия искажается; для его восстановления гравийную кору вскирковывают, а затем грейдером профилируют.

Ниже приведены некоторые характерные неисправности и способы их устранения.

Зачастую появляются катающиеся на поверхности или выступающие из покрытия крупные камни щебня или гравия. Такое явление наблюдается в тех случаях, когда в верхнем слое гравийного материала имеются крупные частицы — более 25—30 мм. В целях борьбы с катуном сверху укладывают дополнительный тонкий слой одежды из мелкого гравия, желательно из оптимальной смеси.

Расстройство поверхности в сухую погоду свидетельствует о недостатке в гравии связующего материала, т. е. глинистых частиц. Для борьбы с таким явлением лучше всего полить поверхность гравийного материала 3%-ным раствором хлористого кальция, который увеличивает связность и уменьшает пылеобразование. Можно также вскирковать верхний слой и внести в него небольшую добавку (5—7% веса слоя) суглинистого грунта, а затем гравийные одежды снова укатать во влажном состоянии.

Накатка мелкой волнистости на поверхности обычно свидетельствует об избытке мелких частиц или округлого материала в гравийном слое. Для борьбы с таким явлением следует вскирковать слой и добавить в гравий более крупные (10—20 мм) частицы угловатой неокатанной формы или срезать гребни и сделать профилировку поверхности.

Если во время дождя поверхность гравийной дороги затягивается тонкой пленкой глинистого раствора, то это указывает на избыток в гравийном материале мелких грунтовых частиц — пылеватых и глинистых. В этом случае лучше всего вскирковать верхний слой и добавить свежегашеную или негашеную известь в количестве 3% веса обрабатываемого слоя.

Сухие проломы коры свидетельствуют обычно о недостаточной для автопоездов толщине покрытия. Следовательно, необходимо увеличить толщину гравийного слоя. Крупные просадки и волны при достаточной толщине покрытия свидетельствуют о плохом уплотнении насыпи или о наличии в теле насыпи грязевых мешков. В этом случае необходимо проверить достаточность высоты насыпи над уровнем грунтовых вод и обеспеченность водоотвода, а также доуплотнить покрытие укаткой тяжелыми катками на пневматиках. Если крупные просадки и волны появляются вновь, то необходимо сделать в насыпи поперечные прорези для ее просушивания, заложить внутрь прорезей фашины и закрыть их сухим грунтом, восстановить покрытие.

Местные разрушения покрытия с образованием ям свидетельствуют о плохом перемешивании смеси, а на щебеночных дорогах — о плохом расклинивании щебня. В этом случае выполняют ямочный ремонт: из ям удаляют грязь и осуществляют раскирковку гравия или щебня, причем яме придают отвесные стенки. Полученный при раскирковке материал укладывают на дно, а сверху добавляют завезенный гравий требуемого состава. Слой уплотненного материала в яме должен быть на 1—2 см выше покрытия с учетом последующего доуплотнения.

Обеспыливание гравийных дорожных одежд проводят теми же материалами, что и грунтовых дорог.

Ремонт дорожных покрытий из укрепленного и ста-

билизированного грунта большей частью сводится к ремонту поверхностной обработки. В распоряжении ремонтной бригады должен быть передвижной (прицепной) битумный котел для разогрева битума до рабочей температуры. Разрушенный слой поверхностной обработки раскирковывают, удаляют пыль и грязь; выбоину смазывают горячим битумом по норме 0,5—0,8 л/м^2.

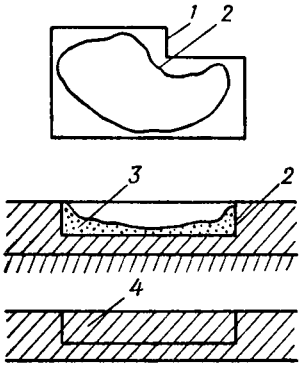


Рис. 20. Ямочный ремонт повреждений покрытия:

1—контуры раскирковки; *2*—*2* — контур разрушения в плане; *3* — удаляемый материал; *4* — новый материал

После высыхания слоя контакта повторно разливают битум и рассыпают на него мелкий каменный материал для образования слоя поверхностной обработки; технология та же, что и при устройстве новых слоев.

