

И.К. Абдулжабарова

ТРАНСПОРТ ЛЕСА

Федеральное агентство по образованию

Байкальский государственный университет экономики и права
Филиал в г. Усть-Илимске

ТРАНСПОРТ ЛЕСА

**Курс лекций по разделу
«Сухопутный транспорт леса»**

Иркутск
Издательство БГУЭП
2006

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Байкальского государственного университета экономики и права

Составитель преподаватель И.К. Абдулжабарова
(кафедра Технологии и механизации производства)

Рецензент: старший преподаватель Н.Е. Мансурова

Транспорт леса: Курс лекций./ Сост. И.Н. Абдулжабарова. – Иркутск:
Изд-во БГУЭП, 2006. – 92 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Транспорт леса» составлен на основании рабочей программы и предназначен для студентов специальности 2601 Технология лесозаготовок очной формы обучения.

Предназначен для самостоятельной работы студентов, подготовки к промежуточной аттестации, зачётам и экзаменам.

© Издательство БГУЭП, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПЛАН, ПРОДОЛЬНЫЙ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ДОРОГИ С ИХ ОСНОВНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ	4
2. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ЛЕСОВОЗНЫЙ ПОЕЗД	10
3. УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА И ЕГО АНАЛИЗ	12
4. РАСЧЕТ МАССЫ ПОЕЗДА И ЕГО ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ	13
5. ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ И ВРЕМЕНИ ХОДА ЛЕСОВОЗНЫХ ПОЕЗДОВ	16
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПО ЭКВИВАЛЕНТНОМУ ПРОДОЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ	19
7. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЯГАЧЕЙ НА ВЫВОЗКЕ ЛЕСА И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТЯГОВОГО И ПРИЦЕПНОГО СОСТАВА	23
8. РАСЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ	25
9. ОСНОВЫ ДОРОЖНОГО ГРУНТОВЕДЕНИЯ	26
10. ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ	32
11. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНА И ПРОФИЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ	40
12. ДОРОЖНЫЙ ВОДООТВОД НА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ И ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЕ	47
13. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛЕСОВОЗНЫЕ ДОРОГИ И ИХ СТРОИТЕЛЬСТВО	56
14. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	62
15. СООРУЖЕНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ГРУНТОВОЙ СМЕСИ	73
16. СООРУЖЕНИЕ ГРАВИЙНЫХ И ЩЕБЕНОЧНЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД	76
17. СООРУЖЕНИЕ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	80
18. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ	84
19. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И СДАЧА ДОРОГИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	90

1. ПЛАН, ПРОДОЛЬНЫЙ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ ДОРОГИ С ИХ ОСНОВНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Планом дороги называется ее проекция на горизонтальную плоскость, выполненная в определенном масштабе. Ширина дороги мала по сравнению с ее длиной, поэтому на плане (чертеже) наносится только одна линия, проходящая вдоль пути по его середине – продольная ось дороги.

Трасса дороги – это продольная ось, проложенная на поверхности земли и закрепленная колышками. Такая работа по закреплению оси дороги называется трассированием. Трасса определяет направление дороги между промежуточными пунктами, через которые должна пройти дорога. Кратчайшее расстояние по прямой между двумя пунктами называется воздушной линией. Однако трасса обычно имеет искривления (углы поворота) и удлинения, вызываемые обходом различных препятствий (болот, оврагов, озер, населенных пунктов).

Кривые трассы проектируют по дугам окружности. Они характеризуются углом поворота α и радиусом R . Элементы кривой: α , R , длина кривой $K = ABC$, дорожный тангенс $T = AD = DC$, биссектриса $B = OD$, домер $D = 2T - K$.

Длина кривой K , м

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180},$$

где R – радиус кривой, м;
 α – угол поворота, град.

При $R \leq 250$ м на магистралях и $R \leq 100$ м на ветках делаются переходные кривые, которые обеспечивают плавный переход автопоезда с прямого участка дороги на круговую кривую и наоборот. Переходная кривая имеет переменный радиус, его величина в начале кривой, где она примыкает к прямому участку дороги, равна бесконечности, а в конце переходной кривой в точке касания с круговой кривой равна радиусу этой круговой кривой. Переходные кривые разбивают по специальным таблицам.

На практике при проектировании и строительстве дорог находят применение следующие переходные кривые: радиоидальная кривая $\rho = C/S$; кубическая парабола $\rho = C/X$; лемниската Бернулли $\rho = C/a$,
 где ρ – переменное значение радиуса кривизны в данной точке переходной кривой;

C – постоянный параметр переходной кривой;

S – длина переходной кривой;

X – абсцисса данной точки, взятой на переходной кривой;

а – кратчайшее расстояние между началом переходной кривой и данной точкой.

Наибольшее распространение в дорожном деле получила радиоидальная кривая, так как ее траектория наиболее близко соответствует движению управляемых колес автомобиля при вращении руля с постоянной угловой скоростью.

Между обратными круговыми кривыми устраивается прямая вставка длиной не меньше длины автопоезда или вагона-сцепы на УЖД, что облегчает движение транспорта.

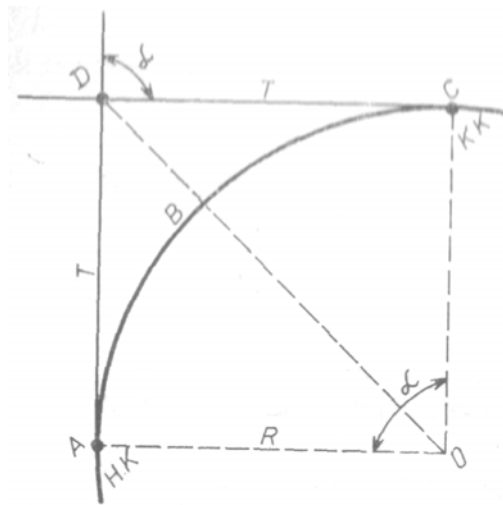


Рис. 1 Схема круговой кривой на повороте трассы:

НК – начало кривой; КК – конец кривой; R – радиус кривой; α – угол поворота;
T – тангенс

Между кривыми, направленными в одну сторону, прямую вставку можно не делать, но расстояние между вершинами углов кривых должно быть не меньше суммы двух смежных тангенсов, иначе кривые не разбить на местности.

Продольный профиль является главной характеристикой дороги. Он представляет собой проекцию вертикального разреза, выполненную по продольной оси дороги в определенном масштабе.

Продольный профиль естественной поверхности земли по трассе дороги дает «**черные**» отметки (линию поверхности земли).

Однако линия поверхности земли может проходить по заболоченной местности или может иметь большие подъемы и спуски (уклоны), на которых транспорт работать не сможет. В этом случае продольный профиль проектируемой дороги выполняется по «**красной**» проектной линии (отметкам бровки земляного полотна). Уклоны делаются менее крутыми, а в заболоченной местности проектируется насыпь. Разность между проект-

ными и черными отметками равна высоте насыпи или глубине выемки и называется **рабочей отметкой**.

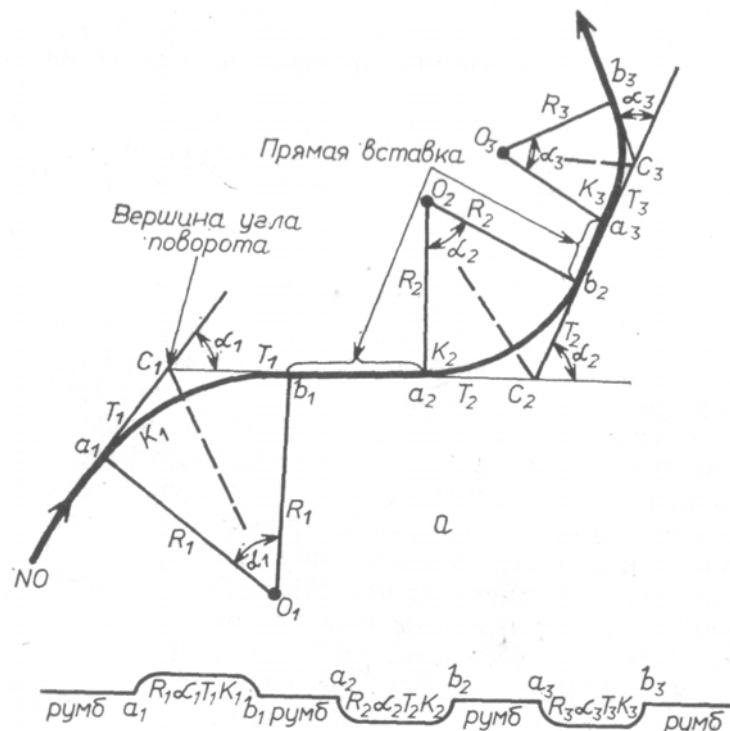


Рис. 2. Схема плана трассы дороги.

Уклон i равен

$$i = \frac{H}{l},$$

где $H = H_1 - H_2$ – разность отметок в начале H_1 и в конце H_2 уклона, м;
 l – горизонтальная проекция длины элемента, м.

Величина уклона, например для $H = 70$ м и $l = 1000$ м, обозначается как $i = 70/1000$, или $i = 0,070$, или $i = 70\%$. Во всех трех примерах величина уклона читается как семьдесят тысячных.

Руководящий подъем – это максимальный подъем в грузовом направлении на прямом участке дороги, при постоянной скорости, по которому определяется расчетная масса поезда.

На железных дорогах имеются расцепочные подъемы, когда поезд расцепляют и поднимают по частям. Здесь уклон может быть круче руководящего.

Величина максимального спуска в грузовом направлении ограничивается условиями техники безопасности и должна обеспечивать торможение (остановку) поезда на допустимом отрезке пути. Если уклон требует тор-

можения поезда, то он называется вредным. Когда на уклоне не нужно торможение поезда – он называется безвредным.

Проектная линия на продольном профиле наносится по обертывающей (параллельно поверхности земли) для равнинной местности, а при пересеченном рельефе – по секущей.

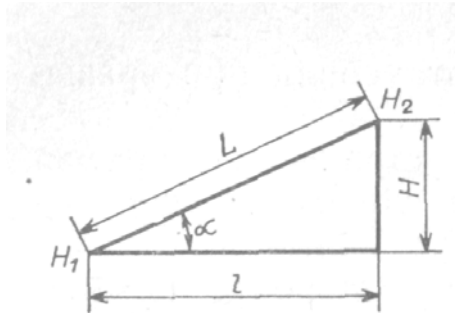


Рис 3. Уклон элемента продольного профиля:

L – длина элемента; l – горизонтальная проекция (заложения) длины элемента L ; H – разность отметок между H_1 и H_2 ; α – угол наклона элемента к горизонтальной плоскости.

Поперечным профилем земляного полотна дороги называется проекция вертикального разреза, выполненная перпендикулярно продольной оси дороги. Обычно его выполняют в масштабе 1:100.

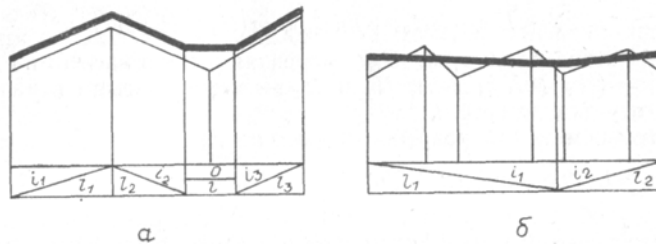


Рис. 4. Нанесение проектной (красной) линии на продольном профиле:
а) по обертывающей; б) по секущей.

Земляное полотно – это полоса земли, которая искусственно выравнивает профиль местности и имеет допустимые по техническим условиям продольные и поперечные уклоны. Земляное полотно должно обеспечивать водоотвод. В зависимости от положения проектной линии продольного профиля отметки бровок земляного полотна могут размещаться выше точек поверхности земли. Такое земляное полотно называется насыпью. Если отметки бровок земляного полотна проектной линии проходят ниже

черной линии (отметок поверхности земли), то будет выемка. В случае равенства отметок проектной линии и линии поверхности земли – будет нулевое место. На косогорах земляное полотно проектируют в виде полунасыпи - полувыемки.

Ширина земляного полотна B представляет расстояние между его бровками, м:

$$B = B_1 + 2a,$$

где a – ширина обочины, м;

B_1 – ширина проезжей части дороги, м.

Для двухпутной дороги $B_1 = 2(b + 2x)$;

Для однопутной дороги $B_1 = 2x + b$,

где b – габарит поезда по ширине, м;

x – зазор безопасности ($x = 0,5$ м).

Площадь поперечного сечения насыпи F_H , м²:

$$F_H = c + BH + mH^2$$

где H – высота насыпи, м;

c – площадь сливной призмы, м²;

mH – заложение откоса насыпи, м;

m – коэффициент крутизны откоса.

Площадь поперечного сечения выемки F_B , м²

$$F_B = H_B(B + 2b_1) + mH_B^2 + 2\omega - c,$$

где ω – площадь поперечного сечения кювета, м²;

b_1 – ширина кювета поверху, м;

H_B – глубина выемки, м.

Объем земляных работ V , который нужно произвести для возведения насыпи при постоянной ее высоте H , вычисляется по следующей формуле, м³:

$$V = F_H * H$$

Если высота насыпи будет меняться по длине, то нужно определить объем призматоида, например, по формуле Мурзо:

$$V = L \left[c + B \cdot H_{\text{н0}} + m \cdot H_{\text{н1}}^2 + m(H_1 - H_2)^2 / 12 \right]$$

где L – длина насыпи, м;

$H_{\text{ср}}$ – средняя высота насыпи на длине L ,

$$H_{\text{cp}} = (H_1 + H_2) / 2, \text{ м};$$

H_1 и H_2 – высота насыпи в начале и конце отрезка длиной L , м.
Объем земли для разработки выемки V_B равен, м^3 :

$$V = L \left[(2\omega - c) + (B + 2b_1) \cdot H_{\text{п0}} + m \cdot H_{\text{п1}}^2 + m(H_1 - H_2)^2 / 12 \right]$$

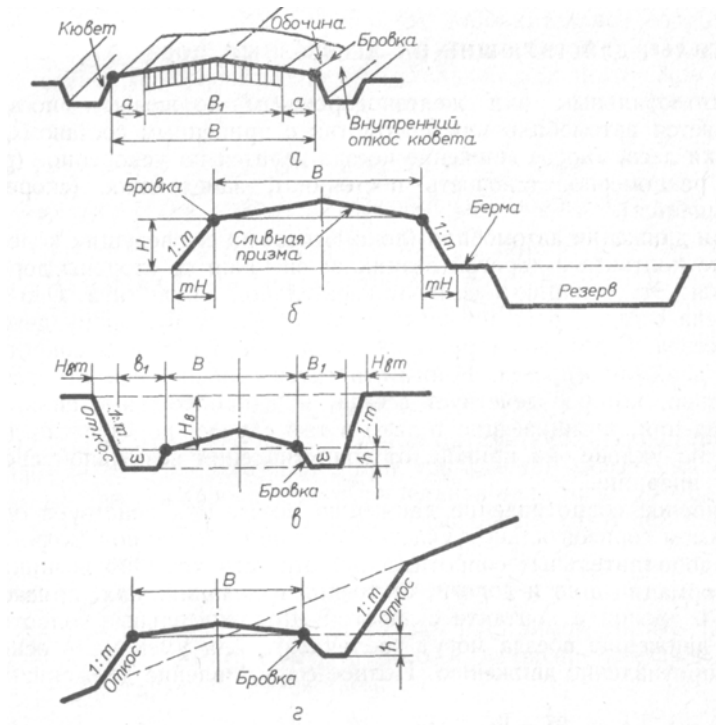


Рис. 5. Поперечные профили земельного полотна:

а) нулевое место; б) насыпь; в) выемка; г) полунасыпь – полувыемка на косогоре.\

2. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ЛЕСОВОЗНЫЙ ПОЕЗД

Автомобильным или железнодорожным лесовозным поездом называется автомобиль или локомотив с прицепным составом для вывозки леса. Любое движение поезда делится на ускоренное (разгон), равномерное (скорость постоянна), замедленное (скорость уменьшается).

При движении автомобиля (локомотива) на его ведущих колесах в месте контакта с дорогой возникает внешняя со стороны дороги реакция. Эту реакцию называют касательной силой тяги. Она направлена вдоль дороги по касательной к колесу в сторону движения поезда. С другой стороны на поезд действуют силы сопротивления движению поезда. К ним относятся основное сопротивление движению, которое действует всегда, и дополнительные силы сопротивления, возникающие только в том случае, когда поезд движется на уклоне, на кривой, от сопротивления воздушной среды и сил инерции.

Основное сопротивление движению поезда W_0 действует одно на прямом горизонтальном участке пути при постоянной скорости, когда дополнительные сопротивления отсутствуют. Оно возникает от деформации шин и дороги, от трения в подшипниках, присасывания и трения в контакте с дорогой. Дополнительные сопротивления движению поезда могут увеличивать или уменьшать основное сопротивление движению. Полное сопротивление движению W равно

$$W = W_0 + W_i + W_a + W_j + W_r,$$

где W_i, W_a, W_j, W_r – дополнительные сопротивления соответственно от уклона, воздушной среды, сил инерции и от движения на кривой.

В общем случае касательная сила тяги F_k затрачивается на преодоление всех сопротивлений движению поезда:

$$F_k = W_0 + W_i + W_a + W_j + W_r.$$

При торможении поезда на крутых спусках и в случае необходимости его остановки возникает искусственное сопротивление движению от тормозной силы B .

Для остановки поезда необходимо, чтобы касательная сила тяги $F_k = 0$, а тормозная сила $B > 0$.

Помимо горизонтальных сил, на поезд всегда действуют вертикальные силы от его массы M_n и от вертикальных реакций дороги. Если продольные силы разделить на массу поезда, то получим удельные силы:

$$f_r = \frac{F}{M_i}; \quad \omega_0 = \frac{W_0}{M_i}; \quad i = \frac{W_i}{M_i}; \quad j = \frac{W_j}{M_i};$$

$$\omega_B = \frac{W_B}{M_i}; \quad \omega_u = \frac{W_u}{M_i}; \quad b = \frac{B}{M_i},$$

где f_k – удельная сила тяги, Н/т;
 ω_0 – удельное основное сопротивление движению, Н/т;
 i – удельное дополнительное сопротивление от уклона, Н/т;
 j – удельное дополнительное сопротивление от сил инерции, Н/т;
 ω_B – удельное дополнительное сопротивление от воздушной среды, Н/т;
 ω_r – удельное дополнительное сопротивление от кривой, Н/т;
 b – удельное дополнительное сопротивление от тормозной силы, Н/т.

3. УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА И ЕГО АНАЛИЗ

С учетом рассмотренных ранее формул f_k можно записать так:

$$f_k = \omega_0 \pm ig + \omega_B + j + \omega_r,$$

где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$.