При разрушении слоя грунтоцемента или грунтобитума раскирковывают участок дорожных одежд и придают ямам в плане прямоугольную форму (рис. 20), дно и стенки очищают от пыли и мелочи и заполняют новой грунтоцементной или грунтобитумной смесью. Если в покрытии присутствует грунтоцемент или грунтоизвесть, то необходима передвижная, смонтированная на автомашине бетономешалка для приготовления смеси грунта с цементом или известью; смесью заполняют образовавшиеся ямы и выбоины. При наличии грунтобитума смесь можно приготовлять на месте, но в этом случае требуется передвижной котел для разогрева битума.

СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ЛЕСХОЗОВ (ЛЕСПРОМХОЗОВ)

В лесхозах (леспромхозах) в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства работы по содержанию и ремонту лесохозяйственных дорог возглавляет дорожный мастер, работающий под руководством главного инженера. При большом протяжении дорог в штате может быть несколько дорожных мастеров, которые подчиняются непосредственно начальнику дороги. Протяжение дороги, находящейся в ведении одного дорожного мастера (дорожный мастерский участок), составляет 25—30 прив. км. При этом 1 км магистрали принимают за единицу, 1 км внутренних дорог (веток) — за 0,7—0,5 км в зависимости от интенсивности движения.

Дорожному мастеру подчиняется комплексная механизированная бригада из 5—7 человек, снабженная необходимой техникой. Для отдельных работ бригаду можно разбивать на 2 звена, но основной объем выполняет вся бригада. При разбивке бригады на звенья одно из них может выполнять патрульную планировку с уборкой посторонних предметов с проезжей части, другое — сосредоточенную работу. Для успешного использования механизмов рабочие должны осваивать смежные профессии и уметь управлять автомашиной, трактором и дорожными машинами. В весенний период в распоряжение дорожного мастера следует выделять дополнительных рабочих.

Примерный перечень машинного оборудования для содержания и ремонта лесохозяйственной автомобильной дороги включает автогрейдер (или прицепной), 2—4 самосвала, грузовой автомобиль, трактор типа Т-100 ПГ с навесным бульдозером (лучше с навесным бульдозером, канавокопателем и корчевателем — агрегат КБК), каток на пневматиках 10—15 т прицепной (при наличии щебеночной дороги металлический, моторный), трактор «Беларусь» с комплектом дорожного оборудования, снегоочиститель плужный или снегороторный в зависимости от объема снежных заносов, прицепной разогреватель битума при наличии черных покрытий или передвижную бетономешалку и мотобетонолом, если дорога из железобетонных плит или из грунтоцемента.

Затраты на содержание лесохозяйственных дорог зависят от объема вывозки древесины, а точнее — от объема перевозки различных грузов. В табл. 6 приведены нормы затрат на текущий ремонт и содержание лесохозяйственных дорог, в рублях на 1 км.

Таблица 6

Вид дороги	Объем вывозки древесины, тыс. м³					
	10	20	30	50	75	100
Гравийная	236,6	243	249,9	263,3	280,0	296,6
Из грунта, укрепленного или стабилизированного вяжущими	128,0	134	138,5	146,9	157,4	167,1
Из грунта, улучшенного добавками	249,8	251	261,7	282,5	308,6	—
Грунтовая профилированная	197,2	206	215,8	—	—	—

Объем и характер всех работ, связанных с ремонтом дороги, планируют на двухнедельный срок на основе ведомости дефектов, которую составляет дорожный мастер и утверждает главный инженер предприятия или начальник дороги. Ведомость дефектов приведена ниже.

Ведомость дефектов по . . . . . дороге

по состоянию на . . . . . 19 . . . г.

Пикеты плюсы, км	Краткое описание состояния дороги и характер обнаруженных неисправностей	Характер и вид необходимых работ, машины и инструменты		Объем и ориентировочная стоимость работ		
				единица измерения	количество	стоимость, руб.

Содержание дороги бригадно-механизированным способом позволяет организовать труд на современной технической основе, быстрее освоить новые дорожно-строи-

тельные машины, повысить качество и снизить стоимость работ, сократить сроки их выполнения.

При необходимости капитального и среднего ремонтов дороги на их проведение составляют специальную смету также на основании дефектной ведомости.

К среднему ремонту относятся работы, при выполнении которых существенно улучшаются эксплуатационные качества дороги: восстановление изношенного покрытия и водоотвода, укрепление размываемых откосов земляного полотна, ремонт мостов и труб. Средний ремонт выполняют обычно на участках значительного протяжения (несколько километров) на основании данных весеннего обследования дороги.

Капитальный ремонт включает все работы по усилению и восстановлению основных элементов дороги и искусственных сооружений и предусматривает значительное повышение их технических качеств. В этом случае восстанавливают не только покрытие, но и дорожные одежды целиком или значительно их усиливают. Для выполнения капитального ремонта хозяйственным способом необходимо создание специального дорожно-строительного участка.

На лесохозяйственных дорогах нет нормативных документов, устанавливающих межремонтные сроки. Минавтошосдор РСФСР принял следующие межремонтные сроки: для гравийных и щебеночных дорог без вяжущих между средними ремонтами 3 года и между капитальными 9 лет; для гравийных и щебеночных дорог с черными вяжущими соответственно 4 года и 12 лет. В связи с незначительной интенсивностью движения на лесохозяйственных дорогах межремонтные сроки должны быть много больше: для грунтовых дорог, улучшенных скелетными добавками, между средними ремонтами 4—5 и между капитальными 7—9 лет; для гравийных соответственно 5—6 и 12—15 лет.

СЕЗОННЫЕ РАБОТЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ И РЕМОНТУ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

В весенний период требуются большие дорожные работы, связанные с необходимостью пропуска воды через искусственные сооружения и обеспечения просыха-

ния земляного полотна и дорожных одежд. До таяния снега из отверстий труб вынимают щиты, осматривают отверстия и скалывают лед, чтобы обеспечить их работу по пропуску воды полным сечением. Грейдером или канавокопателем прочищают снег в кюветах, нагорных и продольных водоотводных канавах. Очень важно очистить от снега обочины и откосы насыпей и выемок с освещаемой солнцем стороны для более быстрого их прогревания и, следовательно, просыхания земляного полотна.

По мере стаивания снега необходимо тщательно осматривать все элементы дороги и очищать их от воды и грязи. Особого внимания требует пропуск паводковых вод и ледохода под мостами. После пропуска паводка следует осмотреть мостовые сооружения, определить объем работ, необходимых для приведения их в нормальное состояние. Для предупреждения катастрофических последствий подмыва опор моста во время паводка необходимо систематически измерять глубину воды шестом и при угрозе подмыва производить засыпку камнями или мешками с грунтом.

Зимой на дорожных покрытиях могут образоваться пучины, проезд по которым в весеннее время приводит к значительным поломкам дорожных одежд. Поэтому участки, на которых весной оттаивают пучины, следует закрывать деревянными щитами или толстым (20—25 см) слоем хвороста. После пропуска паводка ликвидируют промоины, сплывы, просадки и оползни. Подсыпаемый грунт должен быть примерно того же вида, что и грунт земляного полотна.

В конце весеннего периода восстанавливают поперечный профиль заплывших или заросших водоотводных канав, наносы в кюветах прочищают грейдерами или канавокопателями, а в нагорных канавах в некоторых местах вручную.

В летний период выполняют все основные ремонтные работы. Объем работ по содержанию дорог зависит главным образом от интенсивности движения и периодичности дождей. Работы по содержанию заключаются в периодической утюжке и профилировании, которые проводят в конце дождливых периодов при влажном, но просыхающем грунте. Содержание земляного полотна летом заключается в планировке откосов, вырубке

кустарника и скашивании травы на откосах и обочинах, а также в уходе за кюветами, нагорными и водоотводными канавами. Застой воды в резервах и кюветах свидетельствует о неудовлетворительном содержании дороги.

В противопожарных целях дорожное полотно следует очищать от всех горючих материалов и, в частности от сухой травы. Случайно оказавшиеся на обочине лесоматериалы необходимо убирать, а сами обочины прочищать грейдером. Хороший противопожарный эффект дает проход грейдером или бульдозером по дну резервов.

В летний период ликвидируют пучинистые участки, уширяют дороги, укрепляют откосы выемок, насыпей и канав, устраивают водобойные колодцы, улучшают дорожные одежды (при переводе в более высокую техническую категорию), выполняют мероприятия по борьбе с пылеобразованием, приводят в полную исправность мосты, трубы, переезды и дорожные знаки. Если в весенний период многие работы носят характер экстренных и неотложных, то в летний период работы носят плановый характер.

В осенний период большое количество атмосферных осадков приводит к излишнему увлажнению земляного полотна и постепенному размоканию грунта. Этот период характеризуется ухудшением состояния дорожных одежд, поэтому необходимо обращать внимание на образование колей и своевременно спускать дождевые воды с поверхности покрытий. Особенно важно не допускать нарушений работы водоотводных канав и очищать поверхности от грязи. Для утюжек и профилирования следует использовать все перерывы. Необходимо выровнять поверхность дороги и придать ей необходимый профиль в момент замерзания грунтов полотна, чтобы снег упал на ровную дорогу. Это обеспечит весной быстрое ее просыхание.