Величина уклона i подставляется в тысячных (‰) умножая ее на g , получаем размерность Н/т. Знак плюс у i пишется при движении поезда на подъем, а минус при движении на спуске.

$$j = f_k - \omega_0 \pm ig - \omega_B - \omega_r,$$

С помощью равенства можно математически описать любое движение поезда. Например, при торможении поезда на спуске прямого участка дороги ($\omega_r=0$) удельная сила тяги $f_k=0$, удельная тормозная сила $b>0$. Тогда движение поезда будет замедленным и описывается следующим уравнением:

$$j = -\omega_0 \pm ig - \omega_B - b,$$

При ускоренном движении поезда на прямом горизонтальном участке $f_k>0$, $b=0$, $j=0$, $\omega_r=0$ и движение поезда характеризуется следующим равенством:

$$j = f_k - \omega_0,$$

Здесь удельная сила тяги $f_k>\omega_0$, и ее избыток тратится на ускорение (разгон) поезда.

При равномерном движении поезда на подъеме (прямой участок), $j=0$, $b=0$, $\omega_r=0$, $i>0$ и уравнение движения поезда имеет вид:

$$f_k = \omega_0 \pm ig + \omega_B.$$

В этом случае удельная сила тяги f_k по своей величине равна сумме удельных сопротивлений движению, они уравновешиваются.

4. РАСЧЕТ МАССЫ ПОЕЗДА И ЕГО ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

Массу поезда определяют на руководящем подъеме $i_{\text{рук}}$ при движении с постоянной скоростью. В связи с тем, что скорость на подъеме мала, можно принять удельное сопротивление от воздушной среды $\omega_b = 0$; тогда равенство запишется так:

$$\frac{F_k}{M_T} = \omega_0 + i_{\text{дог}} g,$$

Находим касательную силу тяги F_K :

$$F_k = M_T (\omega_0 + i_{\text{дог}} g),$$

Масса поезда

$$M_T = \frac{F}{(\omega_0 + i_{\text{дог}} g)_k},$$

В расчетах касательная сила тяги F_K берется на второй передаче коробки перемены передач автомобиля и для первой, низшей, передачи раздаточной коробки. Первую передачу автомобиля оставляем в резерве на случай движения поезда в тяжелых дорожных условиях и при трогании с места, когда возникают дополнительные сопротивления движению. Величина удельного основного сопротивления движению ω_0 зависит от вида и состояния дороги. Так, для гравийной и щебеночной дорог $\omega_0 = 300-400$ Н/т, грунтовой мокрой $\omega_0 = 500...1500$ Н/т, для снежной укатанной дороги $\omega_0 = 180...200$ Н/т, железобетонных плит $\omega_0 = 200...250$ Н/т. Величина $i_{\text{рук}}$ берется по продольному профилю дороги.

Ограничение касательной силы тяги по сцеплению ведущих колес с дорогой. Величина касательной силы тяги F_K на ведущих колесах автомобиля (колеса, к которым подводятся крутящие моменты от двигателя) зависит в первую очередь от типа и особенно от состояния дорожного покрытия, а также от рисунка протектора, давления воздуха в шине, нагрузки на колесо и др. Когда сцепление колеса с дорогой мало, касательная сила тяги уменьшается и автомобиль движется с пробуксовкой колес или вообще буксует на одном месте. Например, такая картина наблюдается на лесовозных снежных дорогах при преодолении автопоездом крутых подъемов. Возможность движения автопоезда оценивается силой тяги по сцеплению $F_{\text{сц}}$. Она представляет собой максимальную величину касательной силы тя-

ги автомобиля, возможную в данных дорожных условиях, и находится из следующего равенства, Н:

$$F_{\text{нб}} = M_{\text{нб}} \phi g 10^3,$$

где $M_{\text{сц}}$ – сцепная масса автомобиля (масса, приходящаяся на его ведущие оси), Т;

ϕ – коэффициент сцепления ведущего колеса с дорогой;

g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$).

В табл. 1 приведены значения ϕ для встречающихся в лесу видов дорожных покрытий.

Таблица 1

Значения ϕ для встречающихся в лесу видов дорожных покрытий

Покрытие	Коэффициент сцепления, в зависимости от состояния дороги	
	Сухая	Мокрая
Бетонное	0,7	0,5
Гравийное и щебеночное	0,6	0,35
Грунтовое	0,55	0,3
Песок	0,3	0,6
Уплотненный снег	0,25	-
Гололед (обледенелая дорога)	0,2	0,15
Песок, рассыпанный по льду	0,4	0,3

Например. Для автомобиля МАЗ-509 со всеми ведущими колесами и полной загрузкой ($M_{\text{сц}}=14,3 \text{ т}$) сила тяги по сцеплению $F_{\text{сц}}$ на мокрой гравийной дороге при коэффициенте сцепления $\phi=0,35$ будет равна

$$F_{\text{сц}}=14,3 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 9,8=49049 \text{ Н.}$$

Полезная нагрузка на автопоезд $M_{\text{пол}}$ находится так:

$$M_{\text{пол}}=M_{\text{п}}-(M_{\text{а}}+M_{\text{пр}}),$$

где $M_{\text{а}}$ – масса автомобиля без груза, т;

$M_{\text{пр}}$ – масса прицепа (ропуска) без груза, т.

Для перевода в кубометры $M_{\text{пол}}$ в тоннах нужно разделить на массу 1 м^3 древесины (примерно $0,8 \text{ т/м}^3$).

Если расчетная $M_{\text{пол}}$ оказалась больше допустимой грузоподъемности автомобиля и прицепа, то полезная нагрузка уменьшается до грузоподъемности поезда.

Пример. Определить полезную нагрузку на автопоезд, состоящий из автомобиля МАЗ-509 и прицепа-ропуски ГКБ-9383. Масса автомобиля без груза $M_a=8,8$ т; масса прицепа-ропуски без груза $M_{\text{пр}}=4,14$ т. Дорога с гравийным покрытием. Для нее удельное основное сопротивление движению $\omega_0 = 400$ Н/т. Руководящий подъем $i_{\text{рук}} = 60\%$.

Находим массу автопоезда:

$$M_{\text{п}} = \frac{F}{(\omega_0 + i_{\text{доп}} g)_k} \frac{39941}{(400 + 60 * 9,8)} = 40,4$$

Определяем расчетную полезную нагрузку на рейс

$$M_{\text{пол}} = M_{\text{п}} - (M_a + M_{\text{пр}}) = 40,4 - (8,8 + 4,14) = 27,46$$

Для нашего случая грузоподъемность автомобиля МАЗ-509 составляет 5,5 т, а прицепа-ропуски ГКБ-9383 15 т, тогда общая допустимая нагрузка автопоезда МАЗ-509 + ГКБ-9383 равна 20,5 т.

Следовательно, полученная по расчету полезная нагрузка поезда $M_{\text{пол}}=27,46$ т будет больше допустимой грузоподъемности поезда 20,5 т.

В нашем случае полезную нагрузку на рейс автопоезда ограничиваем до его паспортной грузоподъемности 20,5 т, при этом полная масса груженого автопоезда будет равна 33,44 т. Для перевода тонн в кубометры нужно разделить эту массу на массу 1 м³ древесины (0,8 т/м³), тогда получим нагрузку на рейс 25,6 м³.

5. ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ И ВРЕМЕНИ ХОДА ЛЕСОВОЗНЫХ ПОЕЗДОВ

Трудности точного определения скорости и времени хода лесовозных поездов заключаются в том, что поезда перемещаются с разгоном и замедлением, часто при неполном использовании мощности двигателя и с применением торможения. Для приближенных расчетов скорости и времени хода поезда можно использовать способ равновесных скоростей.

При этом делаются следующие допущения: на каждом элементе продольного профиля дороги поезд движется с постоянной скоростью, т. е. касательная сила тяги уравнивается силами сопротивления движению поезда; при переходе с одного элемента профиля на другой скорость поезда меняется мгновенно.

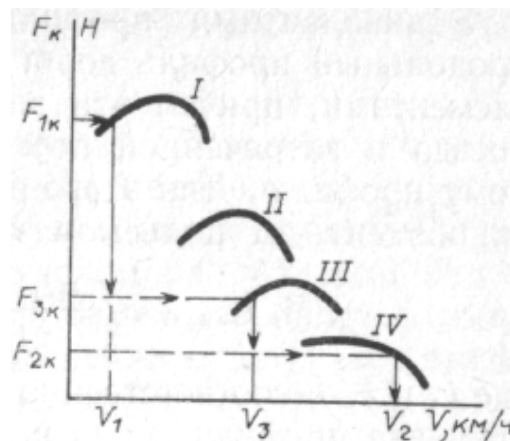


Рис. 6. Графическое определение скорости поезда по тяговой характеристике автомобиля для каждого элемента профиля по известным F_k :
I -IV – передача

Порядок расчета скорости и времени хода поезда:

1. Определяется масса поезда на руководящем подъеме по формуле с учетом проверки ограничения силы тяги по сцеплению и рейсовой нагрузки, не превышающей грузоподъемность поезда.

2. Подсчитывается касательная сила тяги автомобиля на каждом элементе продольного профиля (подъемы, спуски, площадки):

1-й элемент профиля (подъем i_1) $F_{1к} = \dot{I}_i (\omega_i + i_1 g)$;

2-й элемент профиля (спуск i_2) $F_{2к} = \dot{I}_i (\omega_i + i_2 g)$;

3-й элемент профиля (площадка) $F_{3к} = \dot{I}_i \omega_i$ и т. д. на всех элементах продольного профиля.

Величина массы поезда $M_{п}$ в зависимости от направления движения будет разной. В грузовом направлении в массу поезда $M_{п}$ входит груз (перевозимый лес), а в порожнем $M_{п}$ учитывает только массу автомобиля $M_{а}$ и прицепа-ропуска $M_{пр}$ без груза. Касательная сила тяги $F_{к}$ для грузового и порожнего направлений рассчитывается отдельно.

3. По тяговой характеристике автомобиля в зависимости от величины $F_{к}$ на каждом элементе профиля находится скорость поезда V . На рисунке в виде примера показано, как по тяговой характеристике находить скорости поезда на различных элементах профиля. Скорости находятся отдельно для грузового и порожнего направлений.

4. Определяется время хода поезда по известной скорости и длине элемента продольного профиля:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}, \quad t_2 = \frac{l_2}{v_2}, \quad t_3 = \frac{l_3}{v_3},$$

где t_1-t_3 – время хода поезда на каждом элементе, ч;

l_1-l_3 – длина каждого элемента, км;

v_1-v_3 – скорость поезда на каждом элементе, км/ч, и т. д.

5. Находится общее время хода поезда T суммированием времени хода по всем элементам продольного профиля

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n,$$

Расчет времени хода ведется отдельно для грузового и порожнего направлений.

Средняя скорость поезда в грузовом направлении $v_{гр}$:

$$v_{гр} = \frac{L}{t_{гр}},$$

где L – длина дороги, км;

$t_{гр}$ – время движения поезда с грузом, ч.

Средняя скорость поезда в порожнем направлении, $v_{пор}$:

$$v_{пор} = \frac{L}{t_{пор}},$$

где $t_{пор}$ – время движения поезда без груза, ч

Средняя (техническая) скорость поезда в обоих направлениях $v_{ср.техн.}$:

$$v_{ср.техн.} = \frac{2L}{t_{дв}},$$

где время движения $t_{\text{дв}}$ находится с учетом формул:

$$t_{\text{дв}} = t_{\text{зр}} + t_{\text{пор}},$$

тогда

$$\frac{2L}{v_{\text{ср.техн.}}} = \frac{L}{v_{\text{зр}}} + \frac{L}{v_{\text{пор}}},$$

откуда

$$v_{\text{ср.техн.}} = \frac{2v_{\text{зр}}v_{\text{пор}}}{v_{\text{зр}} + v_{\text{пор}}}.$$

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПО ЭКВИВАЛЕНТНОМУ ПРОДОЛЬНОМУ ПРОФИЛЮ

Расчет времени хода поезда по изложенному выше способу равновесных скоростей является, трудоемким, так как на каждом элементе продольного профиля нужно определять касательную силу тяги поезда F_K , скорость v и время движения t . Эквивалентный профиль позволяет заменить существующий продольный профиль дороги со многими элементами только тремя элементами, причем эти элементы по своей длине, времени хода поезда и затраченной поездом энергии будут равны действительному профилю. Для этого все подъемы на профиле заменяют одним эквивалентным подъемом $i_{\text{экв.п.}}$, ‰:

$$i_{\text{экв.п.}} = \frac{i_1 l_1 + i_2 l_2 + \dots + i_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n},$$

где i_1 и l_1 – соответственно величина подъема, ‰, и длина первого элемента профиля, м;

i_2 и l_2 – величина подъема и длина второго элемента и т. д.

Аналогично подсчитывается величина эквивалентного спуска $i_{\text{экв.сп.}}$. В этом случае в формулу подставляют произведения величин спусков на их длину. Далее подсчитывают сумму длин площадок.

Величины $i_{\text{экв.п.}}$ и $i_{\text{экв.сп.}}$ подсчитывают как для грузового, так и для порожнего направлений движения поезда.



Рис. 7. Эквивалентный продольный профиль:

$i_{\text{экв.п.}}$ – эквивалентный подъем в грузовом направлении; $i_{\text{экв.сп.}}$ – эквивалентный спуск в грузовом направлении; l_n , $l_{\text{пл.}}$, $l_{\text{сп.}}$ – соответственно длины эквивалентного подъема, площадки и спуска.

Порядок расчета скорости и времени хода поезда по эквивалентному профилю:

Определяют массу поезда по формуле с учетом ограничения по грузоподъемности поезда.

Подсчитывают касательную силу тяги поезда на подъеме, спуске и площадке эквивалентного профиля. Если по способу равновесных скоростей приходится считать F_K на всех элементах профиля, в этом случае только на трех.

Грузовое направление

$$F_{K.n} = M_n(\omega_o + i_{\text{экв.н}}g),$$

$$F_{K.nl} = M_n\omega_o,$$

$$F_{K.cn} = M_n(\omega_o + i_{\text{экв.сн}}g).$$

На грузовом направлении в массе поезда $M_{\text{п}}$ – учитывается рейсовая нагрузка.

1. По тяговой характеристике автомобиля для сил тяги на эквивалентном подъеме $F_{K.п}$, на площадке $F_{K.пл}$ и эквивалентном спуске $F_{K.сн}$ определяют скорости на подъеме $v_{\text{п}}$, площадке $v_{\text{пл}}$ и спуске $v_{\text{сн}}$.

2. Определяют время хода поезда по известной скорости и длинам элементов эквивалентного профиля на подъеме $t_{\text{п}}$, площадке $t_{\text{пл}}$ и спуске $t_{\text{сн}}$:

$$t_n = \frac{l_n}{v_n}, \quad t_{nl} = \frac{l_{nl}}{v_{nl}}, \quad t_{cn} = \frac{l_{cn}}{v_{cn}},$$

где $l_{\text{п}}$ – длина подъемов, м;
 $l_{\text{пл}}$ – длина площадок, м;
 $l_{\text{сн}}$ – длина спусков, м

3. Находят общее время T суммированием времени хода по элементам эквивалентного профиля

$$T = t_n + t_{nl} + t_{cn},$$

Аналогично считают время хода поезда в обратном, порожнем, направлении. Из массы поезда $M_{\text{п}}$ вычитают массу груза, причем величина эквивалентного подъема в грузовом направлении будет равна величине эквивалентного спуска в порожнем направлении, а эквивалентный спуск в грузовом направлении будет равен эквивалентному подъему в порожнем направлении.

Пример. Определить время хода лесовозного поезда МАЗ-509 + ГКБ-9383 для следующих условий: масса автомобиля $M_a=8,8$ т, грузоподъем-

ность $M_{\text{пол.а}} = 5,5$ т; масса прицепа-ропуска $M_{\text{пр}} = 4,4$ т, грузоподъемность $M_{\text{пр.гр}} = 15$ т; эквивалентный подъем $i_{\text{экв.п}} = 20\%$, его длина $l_{\text{п}} = 2500$ м; эквивалентный спуск $i_{\text{экв.сп}} = 10\%$, его длина $l_{\text{сп}} = 3700$ м, длина площадки $l_{\text{пл}} = 3800$ м; руководящий подъем $i_{\text{рук}} = 50\%$; основное удельное сопротивление движению $\omega_0 = 400$ н/т.

1. Определяем массу поезда по формуле

$$M_n = \frac{F}{(\omega_0 + i_{\text{рук}} g)_k} = \frac{39941}{400 + 50 * 9,8} = 44,8 \text{ Т}$$

Силу тяги F_K автомобиля принимаем на II передаче.
Находим полезную нагрузку на лесовозный поезд:

$$M_{\text{пол}} = M_n - (M_a + M_{\text{пр}}) = 44,8 - (8,8 + 4) = 32 \text{ Т}$$

По условиям задачи грузоподъемность автопоезда составляет 20,5 т. Так как $32 \text{ т} > 20,5 \text{ т}$, то автопоезд по своим конструктивным возможностям не сможет увезти 32 т, поэтому полезную рейсовую нагрузку ограничиваем до грузоподъемности автопоезда 20,5 т. В этом случае общая масса лесовозного автопоезда $M_n = M_{\text{пол}} + M_a + M_{\text{пр}} = 20,5 + 8,8 + 4,14 = 33,44$ т.

2. Определяем силу тяги на эквивалентном профиле в грузовом направлении:
на эквивалентном подъеме

$$F_{K.n} = M_n (\omega_0 + i_{\text{экв.п}} g) = 33,3(400 + 20 * 9,8) = 198468 \text{ Н}$$

на площадке

$$F_{K.пл} = M_n \omega_0 = 33,3 * 400 = 13320 \text{ Н}$$

на эквивалентном спуске

$$F_{K.сп} = M_n (\omega_0 + i_{\text{экв.сп}} g) = 33,3(400 - 10 * 9,8) = 10056,6 \text{ Н}$$

3. По тяговой характеристике автомобиля МАЗ-509 находим значения скорости автопоезда на подъеме для касательной силы тяги $F_{K.п} = 198468$ Н. $v_{\text{п}} = 16,5$ км/ч; на площадке для $F_{K.пл} = 13320$ Н $v_{\text{пл}} = 21,5$ км/ч; на спуске для $F_{K.сп} = 10056,6$ Н $v_{\text{сп}} = 31,0$ км/ч.

4. Определяем время хода лесовозного автопоезда:
на подъеме

$$t_n = \frac{l_n}{v_n} = \frac{2,5}{16,5} = 0,151 \text{ ч}$$

на спуске

$$t_{cn} = \frac{l_{cn}}{v_{cn}} = \frac{3,7}{31} = 0,119 \text{ ч}$$

на площадке

$$t_{nl} = \frac{l_{nl}}{v_{nl}} = \frac{3,8}{21,5} = 0,176 \text{ ч}$$

5. Находим общее время хода автопоезда в грузовом направлении $T_{гр}$:

$$T = t_n + t_{nl} + t_{cn} = 9,06 + 10,56 + 7,14 = 26,76 \text{ мин.}$$

Аналогичный расчет выполняется для обратного порожнего направления движения автопоезда. В этом случае массу поезда принимаем без груза.

7. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТЯГАЧЕЙ НА ВЫВОЗКЕ ЛЕСА И РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО КОЛИЧЕСТВА ТЯГОВОГО И ПРИЦЕПНОГО СОСТАВА

Производительность лесовозного тягача определяют количеством леса, вывезенного за определенный период времени (час, смену, сутки, месяц, квартал, год).

Обычно в расчетах используют сменную производительность $\Pi_{см}$, м³/см:

$$\Pi_{см} = M_{пол} n K,$$

где $M_{пол}$ – полезная нагрузка на рейс, м³;
 n – количество рейсов в смену;
 K – коэффициент использования рабочего времени (примерно $K=0,9$).

$$n = \frac{(T_{см} - t_{п.з})}{t_o},$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин;
 $t_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время в смену (для двигателей карбюраторных $t_{п.з}=20$ мин, дизельных - $t_{п.з}=30$ мин);
 t_o – затрата времени на один рейс (оборот), мин

$$t_o = t_{об} + t_{пр},$$

где $t_{пр}$ – время простоев за один рейс;
 $t_{дв}$ – время движения поезда за один рейс.

$$n = \frac{(T_{см} - t_{п.з})}{\left(\frac{2l_{ср} \cdot 60}{v_{ср.мех}} + t_{пр} \right)},$$

где $l_{ср}$ – среднее расстояние, км, вывозки леса;

$$\Pi_{см} = \frac{(T_{см} - t_{п.з}) K}{\frac{2l_{ср} \cdot 60}{v_{ср.мех}} + t_{пр}} M_{пол},$$

где $t_{пр}$ – складывается из времени простоев на погрузке, разгрузке и в пути, мин.

Количество линейных тягачей, необходимых для выполнения заданного объема вывозки леса (выезда на линию) $N_{\text{лин}}$

$$N_{\text{лин}} = \frac{Q_{\text{г}} K_{\text{н}}}{P_{\text{см}} AZ},$$

где $Q_{\text{г}}$ – годовой (сезонный) грузооборот дороги, м^3 ;
 $K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности вывозки леса в течение года (сезона), $K_{\text{н}}=1,1 \dots 1,2$;
 A – число дней работы дороги за год (сезон);
 Z – число смен работы за сутки.

Количество инвентарных (списочных) тягачей $N_{\text{инв}}$:

$$N_{\text{инв}} = N_{\text{лин}} \left(\frac{1}{K_{\text{т}}} + \alpha \right),$$

где $K_{\text{т}}$ – коэффициент технической готовности тягачей (0,8-0,85);
 α – коэффициент, учитывающий резервные тягачи ($\alpha = 0,17$).
 Инвентарное количество прицепного состава

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_{\text{инв}} n_1}{K_{\text{т.п}}},$$

где n_1 – количество прицепов на один тягач;
 $K_{\text{т.п}}$ – коэффициент технической готовности прицепов (0,85).

8. РАСЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА И СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

Топливо у груженного автопоезда расходуется на перемещение автомобиля, прицепа и всего перевозимого груза. Рассмотрим эти расходы отдельно.

Годовой расход топлива для перемещения одного лесовозного автомобиля без груза и прицепа Q_a , кг:

$$Q_a = \frac{L}{100} q_1 \gamma,$$

где L – пробег автомобиля за год, км;

q_1 – норма расхода топлива на 100 км пробега автомобиля, л;

γ – плотность топлива кг/л (для дизельного топлива 0,875 кг/л, бензина 0,750 кг/л).

Годовой расход топлива для перемещения порожнего прицепа на крюке автомобиля $Q_{пр}$, кг:

$$Q_{пр} = \frac{L}{100} q_2 M_{пр} \gamma,$$

где q_2 – норма расхода топлива на 100 т-км грузовой работы (для дизельного топлива 1,5 л, бензина 2,5 л), л;

$M_{пр}$ – масса прицепа без груза, т.

Годовой расход топлива для перемещения всего перевозимого груза $Q_{гр}$, кг;

$$Q_{гр} = \frac{R}{100} q_2,$$

где R – грузовая работа дороги за год, т.км.

Годовая общая потребность в топливе для автопоездов на вывозке леса $Q_{г.т}$, кг:

$$Q_{г.т} = (Q_a + Q_{пр} + Q_{гр}) K,$$

где K – коэффициент, учитывающий дополнительный расход топлива на гаражные нужды, на особенность перевозки груза в виде деревьев, на движение по усам и работу в зимнее время, $K=1,37-1,32$.

Потребность в смазочных материалах: автола 3,5% расхода бензина; дизельного масла 5% расхода дизельного топлива; нигрола 1%; солидола 1,5% и керосина 1,5% общего расхода бензина или дизельного топлива.

9. ОСНОВЫ ДОРОЖНОГО ГРУНТОВЕДЕНИЯ

Грунтами называют горные породы, из которых состоят верхние слои земной коры. Они выветриваются, а в самом их верхнем слое происходит почвообразование.

Грунты подразделяются на классы:

➤ скальные – изверженные и осадочные породы с жесткой связью между минералами или зернами, залегающие в виде сплошного массива или трещиноватого слоя;

➤ крупнообломочные – нецементированные грунты, содержащие более 50 % по массе обломков осадочных пород с размерами частиц более 2 мм;

➤ песчаные – сыпучие в сухом состоянии грунты, не обладающие свойствами пластичности (число пластичности меньше единицы); песчаные грунты содержат менее 50% по массе частиц крупнее 2 мм и не более 3% частиц размером 0,005 мм;

➤ глинистые – связные в сухом состоянии тонкодисперсные грунты; интервал влажности между границей текучести и границей раскатывания (число пластичности) больше единицы; при значительном увлажнении такие грунты размокают и характеризуются малой прочностью.

➤ Для установления влияния размеров частиц грунта на его свойства частицы объединяют в отдельные зерновые фракции. Фракция представляет собой массу минеральных частиц в установленном диапазоне их размеров

Таблица 2

Размеры частиц, мм	Наименование фракций	
	окатанные	угловатые
200 и более	Валуны	Крупные камни
200-100	Булыжник	Камни
100-70 (40)	Галька	Щебень крупный
70 (40)-2	Гравий	Хрящ, дресва, щебень
2-0,05	Песок	-
0,05-0,005	Пыль	-
0,005 и менее	Глина	-

Содержание в грунте зерновых фракций различной крупности, выраженное в процентах от общей массы грунта, называется *зерновым составом грунта*.

По зерновому составу грунта устанавливают его наименование. Однако зерновой состав не является исчерпывающим признаком для установления строительных свойств грунта.

В настоящее время принято при установлении типа грунта пользоваться данными о числе пластичности (разность влажностей на пределе текучести и раскатывания), которое является косвенным показателем глинистости грунта.

В табл. 3 приведена дорожная классификация грунтов в зависимости от числа пластичности и процентного содержания песчаных частиц. При наличии большого количества анализируемых грунтов пользование табличными данными по зерновому составу грунтов затруднено. В таких случаях рекомендуется использовать графические методы изображения зернового состава грунтов.

Таблица 3

Дорожная классификация грунтов

Типы (группы) грунтов	Число пластичности	Разновидности (подгруппы) грунтов	Содержание песчаных частиц, %
Супеси	1-7	Супеси легкие крупные	Более 50
	1-7	Супеси легкие	Более 50
	1-7	Супеси пылеватые	20-50
	1-7	Супеси тяжелые пылеватые	Менее 20
Суглинки	7-12	Суглинки легкие	Более 40
	7-12	Суглинки легкие пылеватые	Менее 40
	12-17	Суглинки тяжелые	Более 40
	12-17	Суглинки тяжелые пылеватые	Менее 40
Глины	17-27	Глины песчанистые	Более 40
	17-27	Глины пылеватые	Не нормируются
	27	Глины жирные	

Примечания. 1. Размеры песчаных частиц для супесей легких крупных приняты в пределах 2-0,25 мм, для остальных разновидностей грунтов 2-0,05 мм.

2. При содержании частиц крупнее 2 мм в количестве 20-50% наименование грунта дополняется словами «гравелистый» или «щебенистый».

Одним из таких методов является метод равностороннего треугольника. Он основан на свойстве, по которому сумма перпендикуляров из любой точки на стороны равна высоте равностороннего треугольника. При данном методе возможно изобразить зерновой состав грунта, состоящего из

трех фракций. Для этого высоту треугольника делят на 100 равных частей и через эти деления проводят линии параллельные сторонам треугольника. Каждая точка пересечения этих линий отображает в процентах количественное содержание песчаных (0,05-2 мм), пылеватых (0,005-0,05 мм) и глинистых (0,005 мм) фракций. Например, точке А (рис. 8) соответствует 70% песчаных, 20% пылеватых и 10% глинистых частиц.

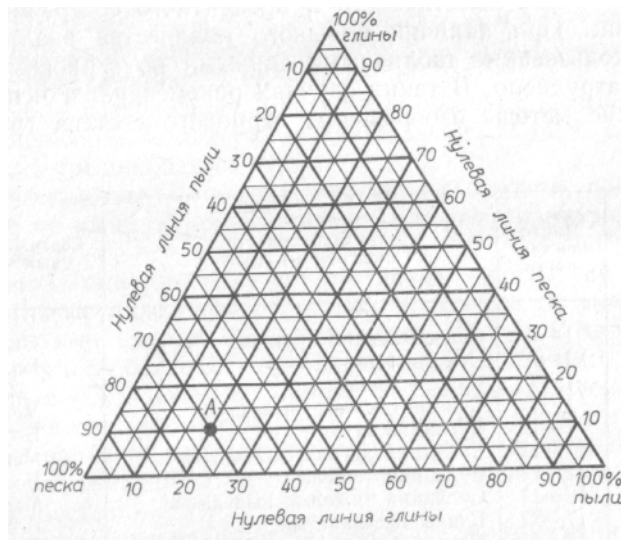


Рис. 8. Графическое изображение зернового состава грунта при помощи равностороннего треугольника: А – точка соответствует 70% песчаных частиц, 20% пылеватых и 10% глинистых частиц (отсчет ведется от нулевых линий песка, пыли и глины).

Определение зернового состава грунтов. В практике дорожного строительства часто используют комбинированный (приближенный) способ, который состоит из трех последовательно выполняемых методов:

➤ ситового метода, при помощи которого определяют содержание в грунте гравия, крупно- и среднезернистого песка;

➤ метода отмучивания (основан на зависимости скорости выпадения частиц разного размера в осадок в спокойной воде), по которому определяют содержание в грунте мелкозернистого песка;

➤ метод набухания (учитывается способность глинистых частиц в воде к набуханию), которым устанавливают количественное содержание в грунте глинистых частиц.

Минералогический состав грунтов. Песчаные частицы грунтов состоят из кварца, пылеватые – из зерен кварца и слюды, глинистые частицы – из алюмосиликатов и, реже, из ферросиликатов. Органическая часть грунтов (почвенный горизонт) состоит в основном из гумуса или перегноя в виде мельчайших частиц.

Физические свойства грунтов. Важнейшие дорожные свойства грунтов в основном зависят от зернового, минералогического состава, величины влажности и степени уплотнения.

Удельной массой грунта γ называют отношение массы твердых частиц G_T к их объему V_T , т.е. учитываются лишь твердые частицы без учета пор,

$$\gamma = \frac{G_T}{V_T},$$

Объемная масса грунта γ_0 представляет собой массу единицы объема грунта V_0 , включая поры, заполненные водой или воздухом,

$$\gamma_0 = \frac{G}{V_0},$$

Плотность грунта характеризуется объемной массой скелета грунта, которая представляет собой отношение массы твердых частиц грунта к общему объему:

$$\gamma_N = \frac{\gamma_0}{1 + 0,01W},$$

где W – влажность, %.

Пористостью грунта n_p называют отношение объема пор V_p в грунте к общему объему V , выраженное в процентах,

$$n_i = \frac{100V_i}{V},$$

Влажностью грунтов W называют количество воды, содержащейся в порах, выраженное в процентах к массе сухого грунта.

Влажность в лабораторных условиях определяют весовым методом, т.е. определяют потерю массы при высушивании грунта до постоянной массы при температуре 105 °С:

$$W = \frac{G_B - G_C}{G_C} 100,$$

где G_B – масса влажного грунта, г;
 G_c – масса сухого грунта, г.

Пластичностью грунта называют способность грунта изменять свою форму под действием внешнего усилия и сохранять приданную форму после прекращения усилия.

Пластичность грунта характеризуется числом пластичности W_{Π} , которое определяется как разность влажности на пределе текучести W_T и на пределе раскатывания W_p :

$$W_{\Pi} = W_T - W_p,$$

Оптимальная влажность и максимальная плотность. Оптимальной влажностью называют влажность, при которой грунт хорошо разрыхляется, не налипает на рабочие органы дорожных машин и может быть уплотнен до максимальной плотности при наименьшей затрате энергии на уплотнение. Каждый грунт в зависимости от зернового состава имеет свою определенную оптимальную влажность. Величину оптимальной влажности приближенно принимают равной

$$W_{opt} = (0,55 - 0,7)W_T,$$

где W_T – влажность грунта на пределе текучести.

Механические свойства грунтов зависят от вида грунта, его предварительного уплотнения и влажности.

К числу механических свойств относят деформацию грунтов под нагрузкой, сопротивление грунтов сдвигу.

Деформации грунта, возникающие под действием внешних сил, разделяются на упругую (обратимую), восстанавливающуюся после снятия нагрузки, и пластическую (необратимую).

Прочность грунтов (сопротивляемость воздействию внешних нагрузок от колес автомобиля) характеризуется модулем деформации E_d или модулем упругости E_y .

Модуль деформации является обобщающей характеристикой, отражающей как упругие, так и пластические деформации грунта. Модуль упругости грунтов характеризует сопротивление деформированию под действием нагрузок в стадии обратимых (упругих) деформаций

$$E_d = \frac{pD}{l},$$

$$E_y = \frac{\pi}{4} \frac{pD(1 - \mu^2)}{l_y},$$

где p – удельная нагрузка на штамп, МПа;
 D – диаметр штампа, см;
 l – абсолютная осадка штампа, см;
 l_y – величина обратимой (упругой) деформации, см;
 $\pi/4$ – поправочный коэффициент, учитывающий использование при испытании жесткого штампа;
 μ – коэффициент Пуассона ($\mu=0,27$ для крупнообломочных грунтов, $\mu=0,30$ для песков и супесей, $\mu=0,42$ для глин).

Сопротивление грунтов сдвигу зависит от сил трения и сцепления между отдельными частицами грунта и выражается формулой

$$\tau = C + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi,$$

где τ – сопротивление сдвигу, МПа;
 C – удельное сцепление (не зависит от вертикального давления), МПа;
 σ – нормальное удельное давление на грунт в плоскости среза, МПа;
 φ – угол внутреннего трения, град;
 $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент внутреннего трения.
 Для сухих песчаных грунтов величина сцепления $C = 0$.

10. ИЗЫСКАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Организация проектного дела в лесной промышленности

В лесозаготовительном предприятии технологические процессы зависят друг от друга, поэтому разрабатываются комплексные проекты, которые охватывают все стадии технологического производства. При этом в разделе транспорт протяженность лесовозных дорог детально разрабатывается на ближайшие 5 лет освоения лесосырьевой базы. После освоения участка лесосырьевой базы изыскивается и составляется проект удлинения магистрали на последующий период.

Комплексные проекты, включая строительную, энергетическую и другие части, выполняют технологические проектные институты.

Проектно-изыскательские работы, их стадийность и содержание

Проектирование лесозаготовительных предприятий и лесовозных дорог осуществляют в две стадии: сначала делают технический проект, а затем выполняются рабочие чертежи. При разработке несложных объектов (удлинение лесовозных дорог, реконструкция цехов и нижних складов в действующих предприятиях) проектирование делается в одну стадию – технический и рабочий проект.

В техническом проекте разрабатываются основные технические, технологические и экономические решения для данных конкретных условий.

Технический проект обычно включает в себя пояснительную записку, сметы, чертежи к техническому проекту.

В общей части записки кратко излагается содержание проекта, сопоставляются варианты, на основе которых приняты проектные решения, приводятся данные о согласованиях и показывается соответствие проекта с действующими инструкциями, нормами и правилами.

В технико-экономической части записки определяется назначение предприятия и дается краткая характеристика района строительства; его административная подчиненность и предприятия, рельеф и почвенно-грунтовые условия, водный режим, климат, населенность, пути сообщения и связь, промышленность, наличие местных строительных материалов, возможность набора рабочих из местного населения. Приводятся данные о перспективах дальнейшего развития промышленности и транспорта в районе.

В характеристике лесосырьевой базы даются ее границы, приводится общий и ликвидный запас леса, породный и возрастной состав, размер рас-

четной лесосеки, очередность освоения лесосырьевой базы, ее тяготение к путям транспорта по видам дорог (летнего и зимнего действия).

В технологической части записки рассматриваются общая схема организации производства лесозаготовок, технологические процессы лесосечных и нижнескладских работ, оснащение их основными механизмами и оборудованием, автоматизация процессов производств, организация и технология работы на вахтовых участках, механизация погрузочно-выгрузочных операций, определяются объемы работ по лесовозобновлению.

Важным разделом этой части является транспорт леса. В нем приводится разработанная схема транспортного освоения лесосырьевой базы с обоснованием основного направления магистрали. На основании норм проектирования обосновывается выбор: руководящего подъема и максимального спуска в грузовом направлении; радиуса кривых как в плане, так и в профиле; типа и размеров земляного полотна; конструкции дорожной одежды; типовых проектов на мосты и трубы с привязками их на местности; поперечного и продольного водоотвода; типа лесовозного поезда, потребности в тяговом и прицепном составе. Дается расчет потребности в кадрах, ведомость объемов строительных работ и технико-экономические показатели по транспорту леса. Рассматривается вопрос организации ремонтных работ по всему технологическому циклу лесозаготовок и подбираются типовые промышленные здания и сооружения.

В разделе организации труда и системы управления производством разрабатываются мероприятия, обеспечивающие наиболее благоприятные условия труда, его безопасность при высокой производительности.

Большое внимание уделяется взаимосвязи между стыкующими операциями (лесосечными работами, транспортом, нижним складом), снижению потерь и – простоев в местах окончания одной и начала следующей операции. Разрабатывается структура и рассчитывается численность цехового и заводского аппарата.

В строительной части технического проекта дается перечень всех основных зданий и сооружений, их размещение на генеральном плане с характеристикой конструкций и строительных материалов. Рассматривается порядок развертывания работ, потребность в рабочих кадрах, механизмах и строительных материалах.

В разделе жилищно-гражданского строительства приводится пояснительная записка со сведениями о планируемом и территориальном расположении площадок под поселки, даются расчеты численности населения и объемов жилищного и культурно-бытового строительства.

Сметная документация состоит из пояснительной записки, сводной сметы, смет стоимости отдельных объектов строительства и видов строительно-монтажных работ.

Разработка технического проекта и осуществление связанных с этим изыскательских работ может быть начата только после получения утвержденного задания на проектирование и заключения договора с заказчиком.

Изыскания, на основании которых проектируется лесовозная дорога, содержат следующие работы:

- трассирование и съемку участков дороги, закрепление на местности трассы по выбранному наиболее выгодному варианту;
- установление типов искусственных и водоотводных сооружений;
- выбор мест под остановочные пункты (для железных дорог) и их съемка;
- уточнение расположения пункта примыкания и его съемка;
- инженерно-геологические и гидрологические обследования и изыскания по трассе дороги, по искусственным сооружениям, по изысканию карьеров дорожно-строительных материалов.

Для проведения полевых работ комплектуется изыскательская партия или экспедиция и устанавливаются сроки проведения работ.

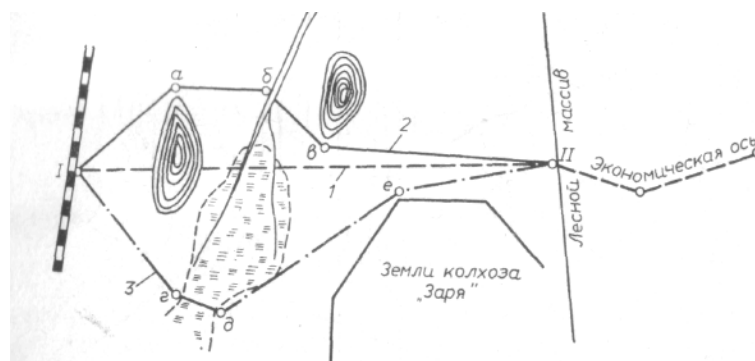


Рис.9. Варианты трассирования линии: при обходе контурных препятствий;

1-первый вариант – воздушная прямая;

2, 3 – варианты обхода препятствий; б – на участке напряженного хода при различных уклонах; г, д – обход болотистого участка; е – обход участка на землепользовании.

До начала полевых работ для облегчения изысканий лесовозной дороги прокладывается ее трасса на карте с горизонталями. Для этих целей используют крупномасштабные карты 1:25000 и 1:50000, с высотой сечения между сплошными горизонталями соответственно 5 и 10 м.

При определении основного направления магистрали в осваиваемой лесосырьевой базе учитывается схема транспортного освоения, разработанная генеральной схемой.

При трассировании следует учитывать рельеф местности и другие препятствия, связанные с обходом водоразделов, оврагов, рек и болот или переходом через них.

На рис. 9 показано три возможных варианта обхода или преодоления таких препятствий. Лучший вариант принимается после сравнения каждого из вариантов по технико-экономическим показателям.

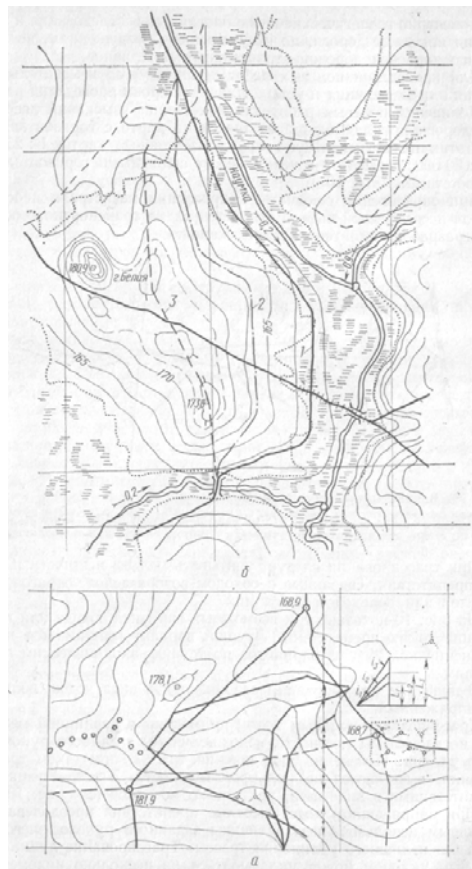


Рис. 10. Трассировочные ходы:

а – на участке напряженного хода; б – ходы; 1 – долинный; 2 – косогорный; 3 – водораздельный

В практике трассирования различают два вида ходов: вольный и напряженный.

Трассирование вольным ходом применяют в равнинной местности, когда уклоны местности менее величины заданного руководящего уклона. Изменения направления трассы, при таком трассировании, вызываются не

рельефом местности, а встречающимися препятствиями в виде озер, рек, болот, поселков.

При напряженном ходе высотные препятствия преодолеваются с полным использованием величины заданного руководящего уклона без излишнего удлинения трассы. Трассирование линии предельным уклоном может укладываться на несколько километров.

В таких случаях для автомобильных дорог через 2-3 км трасса должна иметь вставки с уклоном не более 20% и протяженностью 50 м, а на поворотах трассы следует применять кривые большого радиуса, не вызывающие существенного дополнительного сопротивления движению.

Для облегчения укладки трассы напряженным ходом определяют расстояние между соседними горизонталями, при котором ось дороги пойдет заданным допустимым максимальным подъемом или спуском с нулевыми рабочими отметками. Если выразить уклон трассирования i_T в тысячных, а высоту сечения между горизонталями h и заложение L в метрах (рис.10, а), то заложение или расстояние между горизонталями в масштабе карты, при котором уклон трассы будет равен уклону трассирования:

$$L = \frac{1000h}{i_T},$$

С учетом масштаба карты это расстояние, мм, будет равно

$$L = \frac{10^6 h}{i_T m},$$

где m – знаменатель масштаба карты;

i_T – уклон трассирования (величина допускаемого подъема, спуска), %.

$$i_T = \pm i_T + i_K,$$

где i_T – максимальный подъем или спуск в грузовом направлении, %;

i_K – уклон, учитывающий сопротивление от кривой, %.

При определении уклона трассирования должно соблюдаться условие

$$i_T \leq i_p.$$

где i_p – руководящий подъем в зависимости от вида транспорта и категории дороги.

Техника трассирования в дальнейшем сводится к следующему. Устанавливают раствор циркуля на величину L и этот размер откладывают на карте между смежными горизонталями. Переставляя циркуль от горизонтали к горизонтали, получают ряд точек, соединив которые получают трас-

су с уклоном трассирования. Это дает нам ломаную линию нулевых рабочих отметок с углами поворота на каждой горизонтали.

По условиям рельефа местности трасса может быть уложена долинным, водораздельным или косогорным ходом (рис. 10, б).

При долинном ходе трасса укладывается по террасам реки и имеет пологие уклоны. Уклон хода часто совпадает со спуском в грузовом направлении, что очень выгодно для одностороннего грузового потока лесовозных дорог. К недостаткам хода следует отнести большое удлинение трассы, частые пересечения водотоков, что увеличивает число искусственных сооружений.

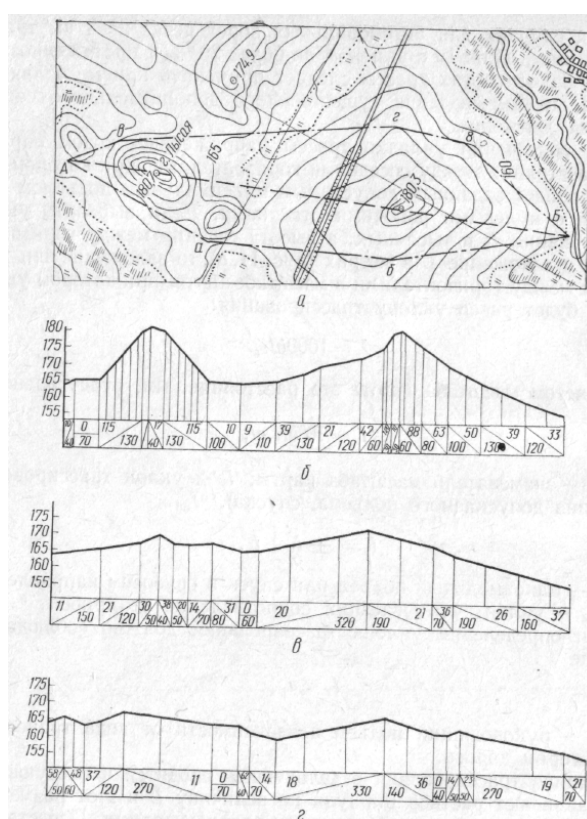


Рис. 11. Схема выполнения продольного профиля в масштабе карты:
 а – три варианта ходов; б – продольный профиль по воздушной прямой АВ;
 в и г – варианты профиля между точками соответственно АабБ и АвгдБ

При водораздельном ходе трасса дороги проходит по водоразделам. Трассирование обеспечивает небольшой объем земляных работ и отвод воды от земляного полотна. Однако все ветки, примыкающие к магистрали, будут иметь преимущественно подъемы в грузовом направлении

При косогорном ходе трасса укладывается по срединной части склона между долиной и водоразделом. Косогорный ход на пологих склонах позволяет трассировать с минимальными земляными работами, на крутых же

склонах объем земляных работ резко возрастает. Используя методы вышеизложенных ходов, на карте (рис. 11) приведены три варианта укладки трассы по воздушной прямой и два с различным развитием трассированных ходов. По результатам трассирования выполнены три сокращенных продольных профиля в масштабе карты. Полученные таким образом продольные профили помогут сравнить варианты и выбрать лучшее направление дороги. После окончания трассирования по карте и выбора лучшего варианта направления дороги приступают к выполнению полевых работ.

Во время рекогносцировочного обследования на местности проверяют:

- правильность намеченного направления трассы дороги в отношении лесного массива и рельефа;
- переходы трассы через реки, овраги, болота и водоразделы; способы трассирования отдельных участков; выбор пункта примыкания.

Эти работы проводит лично начальник партии или отряда.

При инженерно-геологических изысканиях в полосе трассы лесовозной дороги изучают грунтово-геологические условия. Выявляют неблагоприятные и опасные места (болота, оползни, непригодный грунт, пучины, карстовые провалы и т.д.). Разведывают месторождения дорожно-строительных материалов (песка, гравия, щебня). Особое внимание обращают на вид грунта верхнего и подстилающего нижнего слоя, а также на мощность каждого слоя. Необходимо помнить, что грунт из бокового резерва для возведения насыпи земляного полотна лесовозной дороги берется на глубине 0,75-1,2 м. Поэтому определение пригодности грунта для возведения насыпи на этих глубинах имеет первостепенное значение. Определяют глубину залегания грунтовых вод и наличие их на косогорах. Промеряют глубину и тип болот.

Для определения мощности каждого слоя грунта не реже 1 км, а в пересеченной местности на ее переломах закладывают шурфы, а на ответственных участках производят бурение.

Проектирование продольного профиля начинается еще во время полевых работ. Продольный профиль вычерчивается в масштабе для автомобильных дорог: горизонтальном 1:5000, вертикальном 1:500, а для железных дорог соответственно 1:10000 и 1:1000.

В горной местности допускается применение масштабов 1:2000 и 1:200. Его выполняют на миллиметровой бумаге шириной 288 мм.

Сетка профиля, на которой располагают все его элементы, заготавливается заранее до начала полевых работ. В полевых условиях все элементы профиля на сетке вычерчивают в карандаше.

Ежедневно по окончании полевых работ пикетажист совместно с нивелировщиком сверяет пикетаж с данными нивелировки. Устанавливают, все ли пикеты, плюсы и реперы занивелированы.

Пикетажист наносит на подготовленную сетку: пикетаж с цифровыми данными плюсов и разбивает километраж; условный план линии с указанием протяженности прямых и их румбов, кривых с их элементами и расстоянием от начала и конца кривых до соседних пикетов; ситуацию и геологическую характеристику по данным пикетажа.

Нивелировщик в соответствующую графу сетки выписывает полученные черные отметки против точек пикетов и плюсов, нанесенных пикетажистом. По черным отметкам, в принятом масштабе, накалывается продольный профиль трассы. После проверки начальником партии выписанных отметок уровня земли нивелировщик соединяет все наколотые точки.

Кроме работы с продольным профилем в полевых условиях, пикетажист вычерчивает поперечники по косогорам и болотам, составляет ведомость прямых и кривых, а нивелировщик вычерчивает планы переходов и живые сечения пересекаемых водотоков.

11. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАНА И ПРОФИЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Лесовозная дорога по своему устройству в плане и в профиле должна обеспечивать достаточную надежность в эксплуатации и безопасность движения лесовозных поездов с расчетными скоростями. Для этого в зависимости от категории дорог с учетом наиболее рационального сочетания капитальных затрат и эксплуатационных расходов установлены различные технические требования и нормы проектирования.

Начиная с 1982 г. проектирование и строительство автомобильных лесовозных дорог выполняется по нормам проектирования, разработанным Гипролестрансом, приведенным в инструкции по проектированию лесозаготовительных предприятий ИПЛЗП-82. Проектирование же лесовозных железных дорог колеи 750 мм выполняется в соответствии с инструкцией по проектированию железных дорог колеи 750 мм, введенной в действие с января 1979 г. и требованиями ИПЛЗП-82.

Автомобильные лесовозные дороги. Основные нормы проектирования плана и продольного профиля автомобильных лесовозных дорог приведены в табл. 1.

На переломах проектной линии для обеспечения плавности движения и лучшей видимости встречных автопоездов вертикальные кривые устраиваются при алгебраической разности спрягаемых уклонов более 15% на магистралях III категории, 20% на магистралях категорий IV А, IV Б и V и 30% на ветках и усах. Применяемые радиусы вертикальных кривых в зависимости от категории дороги рельефа приведены в табл. 4.

При движении автопоезда по криволинейному участку дороги возникает центробежная сила, которая стремится вынести его за пределы дороги во внешнюю сторону кривой. Для обеспечения устойчивого движения устраивают вираж, т.е. участку земляного полотна дороги и ее проезжей части придают односкатный поперечный уклон. Величина поперечного уклона виража i_v принимается не менее уклона покрытия, но не более 60%. Величина уклона виража i_v в зависимости от радиуса кривой:

Радиус кривой, м	125	150	200	250-400	>400
Уклон виража, %	60	50	40	30-20	Не делать

**Применяемые радиусы вертикальных кривых в зависимости от категории
дороги рельефа**

Наименование нормативов	Нормы проектирования					
	для магистралей категории				Для веток	Для усов
	III	IVA	VIБ	V		
Годовой грузооборот, тыс. мЗ	>1000	501-1000	151-500	<150	-	-
Расчетная скорость, км/ч (м/с)	70 (19,4)	60 (16,7)	50 (13,9)	40 (11,1)	30 (8,3)	20 (5,6)
Скорости, допускаемые на трудных участках: в пересеченной местности в горной местности	60 (16,7)	50 (13,9)	40 (11,1)	30(8,3)	20(5,6)	15(4,2)
	40 (11,1)	40 (11,1)	30(8,3)	20(5,6)	15(4,2)	10(2,8)
Ширина земляного полотна, м: в равнинной и пересеченной местности при горном рельефе	12,0	10,5	8,5	5,5	5,0	4,5
	10,5	9,0	8,5	5,0	4,5	4,0
Ширина проезжей части, м: в равнинной и пересеченной местности при горном рельефе	8,0	7,5	6,5	3,5	3,5	3,5
	7,5	7,0	6,5	3,5	3,5	3,0
Число полос движения	2	2	2	1	1	1
Рекомендованный нормальный радиус кривых, м	600	600	600	600	150	-
Минимальный радиус кривых при вывозке хлыстов, м: основной допускаемый на трудных участках: в пересеченной местности в горной местности	200	125	100	60	50	30
	125	100	60	50	40	30
	60	60	50	40	30	30
Расчетное расстояние видимости препятствий, м: основной допускаемый на трудных участках: в пересеченной местности	150	125	100	75	50	30
	125	100	75	50	30	25

в горной местности	75	75	50	30	25	20
Наибольшая допустимая величина руководящего подъема, %:					Как на магистралях	
равнинный рельеф	30	30	30	40		
пересеченный	50	50	50	60		
горный	80	80	80	90		
То же для ледяных дорог, %	-	-	30	30		
Наименьшие радиусы вертикальных кривых, м:						
выпуклых:						
основные на трудных участках:						
в пересеченной местности	5000	4000	2500	1200	600	250
в горной местности	4000	2500	1200	600	250	150
вогнутых:	1200	1200	600	250	150	100
основные на трудных участках:	2000	1500	1200	1000	600	250
в пересеченной местности	1500	1200	1000	600	250	150
в горной местности	1000	1000	600	250	150	100
допускаемых в исключительных случаях:						
в пересеченной местности	600	300	300	200	100	100
в горной местности	300	200	200	100	100	100

Примечания.

1. К трудным условиям пересеченной местности относится рельеф, состоящий из часто чередующихся глубоких долин с разницей отметок долин и водоразделов более 50 м на расстоянии не более 0,5 км. К трудным участкам горной местности относятся участки перевалов через горные хребты и участки горных ущелий.

2. Для автомобилей с габаритной шириной (с учетом коников) более 2,75 м ширина земляного полотна и проезжей части может быть увеличена на 0,5-1 м. Для дорог с колеиным железобетонным покрытием однополосную дорогу можно проектировать при грузообороте до 300 тыс. м³/г.

3. Ветки с грузооборотом более 200 тыс. м³/год и сроке действия более 10 лет проектируются по нормам IVB категории; магистрали со сроком действия менее 10 лет с грузооборотом до 300 тыс. м³/год проектируются по нормам для веток.

4. На правых поворотах в грузовом направлении радиусы кривых менее 100 м не допускаются.

5. Для автопоездов, оборудованных автомобилями с кониками, имеющими колесную форму бх4, предельная величина i_p устанавливается 80%, а 4х2 60%, для седельных поездов 60 %.

6. Максимальный спуск в грузовом направлении принимается $i_{сп} \leq t_p + 20\%$.

Для обеспечения безопасности движения автопоездов на кривых участках дороги, с внутренней ее стороны, устраивают уширение проезжей части. Величина уширения на лесовозных дорогах назначается в зависимо-

сти от радиуса кривой, полосности дороги и длины перевозимого груза: при движении кузовных машин и вывозке сортиментов на двухполосных дорогах от 4,3 до 0,4 м соответственно для радиусов от 15 до 400 м, а на однополосных от 2,2 до 0,3 м соответственно для радиусов от 15 до 300 м. При вывозке хлыстов и деревьев величина уширения на двухполосных дорогах колеблется от 2,2 до 0,3 м на левых поворотах и от 3 до 0,4 м на правых, причем минимальный радиус кривой допускается на левых поворотах 50 м, на правых 100 м. На однополосных дорогах уширение на левых и правых поворотах устраивается в пределах от 2,3 до 0,4 м, соответственно для радиусов кривых от 30 до 300 м при длине хлыстов от 20 до 30 м.

Постепенный переход от двускатного профиля к односкатному называется отгоном виража, а постепенное уширение дороги до ширины, требующейся на кривой, называется отводом уширения. Отгон виража, так же, как и отвод уширения, производится на примыкающих к кривой прямых участках, а при радиусах кривой менее 250 м – на переходных кривых. Дополнительный продольный уклон (по наружной кромке) на участках отгона виража не должен превышать 20%, а в горных условиях – 10%.

Длина отгона виража определяется по формуле:

$$L_{от} = \frac{B_0 i_B}{i_{от}},$$

где B_0 – ширина проезжей части дороги;
 i_B – величина уклона виража;
 $i_{от}$ – величина отгона виража.

Для дорог с переходными и низшими покрытиями на кривых радиусом менее 250 м руководящие подъемы в грузовом направлении уменьшаются на 20% и для дорог с усовершенствованными покрытиями на 15%

Для постройки автомобильной дороги и всех относящихся к ней сооружений должен быть предусмотрен отвод необходимой полосы земель по обе стороны трассы. Ширина дорожной полосы должна быть не менее суммарной ширины просеки и полосы насаждений, останавливаемых для защиты полосы дороги от снежных заносов. Ширина защитной полосы на границе просеки с каждой стороны дороги должна быть не менее 60 м.

Ширина просеки устанавливается с учетом размещения всех сооружений и устройств дороги, намеченных способов производства работ по возведению земляного полотна, но должна быть не менее: для магистралей летнего действия 30 м; для веток 12; для зимних дорог 14 м.

Лесовозные железные дороги колеи 750 мм. Проектируются лесовозные железные дороги колеи 750 мм по нормам СН 251-78 и ИПЛЗП-82. Согласно этим инструкциям лесовозные магистрали отнесены к внешним

железнодорожным путям, а ветки и пути на отдельных и погрузочно-выгрузочных пунктах – к внутренним.

Кривые участки пути в плане следует проектировать возможно большими радиусами, но не более 2000 м на путях I категории и 1000 м на путях других категорий.

На магистралях и ветках лесовозных железных дорог прямые участки сопрягаются с круговыми кривыми посредством переходных кривых, когда последние имеют радиусы менее 600 м.

Величину руководящего уклона выбирают на основании результатов технико-экономических расчетов в зависимости от размера, характера и темпов роста объема перевозок, предусматриваемой массы поездов, типа локомотива, топографических и других местных условий и она не должна превышать 40%.

Крутизну руководящего уклона на кривых участках пути необходимо уменьшать на величину i_k , эквивалентную дополнительному сопротивлению движения от кривой, по формуле:

- при длине кривой равной или больше длины поезда

$$i_k = \frac{425}{R},$$

- при длине кривой менее длины поезда

$$i_k = \frac{7,5\alpha}{L},$$

где R – радиус кривой, м;

L – длина поезда или длина смягчаемого элемента профиля, если она меньше длины поезда, м;

α – угол поворота кривой, град.

На ветках и усах основное удельное сопротивление движению всегда больше, чем на магистралях, кроме того, при достаточном обосновании и величина максимального подъема может быть более чем на магистралях.

При этих условиях допускается применять расцепочный уклон i_{pac} с выводкой груженого состава по частям. Его величину определяют по формуле

$$i_{pac} = \frac{F_k - \left(P\omega'_0 + \frac{Q_{op}}{m} \omega''_0 \right)}{\left(P + \frac{Q_{op}}{m} \right) g},$$

где F_K – расчетная сила тяги локомотива, Н;
 P – масса локомотива, т;
 $Q_{вр}$ – масса груженого состава, т;
 m – количество частей, на которое делится состав;
 ω'_o, ω''_o – основное удельное сопротивление движению по веткам и усам соответственно локомотива и сцепов, Н/т.

Максимальный подъем в негрузовом направлении i_{yp} определяется из условий доставки порожнего состава одиночным локомотивом:

$$i_{yp} = \frac{F_K - (P\omega'_o + Q'\omega''_o)}{(P + Q')g},$$

где Q' – масса состава в негрузовом направлении, т, принимается равной

$$Q' = n_{сц}q_0 + 0,2Q_i,$$

где $n_{сц}$ – число сцепов в груженом поезде расчетной массы;
 q_0 – масса тары одного сцепа, т;
 Q_H – масса полезного груза в грузовом направлении, т.

Продольный профиль пути следует проектировать элементами возможно большей длины. Длина элементов продольного профиля (шага проектирования) должна быть не менее половины длины поезда, но не менее 100 м для магистралей и 50 м для веток.

Проектируя уклоны продольного профиля, необходимо учитывать динамические воздействия пути на подвижной состав, и чем больше масса поезда, тем следует меньше допускать величину алгебраической разности сопрягаемых уклонов.

Точки переломов продольного профиля должны располагаться вне пределов кривых в плане и вне пролетных строений мостов. Вершина перелома должна находиться от начала и конца кривых не менее чем на величину тангенса вертикальной кривой T , определяемую по формуле

$$T = \frac{R_B(i_1 - i_2)}{2000},$$

где R_B – радиус вертикальной кривой, м;
 $i_1 - i_2$ – алгебраическая разность сопрягаемых уклонов, %.

Станции, разъезды и обгонные пункты следует располагать на горизонтальных площадках или на уклонах не круче 1,5%, а при соответствующем обосновании – не круче 3%. Допускается располагать разъезды и обгонные пункты на уклонах, не превышающих 12%, если не предусмат-

ривается производство маневров и отцепка локомотива или вагонов из состава.

Полоса отвода для лесовозных железных дорог проектируется по тем же нормативам, как и для автомобильных дорог.

12. ДОРОЖНЫЙ ВОДООТВОД НА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ И ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Дорожный водоотвод на дорогах – это комплекс инженерных устройств для сбора, отвода и пропуска воды через земляное полотно. Он делится на продольный и поперечный.

К продольному водоотводу относятся: боковые каналы (кюветы); нагорные каналы; водоотводные каналы; осушительные каналы; резервы; дренажи; водопоглощающие колодца. К поперечному – трубы; мосты; лотки и фильтрующие насыпи.

Поперечное сечение каналов в несвязных грунтах треугольного сечения, в связных – трапецеидального. Канавы устраиваются так, чтобы вода в них не задерживалась, а быстро протекала без заиливания и без размыва дна и стенок. Продольный уклон водоотводных каналов и резервов, по которым отводится вода, при отсутствии бермы принимается не менее 5%, при наличии бермы не менее 1%. Уклон осушительных каналов принимается не менее 2%. При уклоне дна канавы 10-30% для предупреждения размыва стенки и дно канавы укрепляют посевом трав или одерновывают, при уклоне 30-50% мостят или укладывают на них бетонные элементы, а при уклонах более 50% устраивают перепады или быстротоки.

Размеры боковых каналов определяют на основании гидравлических расчетов. Исходной величиной служит расчетный расход воды.

Максимальный расход воды может возникнуть во время ливня – ливневый сток или весной при интенсивном таянии снега – сток талых вод.

Расход от ливневого стока определяют по формуле

$$Q_{л} = \psi(h - z)^m F^k \mathcal{R} \delta \gamma,$$

где ψ – морфологический коэффициент, зависящий от уклона лога;
 h – слой стока в зависимости от ливневого района, категории почв по впитыванию и при выпадении ливня в течение 30 мин;
 z – потери стока на заполнение микрорельефа и смачивание растительности;
 F – площадь бассейна, км²;
 k – коэффициент, зависящий от шероховатости лога $m_{л}$ и склонов $m_{ск}$;
 δ – коэффициент, учитывающий наличие в бассейне озер;
 γ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения осадков

Названия почв по интенсивности впитывания распределяются по категориям: I – влажная промерзшая почва, лед, скала без трещин; II – глина,

жирноглинистая почва; III – суглинок, подзолистые и серые лесные почвы, суглинистые, черноземы, болотные почвы, сухая песчаная промерзшая почва; IV – черноземы обычные; V – супеси, пески, гравий.

Расчетный расход талых вод от весеннего снеготаяния для заданного района рекомендуется определять по формуле Гидрологического института

$$Q_{ли} = \frac{K_0 h_p F \mu \delta \delta_2}{(F + 1)^n},$$

где K_0 – коэффициент дружности половодья для лесной зоны
 $K_0 = 0,010 \dots 0,013$);

h_p – расчетный слой суммарного стока с учетом заданной вероятности превышения паводка, мм;

n – показатель степени, для лесной зоны (принимается $n=0,17 \dots 0,25$);

δ – коэффициент, учитывающий озерность бассейна;

μ – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды, для заданного района;

δ_2 – коэффициент, учитывающий заселенность и заболоченность бассейна.

Для определения размеров водопропускного сооружения принимают наибольшую величину расхода ливневых или талых вод.

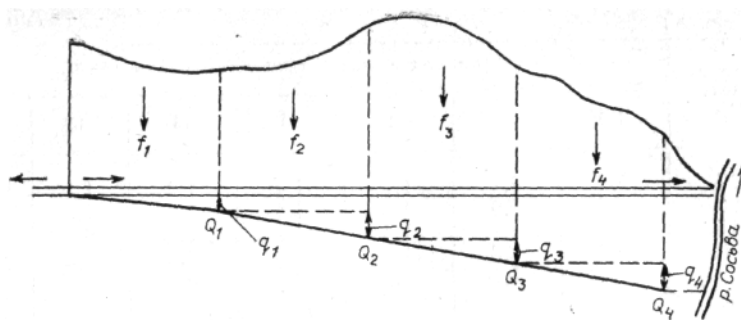


Рис. 12. Схема накопления стока для расчета канав:

f_1, f_2, f_3, f_4 – части площади бассейна;

q_1, q_2, q_3, q_4 – соответствующие этим площадям расходы воды;

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 – расход воды с учетом накопления стока

Порядок расчета боковых и нагорных канав сводится к следующему. Так как по мере увеличения длины канавы наращивается и расход воды, то для нормального пропуска все возрастающего расхода необходимо увеличить и площадь ее поперечного сечения.

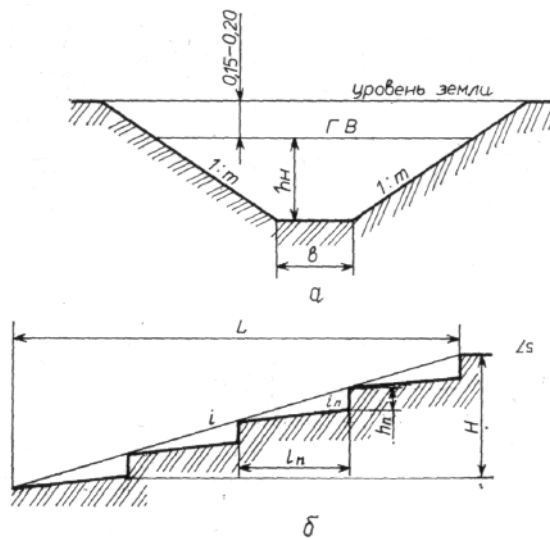


Рис.13. Продольная канава:
а – поперечное сечение канавы; б – перепады дна канавы

Для этой цели канаву разбивают на участки длиной 100-300 м и для каждого из них определяют расчетный расход (рис. 13).

Определив площади бассейнов и расчетный расход, с учетом накопления стока по каждому участку назначают поперечные сечения и глубину воды в канаве рис.13,а. Глубина наполнения канавы принимается на 15-20 см менее ее глубины.

Далее определяют живое сечение. Для трапецеидальных канав равное

$$\omega = bh_H + mh_H^2,$$

смоченный периметр канавы

$$P = b + 2h_H\sqrt{1+m^2},$$

гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{P},$$

пропускная способность канавы

$$Q_i = \omega v,$$

где v – скорость движения воды в канаве, которая определяется по формуле Шези:

$$v = C\sqrt{Ri_K},$$

где i_K – продольный уклон канавы;
 C – скоростной коэффициент (коэффициент скорости Шези) равный

$$C = \frac{1}{n} R^y,$$

где n – коэффициент шероховатости стенок дорожных канав;
 y – показатель степени; при $R < 1$ $y = 1,5\sqrt{n}$, а при $R > 1$ $y = 1,3\sqrt{n}$.

Коэффициент шероховатости n стенок дорожных канав принимается: при засеве травой или одерновке $n = 0,025$, при мощении $n = 0,020$ при укреплении бетонными плитами $n = 0,017$; неукрепленных канав $n = 0,030$.

Полученную пропускную способность принятого сечения канавы Q_n сравнивают с расчетным расходом Q_p . Допускаемое превышение должно быть не более 5% для магистралей и 10% для веток и прочих дорог. При большем расхождении принимаются другие размеры канавы, и делается повторный расчет.

Скорость движения воды в канаве, полученная по формуле Шези, не должна быть более допустимой скорости по условиям размыва стенок и дна канавы. При уклонах местности более 50% для гашения скорости потока устраиваются перепады (рис. 13, б).

Высота стенок перепада принимается $h_n = 0,4 \dots 0,8$ м, а величина уклона перепада из условий размыва естественного грунта $i_n = 6 \dots 8\%$. Тогда длина перепада равна

$$l_n = \frac{h_n}{(i - i_n)},$$

а число перепадов

$$n = \frac{L}{l_n},$$

При расчете отверстий малых мостов устанавливают бытовую глубину h_b воды при расчетном расходе Q_p .

Бытовой глубиной называется глубина воды перед сооружением в свободном потоке до стеснения русла. Она определяется путем построения кривой расходов. Для этого на имеющийся поперечный профиль русла наносят не менее трех произвольно взятых горизонтов (рис. 14, а) и для каждой из трех бытовых глубин вычисляют соответствующие им гидравлические характеристики и расходы: площадь живого сечения ω ; смоченный

периметр; гидравлический радиус R ; среднюю скорость потока v и расход Q .

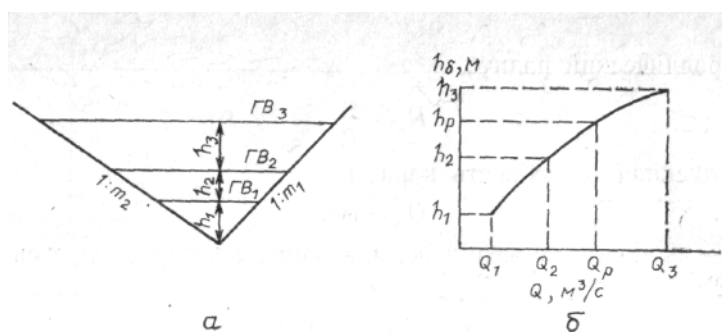


Рис. 14. Расчетные схемы:

а – поперечного сечения лога;

б – кривая расходов воды в зависимости от бытовой глубины

По полученным данным строят кривую расходов воды в зависимости от бытовой глубины (рис. 14,б).

По полученному графику, отложив по оси Q величину расчетного расхода Q_p легко определить соответствующую ему бытовую глубину h_b .

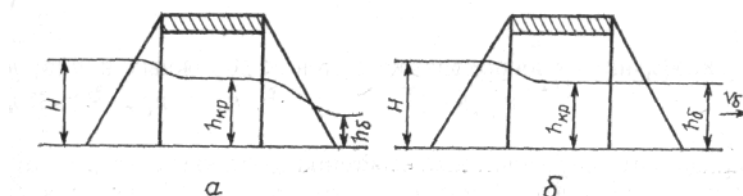


Рис.15. Схемы водосливов при устройстве водопропускных сооружений:

а – незатопляемый; б – затопляемый

Различают два случая расчета при определении отверстия малого искусственного $h_{кр}$ – критическая глубина, или глубина течения воды в сооружении (рис. 15,а), и при затопляемом водосливе, когда $h_b \geq 1,3 h_{кр}$ (рис.15,б). Большинство малых искусственных сооружений работают по схеме незатопляемого водослива.

Порядок определения размера отверстия:

1. Определяют сооружения. При незатопляемом водосливе, когда $h_b \leq 1,3 h_{кр}$, где h_q и допускаемую скорость воды в сооружении v_d из условий размывания грунта или принятого укрепления дна и глубины потока;

определяют $h_{кр}$ и устанавливают тип водослива, незаполняемый или затопляемый:

$$h_{кр} = v_D^2$$

2. Определяют глубину воды перед сооружением по формуле

$$H = h_b + \frac{v_D^2}{2g\varphi^2},$$

где g – ускорение свободного падения равно $9,81 \text{ м/с}^2$;

φ – коэффициент скорости, учитывающий потери энергии воды при входе потока под мост (принимается для отсыпных конусов $0,9$).

Определяют размер отверстия моста с прямоугольной формой подмостового русла по формуле Бресса для незатопляемого водослива:

$$b = \frac{Q_P g}{\mu v_D^3},$$

для затопляемого водослива

$$b = \frac{Q_P}{\mu v_D h_b},$$

где Q_P – расчетный расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

μ – коэффициент сжатия русла (для береговых устоев в виде конусов принимается $\mu=0,9$);

v_D – допускаемая скорость в сооружении;

h_b – бытовая глубина потока, м.

Полученную величину отверстия моста округляют до целых. Высоту моста определяют по формуле

$$H = 0,88H + z + h_{кон},$$

где $0,88$ – коэффициент, учитывающий уменьшение глубины потока при входе под мост;

z – расстояние между низом пролетных строений и уровнем воды ($z=0,5\text{м}$);

$h_{кон}$ – конструктивная высота пролетных строений, м.

Определение отверстий водопропускных дорожных труб

Расчет производится в зависимости от гидравлического режима протекания воды в трубе (безнапорного, полунапорного и напорного).

Безнапорный режим устанавливается тогда, когда напор воды перед трубой $H < 1,2 h_T$. Труба работает как водослив с широким порогом и по всей длине трубы сохраняется свободная поверхность воды (рис.16,а).

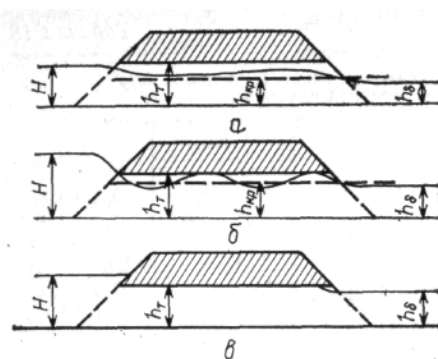


Рис.16. Режимы протекания воды через трубы:
а – безнапорный; б – напорный; в – полунанпорный.

Пропускная способность безнапорной трубы

$$Q_{II} = \varphi \omega_c \sqrt{2g(H - h_c)},$$

Полунанпорный режим возникает, когда входное отверстие заполнено, но по длине трубы поток воды имеет частично свободную поверхность, а напор воды перед трубой $H > 1,2h_T < 1,4h_T$ (рис.16,б).

Пропускная способность полунанпорной трубы

$$Q_{II} = \varphi \omega_T \varepsilon \sqrt{2g(H - h_T \varepsilon)},$$

При напорном режиме заполнение трубы водой полное, а напор воды перед трубой $H > 1,4h_T$ (рис.16,в). Напорный режим работы допустим только для круглых труб с обтекаемыми оголовниками. Ее пропускная способность определяется формулой

$$Q_{II} = \varphi \omega_T \sqrt{2g(H - Li_T - h_T)},$$

где h_T – высота или диаметр отверстия трубы, мм;

φ – коэффициент скорости, учитывающий потери энергии воды при входе потока в трубу (для обтекаемых оголовников $\varphi = 0,95$, для прочих $\varphi = 0,85$);

ω_c – площадь живого сечения потока в трубе;

h_c – глубина воды в трубе;

ω_T – сечение отверстия трубы;

ε – коэффициент расхода (для круглых труб $\varepsilon = 0,65$, для прямоугольных $\varepsilon = 0,6$);

L – длина трубы;

i_T – уклон дна трубы;

H – напор воды перед трубой.

Длина трубы L с порталным оголовником определяется так:

$$L = \frac{[B_{з.п} + 2m(H_H - \delta - h_T)]}{\sin \alpha + K},$$

где $B_{з.п}$ – ширина земляного полотна, м;

H_H – высота насыпи, м;

δ – толщина стенки трубы (при $d = 0,75$ м $\delta = 0,08$ м; при $d = 1$ м $\delta = 0,1$ м; при $d = 1,25$ м $\delta = 0,12$ м; при $d = 1,5$ м $\delta = 0,14$ м);

α – угол между осью дороги и осью трубы (обычно $\alpha = 90^\circ$);

K – выход оголовников трубы за пределы откосов насыпи равных 0,35 м.

Минимальная высота насыпи, измеряемая по бровке земляного полотна, определяется формулой

$$H_{бр} = h_T + \delta + h_0,$$

где h_0 – толщина слоя грунта над трубой (принимается не менее 0,5 м для автомобильных и 0,70 для железных дорог колеи 750 мм).

Расчет безнапорных труб можно выполнить по степени их наполнения. Степень наполнения равна

$$S = \frac{H}{h_T} \leq S_0.$$

где H – глубина воды перед трубой;

h_T – высота трубы;

S_0 – предельная степень наполнения трубы, принимается $S_0 = 0,8 \dots 0,9$.

Пример: Требуется подобрать диаметр безнапорной трубы и определить подпор перед ней H при $Q_p = 1 \text{ м}^3/\text{с}$ и предельной степени наполнения $S_0 = 0,8$. Пользуясь табл., определяем, что такой расход может быть осуществлен трубой $d = 0,75$ м при $H = 1,33$; $v = 3,5 \text{ м/с}$; трубой $d = 1$ м при $H = 0,94$, $v = 2,1 \text{ м/с}$; трубой $d = 1,25$ м при $H = 0,82$, $v = 1,9 \text{ м/с}$.

Для трубы $d = 1$ м степень заполнения составит

$$S_{1,0} = 0,94/1,0 = 0,94 > 0,9.$$

Полученный результат не удовлетворяет требованиям, так как вход в трубу при $d = 1\text{ м}$ будет затапливаться.

Принимаем $d = 1,25\text{ м}$ при $H = 0,82$, $v = 1,9\text{ м/с}$:

$$S_{1,25} = 0,82/1,25 = 0,66 < 0,8.$$

Результат удовлетворяет требованиям при условии мощения выходного русла камнем.

Размещают водопропускные сооружения после тщательного изучения рельефа местности, растительных и грунтовых условий. При камеральном проектировании используют одновременно как профиль, так и план в горизонталях.

Малые и средние мосты и трубы для лесовозных автомобильных и железных дорог разрешается располагать на любых сочетаниях продольного профиля и плана линии, предусмотренных ИПЛЗП-82 и СН251-78, только на мостах для лесовозных железных дорог колеи 750мм устройство пути предусматривается на балласте.

Мосты с безбалластной проезжей частью следует располагать на прямых и горизонтальных участках пути, а также на уклонах до 4%. Расположение таких мостов на уклонах круче 4% допускается только при технико-экономическом обосновании.

Деревянные мосты с безбалластной проезжей частью могут располагаться на уклонах до 15% и на кривых радиусом не менее 100 м.

13. АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЛЕСОВОЗНЫЕ ДОРОГИ И ИХ СТРОИТЕЛЬСТВО

Дорожные одежды лесовозных автомобильных дорог, их конструкции и основы расчета на прочность

Дорожной одеждой называют конструкцию проезжей части дороги, состоящую из одного или нескольких слоев, предназначенную для обеспечения движения автомобилей с расчетной скоростью.

Дорожные одежды в зависимости от свойств материалов, из которых они устроены, делятся на жесткие (с покрытием из цементобетона, железобетонных плит и с деревянными колесопроводами) и нежесткие (все остальные).

Дорожные одежды подразделяются на однослойные и многослойные. В многослойных одеждах имеется два основных конструктивных слоя: покрытие и основание. В необходимых случаях под основанием делается подстилающий слой из песка или других местных дренирующих материалов.

П о к р ы т и е – верхний слой дорожной одежды непосредственно воспринимает нагрузки от колес подвижного состава, воздействия природных факторов и определяет основные эксплуатационные качества проезжей части.

О с н о в а н и е – несущая часть дорожной одежды, обеспечивающая передачу усилий от покрытия на подстилающий слой или сразу на грунт земляного полотна.

Поверхностная обработка представляет собой слой толщиной 1,5-4,5 см, созданный на поверхности одежды путем разлива горячего вязкого битума с последующей засыпкой его мелким щебнем или гравием.

По форме покрытия лесовозные автомобильные дороги подразделяются на сплошные, защищающие все дорожное полотно, и колейные, обеспечивающие проезд автомобилей только по определенной колее.

В зависимости от технологии строительства и применяемых материалов различают следующие основные типы поперечных профилей сплошных дорожных одежд: серповидный, корытный, полукорытный (рис. 17).

С е р п о в и д н ы й п р о ф и л ь (рис.17,а) применяют: для грунтовых дорог, улучшенных минеральными добавками; для гравийных покрытий; для покрытий из грунтов, укрепленных вяжущими материалами.

К о р ы т н ы й п р о ф и л ь (рис.17,в,г) одежды применяют при большой толщине покрытия. Его достоинством является экономия дорожно-строительного материала, так как его не нужно рассыпать на обочины. К недостаткам относится занос грязи на проезжую часть с обочин, необходимость устройства корыта и обеспечение отвода воды из корыта.

Полукорытный профиль (рис. 17,б) дорожной одежды рекомендуется применять для гравийных покрытий на земляном полотне из дренирующих грунтов при толщине слоя более 15 см и с покрытиями из укрепленных грунтов при толщине укрепленного слоя более 15 см.

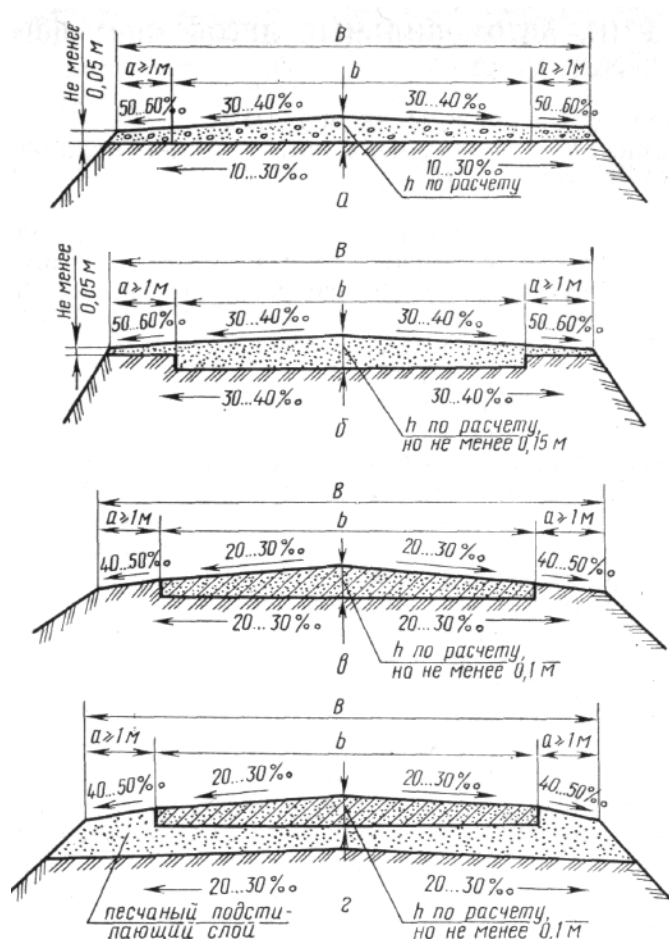


Рис. 17. Поперечные профили дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог:

- а – серповидный;
- б – полукорытный при дренирующих грунтах земляного полотна;
- в – корытный профиль при дренирующих грунтах земляного полотна;
- г – то же при недренирующих грунтах земляного полотна с устройством гравийного покрытия в корыте на песчаном подстилающем слое

Окончательный выбор типа поперечного профиля дорожной одежды определяют технико-экономическими расчетами с учетом наличия местных дорожно-строительных материалов. Для быстрого стока атмосферных осадков поперечному профилю дороги придают уклоны. Попе-

речные уклоны на обочинах принимаются на 20% больше, чем на проезжей части дороги.

Основы расчета нежестких дорожных одежд на прочность. При расчете дорожных одежд на прочность в качестве основной нагрузки принимают давление колес автомобиля, т.е. учитывают только вертикальные силы. Горизонтальные силы (силы тяги, торможения и т.п.) вызывают поверхностный износ покрытия и незначительно распространяются на глубину.

При расчете нежестких дорожных одежд определяют ее толщину в целом и отдельных слоев с учетом заданных условий движения, климатических, грунтовых и гидрологических условий местности.

Одежды с усовершенствованными капитальными и облегченными типами покрытий проектируются без накопления остаточных деформаций, а покрытий переходного типа – с некоторым накоплением деформаций под действием автомобильного транспорта.

Дорожные одежды с покрытиями переходного типа рассчитывают по величине упругого прогиба. В таких случаях при расчете дорожных одежд следует использовать методику, приведенную в инструкции ВСН-46-72.

При расчете дорожных одежд лесовозных дорог низшего переходного типа с покрытиями из материалов, не работающих на растяжение (гравия, щебня), допускается пользоваться методикой СоюздорНИИ.

В настоящее время дороги низшего типа, а также гравийные, щебеночные составляют основную часть лесовозных автомобильных дорог. В том случае, если сопротивление грунтов земляного полотна и дорожной одежды внешним нагрузкам оценивается их модулями деформации (метод СоюздорНИИ), расчет нежестких дорожных одежд на прочность выполняется в следующей последовательности.

1. Определяется расчетная интенсивность движения;

$$N = \frac{1,5Q_c Z}{Q_{пол}}$$

где Q_c – суточный объем вывозки леса в летне-осенний период, м³;
 Z – коэффициент, учитывающий влияние на прочность дорожной одежды прицепного состава автопоезда, равный сумме задних осей автомобиля и всех осей прицепного состава;
 $Q_{пол}$ – полезная нагрузка на автопоезд, м³.

2. Рассчитывается требуемый модуль деформации дорожной одежды:

$$E = \frac{\pi \rho h_{кол}}{2\lambda} [0,5 + 0,65 \lg(\gamma N)] \mu,$$

- где p – расчетное удельное давление колеса автомобиля на поверхность дороги, МПа;
 λ – допускаемая относительная деформация;
 $h_{\text{кол}}$ – коэффициент, учитывающий влияние типа колеса автомобиля, равный для колес со спаренными шинами 1,0, для односкатных 1,33;
 γ – коэффициент, учитывающий влияние ширины проезжей части (для двухполосных дорог $\gamma = -1$, для однополосных $\gamma = -2$);
 μ – коэффициент запаса, учитывающий неоднородность условий работы дорожной одежды (1,05-1,2).

3. Намечаются конструкции дорожной одежды и устанавливаются расчетные значения модулей деформации для грунтов и дорожно-строительных материалов.

Материалы в дорожной одежде должны располагаться по убывающей прочности в соответствии с затуханием по глубине напряжений от временной нагрузки. При этом отношение модулей деформации смежных слоев из слабосвязных материалов не должно превышать от 1,5 до 3.

4. Определяется для каждого варианта дорожной одежды необходимая толщина слоев дорожно-строительных материалов.

5. На основе технико-экономического сравнения вариантов дорожной одежды выбирается наилучший.

Прочность дорожной одежды с учетом земляного полотна оценивается эквивалентным модулем деформации. Для двухслойной системы (однослойная дорожная одежда и земляное полотно) эквивалентный модуль деформации определяется по формуле

$$E = \frac{E_0}{1 - \frac{2}{\pi} \left(1 - \frac{1}{n^{3,5}} \operatorname{arctgh} \frac{n}{D} \right)} \text{ МПа}$$

- где E_0 – модуль деформации грунтового основания, МПа;
 h – толщина одежды, м;
 D – диаметр эквивалентного круга, м;
 n – коэффициент равный

$$n = 2,5 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}},$$

- где E_1 – модуль деформации материала, МПа.

Расчет многослойной дорожной одежды ведется в несколько приемов в зависимости от числа слоев, при этом эквивалентный модуль деформации определяют на поверхности каждого слоя дорожной одежды. Если при

расчете вместо эквивалентного модуля деформации $E_{\text{экв}}$ поставить величину требуемого модуля деформации $E_{\text{тр}}$, то можно определить необходимую толщину дорожной одежды h .

Для упрощения расчетов используют график-номограмму СоюздорНИИ (рис. 18), пользуясь которой можно решить две задачи:

- имея отношения E_0/E_1 и h/D , найти по номограмме отношение $E_{\text{экв}}/E_1$, из которого можно определить эквивалентный модуль деформации;

- имея отношение E_0/E_1 и $E_{\text{тр}}/E_1$ найти отношение h/D , из которого определяют толщину дорожной одежды h , где D – диаметр отпечатка колеса автомобиля.

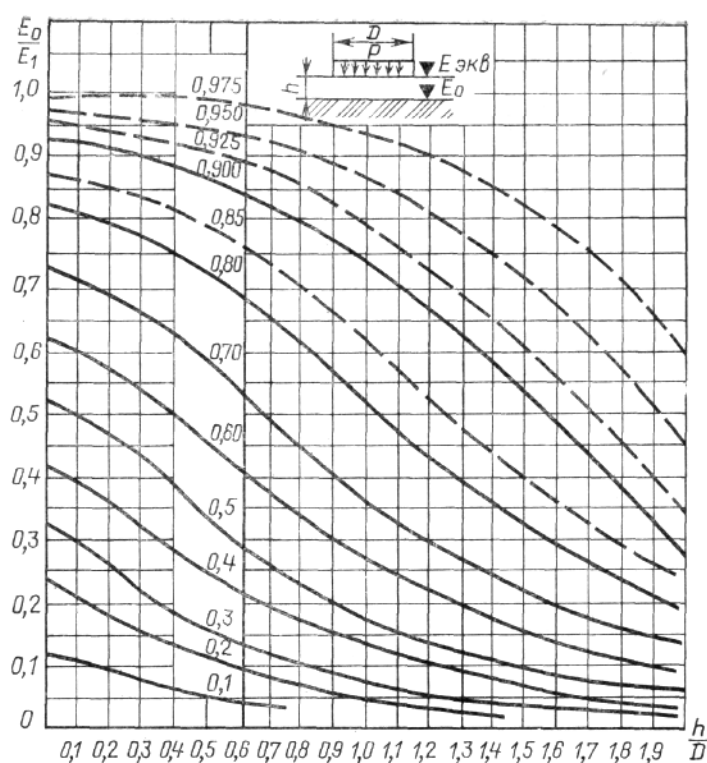


Рис.18. График-номограмма СоюздорНИИ для расчета дорожных одежд

Пример. Необходимо рассчитать нежесткую дорожную одежду из гравийных материалов. Дорога проходит в насыпях не менее 0,6 м, грунт – суглинистый с $E_0 = 8$ МПа, тип местности – II, дорожно-климатическая зона – II, расчетный автомобиль МА3-509, у которого $D = 0,33$ м. Требуемый модуль деформации составит $E_{\text{тр}} = 32,7$ МПа,

Исходя из наличия имеющихся дорожно-строительных материалов, предусматриваем двухслойную дорожную одежду с покрытием из гравийной смеси с $E_2 = 70$ МПа и основание из средnezернистого песка с $E_1 = 25$ МПа, (рис.19).

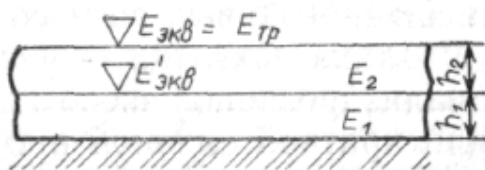


Рис. 19. Расчетная схема многослойной дорожной одежды

Задаемся расчетной толщиной основания $h_1 = 0,3$ м. Составляем отношения $E_0/E_1 = 8/25 = 0,32$ и $h_1/D = 0,3/0,33 = 0,91$. По номограмме находим, что $E_{экв}/E_1 = 0,63$. С учетом этого $E_{экв} = 0,63 \cdot 25 = 16,8$ МПа.

Теперь определяем толщину покрытия. Для этого составляем отношения $E'_{экв}/E_2 = 16,8/70 = 0,24$ и $E_{тр}/E_2 = 32,7/70 = 0,47$. По номограмме (рис.18) находим, что $h_2/D = 0,65$, откуда $h_2 = 0,33 \cdot 0,65 = 0,21$ м.

Принимаем для учета износа покрытия в процессе эксплуатации $\Delta h = 0,03$ м. Окончательно получаем, что заданному модулю деформации $E_{тр} = 32,7$ МПа отвечает двухслойная дорожная одежда с основанием из песка толщиной $h_1 = 0,3$ м и покрытием из гравийной смеси толщиной $h_2 = 0,24$ м.

14. ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Работы по строительству дорог делятся на линейные и сосредоточенные.

Линейные работы - равномерно или почти равномерно распределены по всей строящейся дороге. К ним относят подготовку дорожной полосы, возведение небольших насыпей и разработку выемок, строительство дорожной одежды на автодорогах и верхнего строения на железных дорогах, строительство труб и малых мостов, установку путевых знаков.

Сосредоточенные работы со значительным объемом выполняют на небольшом отрезке строящейся дороги (строительство средних и больших мостов, возведение высоких насыпей и разработка глубоких выемок).

Линейные дорожно-строительные работы выполняют поточным и непоточным методом. Строительство лесовозных дорог рекомендуется вести поточным методом. Поточный метод организации строительства заключается в том, что все работы выполняются специализированными подразделениями в определенной технологической последовательности, взаимоувязанной с производительностью механизмов в строительном потоке. Он наиболее эффективен и производителен, обеспечивает равномерную работу специализированных звеньев и бригад, позволяет получить высокое качество работ и регулярную ежесуточную сдачу готовых участков дороги.

Входящие в ДСО бригады и звенья последовательно выполняют строительные работы с единой для всех скоростью называемой темпом потока, который измеряется в метрах готовой дороги в смену, сутки.

Расчетный средний темп линейного потока T , м/сут, определяют по формуле

$$T = \frac{L}{(A_k + A_B + A_n + a)},$$

где L – длина дороги, предусмотренная по плану строительства, м;

A_k – число календарных дней строительного периода;

A_B – число выходных и праздничных дней за период строительства;

A_n – число нерабочих дней по метеорологическим условиям;

a – число дней, необходимых для развертывания потока.

Время на развертывание потока – число дней от начала первой операции технологического потока до начала последней операции. В зависимости от объемов, сложности работ и оснащения механизмами принимают $a=15...20$ дней.

Фронт работы потока определяют числом входящих в него специализированных звеньев или бригад и длиной захваток.

Длина захватки – участок, на котором выполняет работу специализированное звено или бригада. Ее длину принимают равной или кратной сменной производительности ведущей дорожно-строительной машины.

Непоточный метод применяют при строительстве дорог небольшого протяжения или при удлинении существующих, при этом каждую строительную операцию выполняют самостоятельно.

До начала развертывания строительства дороги разрабатывают проект организации строительства. Он включает в себя: объемы и характеристику дорожно-строительных работ; места и объемы сосредоточенных работ; определение темпа потока и его состав; потребность в рабочих, механизмах, дорожных или путевых машинах, материалах; сроки начала и конца отдельных видов работ; места и технологию разработки карьеров и других подсобных цехов и участков.

По данным проекта организации строительства составляют линейный календарный график строительства дороги.

График позволяет постоянно увязывать работы всего технологического потока, определять ежедневную потребность в рабочих и машинах и их расстановку по фронту строящейся дороги.

Строительство лесовозных дорог нельзя вести без ритмичного поступления дорожно-строительных материалов. Для этих целей по трассе строящейся дороги или в стороне от нее изыскиваются карьеры с необходимыми материалами. По характеру полезной породы карьеры подразделяются на сыпучие, каменные и связные материалы.

Перед разработкой карьера устанавливают его границу, объем вскрыши пустой породы, состав и объем полезного дорожно-строительного материала. Для разработки карьеров применяют рыхлители, экскаваторы, бульдозеры, погрузчики, а иногда и скреперы для транспортировки пустой породы.

Возведение земляного полотна и строительство искусственных сооружений

Возведению земляного полотна лесовозной дороги предшествует восстановление и закрепление трассы, расчистка дорожной полосы, осушительные работы, разбивка земляных работ и строительство искусственных сооружений.

Восстановление и закрепление трассы необходимо потому, что за период после изысканий часть временных и постоянных знаков приходит в негодность. Поэтому перед строительством необходимо измерить все углы поворотов, проверить вешение линии, пикетаж, детально разбить все кри-

вые, провести поверочное нивелирование и закрепить трассу с выносом характерных точек за пределы производства земляных работ и разрубки трассы.

Углы поворота закрепляют столбами и, если они попадают в зону разрубки трассы, то закрепительные знаки выносят, как это показано на рис. 20, а.

Пикетаж восстанавливается двойным промером между пикетами и плюсовыми точками и закрепляется колышками и повторителями.

Каждый пикет и плюс дублируется двумя повторителями, расположенными с одной или с обеих сторон от оси дороги, рис.20, б.

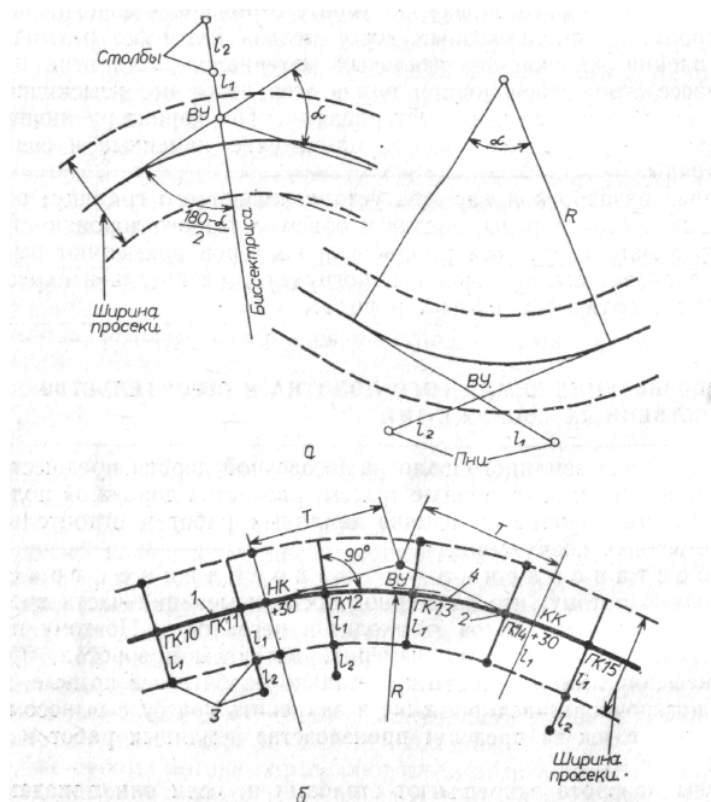


Рис. 20. Закрепление трассы:

а – схема закрепления углов поворота;

ВУ – вершина угла поворота; R – радиус;

l_1, l_2 – расстояния от вершины угла до закрепленных знаков;

α – угол поворота трассы;

б – закрепление оси дороги:

1 – ось дороги; 2 – пикеты и плюсы; 3 – выносные колья; 4 – касательная к кривой.

Прорубка трассы обычно осуществляется силами лесозаготовительного предприятия, а технология лесосечных работ, включающая валку, тре-

левку и отгрузку на лесовозный транспорт хлыстов или деревьев, рассматривается в курсе механизации лесозаготовок.

В состав работ по подготовке дорожной полосы входят: корчевка пней или срезка их в уровень с землей; срезка кустарника и подроста с уборкой валежника; снятие растительного слоя; уборка валунов и крупных камней; предварительное осушение полосы; разбивочные работы.

Корчевка пней на дорогах летнего действия назначается под насыпями высотой до 0,5 м, считая от низа дорожной одежды, под насыпями на косогорах, на которых проектируется снятие растительного слоя, устройство уступов, а также на участках, занимаемых выемками, канавами и резервами. При высоте насыпи от 0,5 до 1 м пни срезаются в уровень с землей бензопилами. При насыпи более 1 м и высоте пней не более 0,2 м их разрешается оставлять.

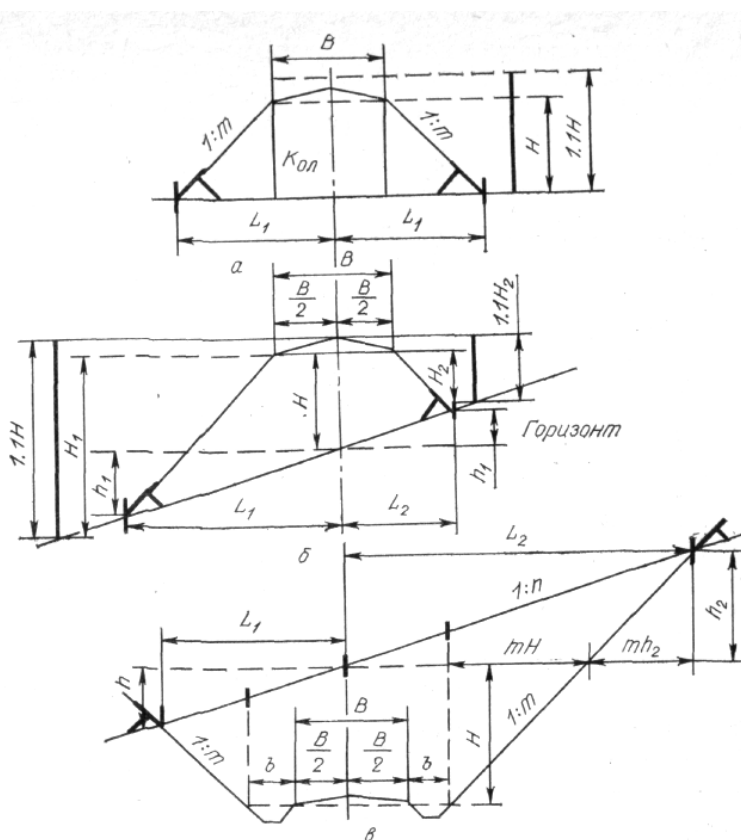


Рис.21. Схема разбивки земляного полотна:

а – насыпь; б – насыпь на косогоре; в – выемка на косогоре

Разбивку земляных работ производят с учетом поперечного профиля земляного полотна и принятого способа работ.

Схема разбивки земляного полотна при производстве работ бульдозером и экскаватором при поперечном перемещении грунта из резервов, а также при продольном перемещении грунта из карьеров другими машина-

ми приведена на рис. 22. При разбивке насыпей необходимо предусмотреть запас по высоте на ее осадку.

Далее следует детальная разбивка круговых и переходных кривых в плане.

Наиболее часто применяются – способ продолженных хорд (рис.22. а) и способ координат (рис.22, б).

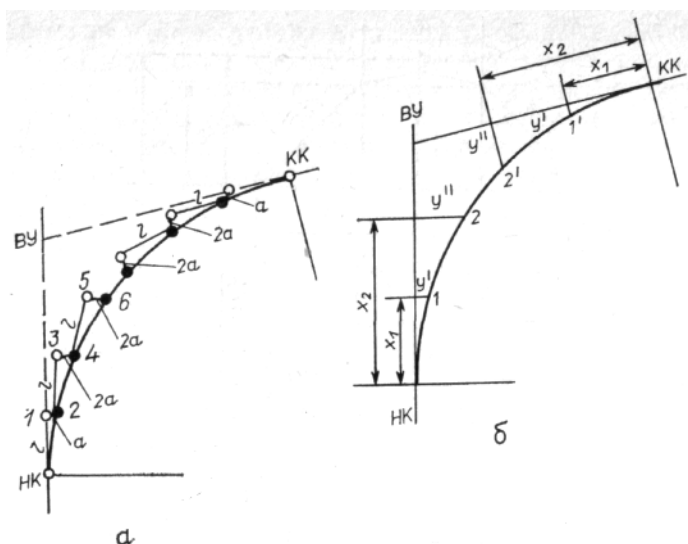


Рис. 22. Методы детальной разбивки кривых на трассе:
а – разбивка кривых способом продолженных хорд; б – разбивка кривых способом координат

Таблица 5

Грунт земляного полотна	Запас на осадку, %, при возведении насыпей		
	бульдозерами, скреперами	грейдерами	из привозного грунта (от экскаватора)
Песчаный	1,5	4,0	3,0
Супесчаный и суглинистый	2,0	12,0	8,0
Глинистый и пылеватый	3,0	15,0	12,0

Способ продолженных хорд – наиболее простой метод детальной разбивки круговых кривых. Он не требует угломерного инструмента и таблиц. Для разбивки необходимо иметь мерную ленту длиной 10, 20 м. Последовательность разбивки следующая. По линии тангенсов направляется мер-

ная лента длиной l , один конец которой закрепляется в точке НК, второй конец, от линии тангенсов из точки 1 до точки 2, описывает дугу к центру величиной a , которая вычисляется по формуле

$$a = \frac{l^2}{2R}$$

Точка 2 лежит на кривой. Далее провешивают направление и от точки 2 откладывают то же расстояние l , описывают дуги 3-4 и откладывают расстояние $2a$, получая вторую точку на кривой 4. Затем провешивают направление 2-4 и аналогично находят точку 6. Вторая половина кривой разбивается с другого ее конца.

Разбивка кривых способом координат производится по специальным таблицам Н.А. Митина (таблицы для разбивки горизонтальных и вертикальных круговых и закруглений с переходными кривыми на автомобильных дорогах).

Строительство мостов и труб. Мосты на лесовозных дорогах строят железобетонные или деревянные. При выборе типа, конструкции и используемых материалов для мостов учитывается возможность его промышленного изготовления и механизированного строительства. На лесовозных дорогах строят в основном балочные мосты.

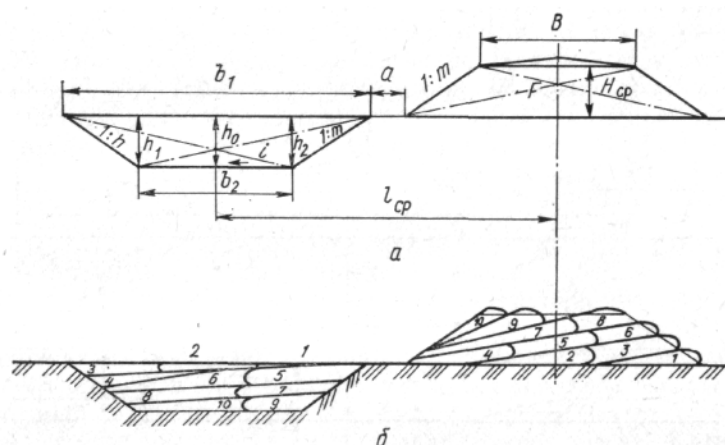


Рис. 23. Расчетные схемы:

а – для определения размеров резерва;

б – схема разработки и порядок укладки грунта в насыпь бульдозером из одностороннего резерва; n , m – коэффициент откосов насыпи и резерва ($n = 1$, $m = 1,5$); l_{cp} – среднее перемещение грунта бульдозером, м.

Разбивку оси моста и опор выполняют в следующем порядке: провешивают и закрепляют ось моста; от привязки моста к трассе (столб или ре-

пер) промером стальной лентой находят положение центра опор и закрепляют его; разбивают оси опор и определяют места отдельных свай с закреплением их кольями; при наличии равно-лежневых опор кольями обозначают границы котлованов. Каждую сваю нумеруют порядковым номером.

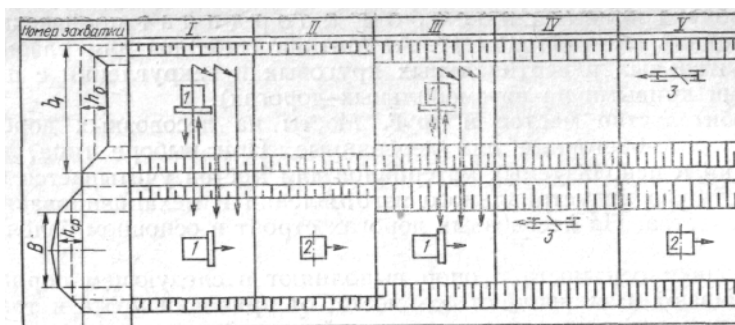


Рис. 24. Технологическая схема потока возведения насыпи бульдозером в комплексе с профилирующими и уплотняющими машинами:

1 – бульдозер; 2 – каток; 3 – грейдер

Разбивку трубы на местности начинают с установления точки пересечения оси дороги и трубы.

Затем угломерным инструментом намечают продольную ось трубы и закрепляют ее столбами. Далее разбивают границу котлована под трубу и оголовники, закрепляют их обноской из досок, прибитых к кольям. Обноска располагается в 1-1,5 м от границ котлована. У места монтажа трубы устанавливается временный репер для обеспечения контроля высотной разбивки трубы.

Монтаж железобетонных труб производится в следующем порядке: тщательно подготавливают основание (земляное, подушку из гравийно-песчаной или щебеночно-песчаной смеси, железобетонный фундамент из лекальных блоков); основанию придают уклон; звенья труб начинают укладывать с выходного оголовка; перед укладкой звенья и оголовки 2-3 раза покрывают горячим битумом; стыки звеньев заполняют паклей, пропитанной битумом, и закрывают толем шириной 25-30 см; после монтажа поверхность покрывают битумом, сверху его слоем глины и засыпают послойно уплотненным грунтом. Монтаж трубы производится с использованием авто – или тракторокрана.

Для сооружения земляного полотна применяются дорожно-строительные машины: бульдозеры ДЗ-53 и ДЗ-18, скреперы ДЗ-12 и ДЗ-26, экскаваторы, грейдеры ДЗ-1, катки ДУ-30 и канавокопатели.

Наиболее распространенной землеройной машиной является бульдозер. Им можно возводить насыпи до 1,5 м. Особенно большой эффект он

дает при строительстве насыпи из боковых резервов (рис. 21). При высоте насыпи до 1 м ее возводят из одностороннего резерва, при большей – из двустороннего. В зависимости от размеров насыпи размер одностороннего резерва определяют из условий равновесия грунтовых масс по формулам.

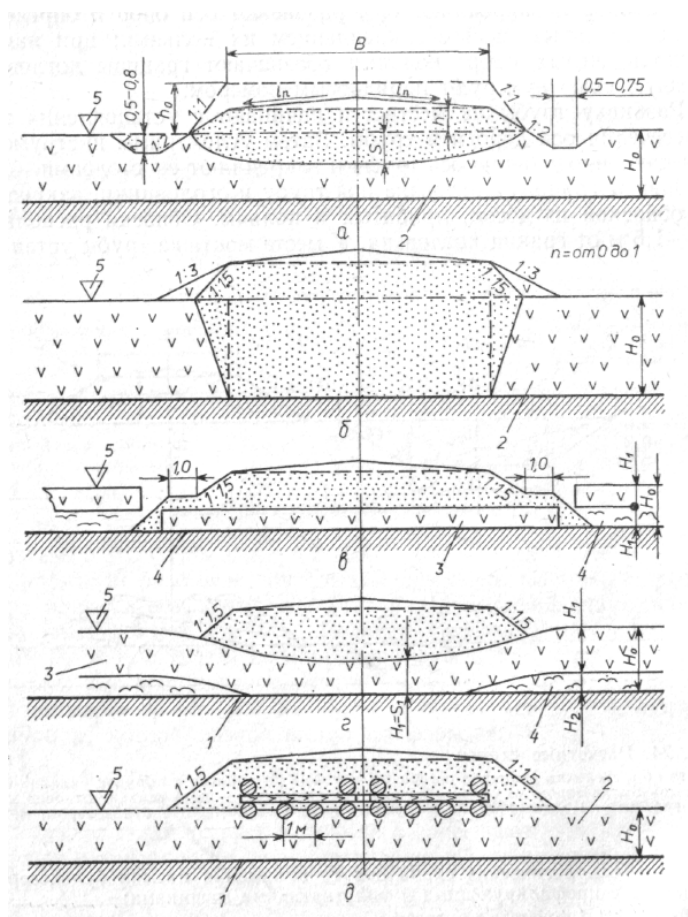


Рис. 25. Устройство земляного полотна на болотах:

- а – на болоте I типа, заполненном плотным торфом; б – на болотах I и II типов с полным или частичным выторфовыванием; в – на болотах III типа с плавающей слявиной с посадкой насыпи вместе со слявиной на минеральное дно; г – то же, но без устройства прорезей в слявине; д – с устройством еланей из дровяной древесины;
1 – минеральное дно болота; 2 – плотный торф; 3 – слявина; 4 – жидкий торф или сапропель; 5 – уровень болота

Технология возведения земляного полотна бульдозерами из бокового резерва и очередность операций приведены на рис. 22. Фронт работ в данном примере состоит из пяти захватов I-V. На первой захватке бульдозером 1 разрабатывают грунт в резерве и перемещают его для первого слоя в насыпь. Тем же бульдозером грунт разравнивают. На второй захватке пер-

вый слой грунта уплотняют катком 2 по кольцевой схеме, начиная от бровки к оси насыпи. Оптимальная толщина уплотняемого слоя и число проходов катка по одному месту зависит от его типа и вида грунта. Ориентировочное число проходов катка и оптимальная толщина слоя приведены в табл. 6. На третьей захватке разрабатывают, перемещают и разравнивают грунт второго слоя насыпи. На четвертой захватке производится профилирование верха земляного полотна прицепным или самоходным грейдером 3. На пятой захватке уплотняют второй слой насыпи катком 2 и профилируют дно резерва и откосы земляного полотна и резерва грейдером 3.

Таблица 6

Ориентировочное число проходов катка и оптимальная толщина слоя

Уплотняющие машины	Оптимальная толщина уплотняемого слоя в плотном теле, см		Ориентировочное число проходов уплотняющей машины по одному следу при оптимальной влажности грунта	
	Несвязный грунт	Связный грунт	Несвязный грунт	Связный грунт
Катки прицепные на пневматических шинах массой, т				
10-18	20 – 25	15 – 20	4 – 6	6 – 8
	15 – 20	10 – 15	6 – 8	8 – 12
15-25	35 – 40	30 – 35	4 – 6	6 – 8
	25 – 30	20 – 25	6 – 8	8 – 10
50	45 – 50	35 – 40	4 – 6	6 – 8
	35 – 45	25 – 30	6 – 8	8 – 10
Каток самоходный на пневматических шинах массой 10-18 т	-	25 – 30 15 – 20	-	6 – 8 8 – 10
Катки прицепные кулачковые массой до, т:				
8	-	15 – 20	-	6 – 8 8 – 10
20	-	25-30	-	6 – 8 8 – 12
Катки моторные тяжелые		20 – 25 15 – 20		8 – 10 10 – 12

Примечания:

1. В числителе приведены значения, необходимые при уплотнении грунта до коэффициента уплотнения 0,95, а в знаменателе – до 0,98.
2. Массу катков можно изменить путем загрузки их балластом.
3. Давление в шинах самоходного катка должно быть одинаковым во всех колесах катка.

Грунт в резервах разрабатывают по траншейно-полосной схеме. При отсыпке бульдозером насыпей способом продольного перемещения грунт берут из смежных выемок и, реже, из специальных карьеров.

Дальность перемещения грунта бульдозером не должна превышать 100 м; при большем расстоянии применяют скреперы и самосвалы.

Скреперами возможно отсыпать насыпи практически любой высоты. Разработка грунта и продольное перемещение в насыпь производится из выемок, специальных резервов и карьеров. Для большей производительности скрепера грунт обычно предварительно разрыхляют.

Дальность перемещения грунта скрепером колеблется в пределах для прицепных до 1 км, самоходных 1-3 км. При большей дальности перемещения грунта применяют самосвалы.

Для придания верху земляного полотна заданного профиля используют самоходные и прицепные грейдеры. Они же применяются для возведения насыпей высотой 0,7-0,75 м, планировки дна резерва и откосов насыпи и резерва.

После профилирования каждого слоя земляного полотна требуется уплотнение. Целью уплотнения грунта служит обеспечение требуемой плотности и прочности земляного полотна. Уплотнение грунта - это одна из наиболее ответственных технологических операций при возведении земляного полотна. Уплотнение грунта в насыпи выполняют по кольцевой (круговой) схеме последовательными продольными проходами с перекрытием ходов на 0,2-0,25 м.

Устройство земляного полотна лесовозных дорог и его конструкция на болотах зависят от типа болот, глубины, водного режима и наличия местных грунтов.

Болота по дорожно-строительной классификации делят на следующие типы:

I тип – заполненные торфом устойчивой консистенции от поверхности до минерального дна;

II тип – заполненные торфом неустойчивой консистенции, под которым находится болотный ил;

III тип – заполненные жидким торфом с плавающей торфяной корой (сплавиной).

При строительстве лесовозных дорог на болотах (рис. 24) необходимо учитывать значительные деформации торфяного основания от массы насыпи и временной нагрузки от лесовозного транспорта. Величина осадки в зависимости от влажности и разложения торфа может быть принята $S=(0,15...0,30)H_6$, где H_6 – глубина болота. Сооружение насыпей на болотах следует выполнять зимой.

На болотах I типа насыпи возводят без выторфовывания (рис. 23, а), а при устройстве усовершенствованных покрытий и глубине болот до 4 м с полным или частичным выторфовыванием (рис. 23, б).

На болотах II и III типов насыпи возводятся с посадкой сплавины на минеральное дно (рис. 23, в, г).

Большой эффект дает строительство насыпей на настилах и еланях (рис. 23, д). Благодаря равномерному распределению нагрузки на большую площадь значительно снижается осадка насыпи и облегчается отсыпка насыпи в летнее время.

Возводить насыпи можно зимой. Это позволяет продлить сезон строительства, повысить выработку дорожно-строительных машин, создать задел на лето, повысить производительность труда и снизить себестоимость дорожно-строительных работ на 10-15%. Наиболее хорошие результаты дает возведение насыпей из несмерзающихся и крупнообломочных грунтов, гравия и сухого песка. Возведение насыпей из глинистых грунтов эффективно при сосредоточенных работах по разработке больших выемок и карьеров круглосуточно экскаваторами. При возведении насыпи из смерзающихся грунтов (суглинков) необходимо обеспечить уплотнение слоя.

15. СООРУЖЕНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ИЗ ОПТИМАЛЬНОЙ ГРУНТОВОЙ СМЕСИ

Дорожные одежды из местных грунтов с добавкой к ним скелетных грунтов являются дешевыми и простыми. Важное значение имеет подбор грунтовой оптимальной смеси.

Оптимальная смесь образуется из различных по крупности частиц, взятых в определенном количественном соотношении, обеспечивающем повышенное внутреннее трение и сцепление между частицами, а также высокую плотность смеси. В таких грунтах песчаных частиц должно быть от 60 до 75%, пылеватых 15-25% и глинистых 5-10%. Смеси с частицами размером до 80 мм называются крупнозернистыми, с размером до 20-25 мм – среднезернистыми и с частицами размером до 3-5 мм – мелкозернистыми.

Оптимальные искусственные грунтовые смеси получаются смешиванием не более двух разновидностей грунтов.

Для составления оптимальной смеси предварительно следует определить гранулометрический состав грунтов на содержание в них основных фракций - песчаной, пылеватой и глинистой. На следующем этапе определяется в процентах необходимое количество привозного грунта.

Процент добавок из карьера песчаного или гравийного материала P к глинистым или пылеватым грунтам определяют по формуле

$$P = \frac{a - b}{a - d} 100(\%),$$

где a – количество пылеватых или глинистых частиц в грунте дороги;
 b – то же, но в карьерном грунте;
 d – максимально допустимое количество пыли или глины в оптимальной смеси.

При добавлении из карьера глинистых или суглинистых грунтов в песчаные величину P можно определить по формуле, приняв следующие условные обозначения: a – количество песчаных частиц в грунте дороги; b – то же в карьерном грунте; d – минимально допустимое количество песка в оптимальной смеси.

Значение, полученное со знаком «+», показывает возможность получения оптимальной смеси, но для этого необходимо, чтобы $a > d > b$ или $b > d > a$.

При составлении оптимального состава грунтов следует учитывать климатические условия. В основных зонах лесозаготовок, т.е. в районах избыточного увлажнения, рекомендуется в верхние слои песчано-глинистых смесей добавлять 15-20% гравия с частицами размером 2-20 мм, каменной мелочи и металлургических шлаков.

Последовательность выполнения операций по сооружению дорожной одежды из грунтовой оптимальной смеси: профилирование поверхности земляного полотна с придачей поперечного уклона в 30-40 %; рыхление поверхности земляного полотна на необходимую глубину; подвоз карьерного грунта; разгрузка и распределение грейдером привозного грунта по поверхности земляного полотна ровным слоем; перемешивание привозного грунта с местным; добавление гравийных и других каменных частиц по необходимости; профилирование и выглаживание поверхности земляного полотна; уплотнение.

Для выполнения операций необходимы автогрейдеры, дорожные фрезы, рыхлители или дисковые бороны, автомобили-самосвалы или скреперы, катки.

При выполнении работ необходимо учесть, что проходы фрезы следует чередовать с проходами автогрейдера, так как фреза хорошо перемешивает грунт в основном в вертикальном направлении. Основные технологические операции по устройству покрытия из оптимальных грунтов следует выполнять при влажности близкой к оптимальной. При низких значениях влажности необходимо предусмотреть увлажнение, а при высоких значениях влажности – естественное высушивание или применение добавок в виде извести.

Устройство грунтоулучшенных дорожных одежд. Для улучшения грунтового слоя дорожной одежды дорог скелетными материалами могут служить гравий и щебень. В этом случае при перемешивании и укатке происходит вдавливание гравия и щебня, образуется скелет, грунт же, заполняя промежутки, обеспечивает связанность, и водонепроницаемость уплотненного слоя смеси. При использовании гравия такие слои называются грунтогравийными, а щебня – грунтощебеночными.

Использование грунтогравия и грунтощебня, кроме экономии дорожно-строительных материалов, позволяет широко использовать материалы низкого качества. Для грунтощебня могут быть использованы плохо поддающиеся укатке местные каменные материалы (кварцит, металлургические шлаки). Применение рядового щебня низкопрочных каменных пород значительно упрощает технологический процесс переработки камня и приготовления смеси.

Технология строительства дорожных одежд из грунтов, улучшенных скелетными добавками, зависит от типа поперечного профиля. При серповидном профиле последовательность выполнения процесса строительства такая же, как и при сооружении дорожной одежды из грунтовой оптимальной смеси.

Если грунты земляного полотна несвязные, то их рыхления не требуется. При корытном или полукорытном профиле вместо операции рыхления производится устройство корыта. Вынутый грунт размещают на обочине.

Связные грунты можно улучшить постепенной россыпью добавок за несколько приемов слоем по 3-8 см. При этом процесс устройства покрытия состоит из следующих операций: профилирования земляного полотна с приданием уклона 20-30%, уплотнения грунта; вывозки скелетных добавок и разгрузки их по оси дороги; распределения добавок по всей ширине земляного полотна или на ширину проезжей части слоем 3-8 см; уплотнения.

Уплотнение покрытия может производиться катками или посредством систематического регулирования движения автопоездов в течение 2-3 недель после завершения строительства.

16. СООРУЖЕНИЕ ГРАВИЙНЫХ И ЩЕБЕНОЧНЫХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

В качестве строительных материалов можно применять гравий различных фракций и щебень по размеру зерен от 5 до 120 мм.

По крупности гравий делится на следующие фракции, мм: крупный 40-70; средний 20-40; мелкий 10-20; гравийная мелочь 3 (5)-10,

Прочность гравия характеризуется маркой по дробимости при сжатии в цилиндре Др₈, Др₁₂, Др₁₆, Др₂₄. Цифры указывают в процентах допустимую потерю в массе после испытания.

Марка гравия по дробности	Потери в массе после испытания, %	Ориентировочные значения прочности при сжатии, МПа
Др ₈	до 8	свыше 100
Др ₁₂	8 до 12	от 80 до 100
Др ₁₆	12 до 16	от 60 до 80
Др ₂₄	16 до 24	от 40 до 60

Гравий по морозостойкости делится на марки: Мрз₆₀, Мрз₂₅, Мрз₁₅. Марка гравия означает число циклов попеременного замораживания и оттаивания при испытании. Для гравия марок Мрз₁₅ и Мрз₂₅ потеря в массе после испытания должна быть не более 10%, а для Мрз₆₀ – не более 5 %.

Гравий в зависимости от гранулометрического состава делится на сортовой и рядовой. Сортовой гравий получается после разгрохотки карьерного материала через набор сит и удаления песчаных фракций размером менее 3 (5) мм, а также крупных зерен более 70 мм.

Рядовым гравием называется дорожно-строительный материал, полученный из карьерного материала удалением песчаных и грунтовых фракций менее 3 или 5 мм и зерен крупнее 40-70 мм.

При устройстве гравийного основания в два слоя в нижний слой укладывают более крупный материал, а в верхний – более мелкий. Гравийное основание следует хорошо уплотнять. Преимущество гравийного основания перед песчаным заключается в том, что гравий вывозится непосредственно на земляное полотно и после его разравнивания по нему могут перемещаться дорожные машины и транспортные средства. Если дальность перевозки гравия значительно превышает дальность доставки песка, гравийное основание укладывают на песчаный слой. Когда же разница в стоимости гравия и песка незначительна, выгоднее устраивать двухслойное гравийное основание.

При толщине покрытия более 25 см рекомендуется устраивать два слоя. Нижний слой покрытия не должен превышать 60% общей толщины дорожной одежды, он состоит из более крупного материала, а верхний слой – из более мелкого материала, так как крупные частицы легко выбиваются от движения транспорта, образуя выбоины покрытия.

Последовательность выполняемых операций при постройке гравийных покрытий:

- выравнивание грунтового основания автогрейдером с приданием ему необходимого уклона (при серповидном профиле) или устройством корыта и последующей укаткой;
- устройство песчаного слоя или другого основания, если оно предусмотрено для уменьшения толщины гравийного слоя;
- вывозка и распределение гравийного материала;
- профилирование верхнего слоя автогрейдером с тщательной проверкой поперечного профиля шаблоном;
- уплотнение дорожной одежды с легким увлажнением в сухую погоду.

Слои проезжей части уплотняют моторными катками с металлическими вальцами статического действия, вибрационными катками, а также катками на пневматических шинах. При первом проходе катка захватывается обочина на ширину не менее 0,5-0,6 м, чем обеспечивается устойчивость кромки покрытия. Неровности в виде волн и впадин исправляются снятием или добавлением гравийного материала с последующим уплотнением. Толщина слоя основания при уплотнении катком на пневматических шинах или тяжелым моторным катком (10-12 т) должна быть не более 25 см.

Уплотнение начинают от краев проезжей части, перемещаясь к середине с перекрытием предыдущей полосы на 0,2-0,3 м. Ориентировочное число проходов катка по одному месту при устройстве однослойного покрытия: легкого катка на подкатке 8-10, тяжелого катка на укатке 10-20; при двухслойном покрытии: нижний слой – подкатка за 6-10 проходов, укатка за 8-15 проходов; верхний слой – подкатка за 4-7 проходов, укатка за 5-8 проходов. Визуально достаточность укатки можно определить отсутствием следа от прохода катка и прекращением образования волн перед колесами катка

Примерный комплект дорожных машин для строительства 20 км двухслойной гравийной дорожной одежды в год состоит из двух автогрейдеров, двух пневмокотков (один 8 т, второй 16т), одного автополивщика, одного экскаватора для погрузки гравия на самосвалы. Количество самосвалов в зависимости от расстояния перевозки дорожно-строительного материала принимается расчетом.

В рабочую бригаду, при работе в 2 смены и темпе потока 125 - 150 м в смену обслуживания дорожной техники необходимо включить: автогрейдеров 4, операторов катков 4, экскаваторщиков 2, разнорабочих 2, слесарей 2. Всего, без учета шоферов самосвалов, дорожная бригада состоит из 14 чел.

Разработку притрассовых карьеров целесообразно вести силами подвижных машинно-карьерных отрядов, состоящих из нескольких специализированных бригад, оснащенных соответствующим оборудованием,

Для дробления камня в притрассовых карьерах при небольшом объеме работ используют передвижные дробильно-сортировочные установки (ДСУ). Передвижные ДСУ изготавливают в блочном и агрегатном исполнении. Различают ПДСУ малой (до 10 т/ч), средней (до 40 т/ч) и большой (100, 160, 200 т/ч) производительности. Эти ПДСУ (СМД-26, СМД-27, СМД-43А) отличаются хорошей маневренностью, простотой и удобством управления, небольшим количеством обслуживающего персонала.

При устройстве щебеночных дорожных одежд последовательность работ в соответствии с технологическими правилами.

В районах рекомендуется следующая: вывозка песка для подстилающего слоя; распределение песка по ширине земляного полотна; уплотнение песчаного слоя; вывозка щебня для нижнего слоя; разравнивание щебня в основании; уплотнение щебня с одновременной поливкой водой; вывозка щебня для верхнего слоя; распределение щебня при устройстве покрытия; разравнивание и профилирование покрытия под шаблон; уплотнение покрытия с поливкой водой до требуемой плотности.

В районах, где для устройства дорожной одежды имеются каменные материалы, целесообразно применять щебень, укрепленный по принципу заклинки. Дорожная одежда строится с проведением нескольких россыпей сортового щебня различных размеров и уплотнением каждой из них. При двухслойной дорожной одежде в верхний слой толщиной 10-15 см укладывают прочный и менее крупный щебень, в нижний слой толщиной 10-15 см – более слабый и крупный щебень размером до 12 см.

Вывезенный на место укладки щебень распределяют слоем требуемой толщины, выравнивают и уплотняют с учетом коэффициента уплотнения. Первый слой уплотняют так, чтобы создать устойчивость щебня. После уплотнения нижнего слоя рассыпают второй слой щебня в качестве