Осенью необходимо хорошо подготовить дорогу к зиме. На заносимых местах заблаговременно до замерзания грунта следует забить колья для снегозащитных щитов, на подъемы вывезти кучи мелкого шлака или каменных материалов для посыпки поверхности дорожного полотна при гололеде, своевременно подготовить машины для борьбы со снежными заносами.

СОДЕРЖАНИЕ ДОРОГ ЗИМОЙ

В зимний период основным видом работ по содержанию дорог является борьба со снегом и гололедом. Поскольку зимой движение по лесохозяйственным дорогам значительно сокращается, необходимо предварительно выяснить, какие дороги не потребуются, чтобы не расчищать их от снега.

Для уменьшения пучинообразования желательно на направлениях, по которым зимой вывозят древесину, также не пользоваться дорогой, а устраивать проезды по грунту, расчищенному от снега, или по параллельным просекам.

Для обеспечения безаварийного движения зимой, особенно во время оттепелей, необходимо на уклонах, поворотах и перекрестках создать запасы материалов, уменьшающих скольжение: мелкого гравия, золы, шлака или песка. Их средний расход 0,2 $м^3$ на 1000 $м^2$ поверхности дороги. Если такие материалы и не рассыпаны вовремя, то водители машин могут сами ими пользоваться.

В зимний период можно вывозить древесину с участков, к которым не проложена дорога, и с заболоченных участков или находящихся за болотами. В этом случае нужно заранее наметить трассу временной зимней дороги и для ускорения промерзания сделать предварительную проминку тракторами. Если несущая способность болот недостаточна, на их поверхность укладывают поперек тонкомерную древесину на расстоянии 0,4—0,6 м друг от друга, делают проминку, а после промерзания полотно прочищают бульдозером.

Наибольшую опасность для дорог зимой представляют метели, которые образуют снежные заносы на открытых, незащищенных участках дорог, особенно в январе и феврале. Участки дорог, проходящие по лесу, в большинстве случаев снегом не заносит, но в сосновых борах после заноса подроста могут появиться снежные заносы на дорогах. Особенно опасны в этом отношении пересечения дорог с поперечными просеками и вырубками, большие поляны и болота. Участки дорог, проходящие по полям, также необходимо обезопасить от заносов. Толстый слой снега значительно затрудняет или даже прерывает движение по дорогам.

Так, при слое 10 см скорость движения снижается до 10—15 км/ч, при слое 15—20 см — до 5—10 км/ч, а при слое толщиной более 25 см способны проходить только машины повышенной проходимости. Наиболее заносимыми участками являются мелкие выемки (до 2 м), участки, проходящие на уровне поверхности земли (нулевые места), и небольшие насыпи — высотой меньше толщины снега.

На заносимых местах для защиты от снега следует высаживать зеленые снегозащитные насаждения. Устройство, установка и содержание в течение года планочных снегозащитных щитов по стоимости равны устройству 1 км 10-рядной защитной полосы и уходу за ней в течение 5 лет. Тем не менее на участках, не обеспеченных естественными условиями или посадками от заноса снегом, необходимо устраивать снегозащитные изгороди из переносных планочных решетчатых щитов, которые задерживают в 1,5 раза больше снега, чем сплошные. Линию из решетчатых щитов устанавливают вдоль дороги на расстоянии, в 12—15 раз превышающем их высоту. Если снежный вал между щитами и дорогой достигает высоты, равной $^2/_3$ высоты щита, их переносят на гребень наиболее высокого из валов. В лесхозах (леспромхозах) всегда должен быть запас щитов для быстрой установки с целью предотвращения заноса дороги. При отсутствии щитов и постоянных заграждений можно проходами бульдозера создать параллельно дороге снежные выемки, перехватывающие переносимый поземкой снег, и этим предотвратить занос дороги. Но следует иметь в виду, что такие выемки быстро заносит снегом и их надо периодически подновлять.

Для предохранения дороги от заноса снегом предусматривают патрульные проходы автомашин с подвешенным впереди отвалом; заранее подготовленные автомобили с плужными снегоочистителями выходят на дорогу и, двигаясь с большой скоростью (40—60 км/ч), очищают ее от снега. При малой интенсивности движения на лесохозяйственных дорогах патрульная снегоочистка не всегда экономически оправдана, поэтому широко применяют бульдозеры с поворотным отвалом или автогрейдеры. Чтобы снегоочистители были хорошо заметны во время метелей, их следует окрашивать в яркие цвета — красный или желтый. При больших заносах (толщина снега более 1 м) применяют роторные снегоочистители.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анучин Н. П. Лесоустройство. Л., Гослесбумиздат, 1962. 175 с.

Ильин Б. А., Корунов М. М., Кувалдин Б. И. Проектирование, строительство и эксплуатация лесовозных дорог. М., «Лесная промышленность», 1971. 575 с.

Ильин Б. А. и др. Сухопутный транспорт леса. М., «Лесная промышленность», 1973. 383 с.

Иванов Н. Н. и др. Строительство автомобильных дорог. М., «Транспорт», 1969. 411 с.

Калашников А. П. Эксплуатация автомобильных лесовозных дорог. Петрозаводск, «Карелия», 1973. 110 с.

Кротов В. Р., Торгонский М. Н. Организация строительства лесовозных дорог. М., Гослесбумиздат, 1962. 265 с.

Кишинский М. И. и др. Эксплуатация и ремонт лесовозных дорог. М., «Лесная промышленность», 1964. 400 с.

Кувалдин Б. И., Ионов Б. Д. Дороги в лесхозах. М., «Лесная промышленность», 1967. 260 с.

Леонович И. И., Оковитый А. Л. Эксплуатация лесных дорог. М., «Высшая школа», 1972. 448 с.

Лифшиц Б. А., Шувалов Н. В. Справочник мастера по ремонту и содержанию дорожных покрытий. М., Издательство литературы по строительству, 1967. 141 с.

Некрасов В. К. Эксплуатация автомобильных дорог. М., «Высшая школа», 1970. 239 с.

Першин М. Н. и др. Обеспыливание автомобильных дорог и аэродромов. М., «Транспорт», 1973. 147 с.

Нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели по автомобильному транспорту предприятий лесного хозяйства. М., Союзгипролесхоз, 1974. 185 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие 3
Дорожная сеть в лесном массиве 4
Основные виды лесных дорог и их особенности . . . 4
Размещение дорожной сети в лесном массиве 7
Основные элементы дороги 9
План и продольный профиль дороги 12
Основные нормы и технические требования к лесохозяйственным дорогам 17
Технико-экономические показатели лесохозяйственных дорог 20
Устройство и содержание землякого полотна лесохозяйственных дорог 21
Технические требования к земляному полотну. Типовые поперечные профили 21
Подготовительные работы и разбивка земляных работ . 26
Технология устройства насыпей и выемок 31
Содержание и ремонт земляного полотна 40
Устройство и содержание водопропускных сооружений . . 43
Основные виды и типовые проекты водопропускных сооружений 43
Постройка водопропускных сооружений 49
Содержание и ремонт водопропускных сооружений . . 53
Дорожные одежды на лесохозяйственных дорогах . . . 57
Основные дорожно-строительные материалы 57
Устройство дорожных одежд из улучшенных грунтов . . 61
Устройство дорожных одежд из гравийных и щебеночных материалов 66
Дорожные одежды из гравия и щебня, обработанных органическими вяжущими 69
Дорожные одежды из местных грунтов, укрепленных минеральными и органическими вяжущими 71
Поверхностная обработка 77
Стоимость и трудоемкость строительства лесохозяйственных дорог 80
Содержание и ремонт дорожных одежд 82
Содержание и ремонт лесохозяйственных дорог 87
Организация работ по содержанию и ремонту дорог в условиях лесхозов (леспромхозов) 87
Сезонные работы по содержанию и ремонту лесохозяйственных дорог 89
Содержание дорог зимой 92
Список литературы 94

Борис Иванович Кувалдин

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ДОРОГИ
(устройство и содержание)

Редактор издательства *Э. И. Снегирева*
Художественный редактор *В. Н. Журавский*
Технический редактор *Ю. И. Иванов*
Корректор Ж. А. Лобанова
Обложка художника *Б. К. Шаповалова*

Сдано в набор 22/VII 1975 г. Подписано в печать 14/I 1976 г. Т-01938
Формат 84×108 1/32. Бумага типографская № 3. Усл. печ. л. 5,04.
Уч.-изд. л. 5,15. Тираж 7 000 экз. Заказ № 1183. Издат. № 29/74.
Цена 19 коп.

Издательство «Лесная промышленность»,
101000, Москва, ул. Кирова, 40а

Московская типография № 32 «Союзполиграфпрома»
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, К-51, Цветной бульвар, 26.

Цена 19 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
„ЛЕСНАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ"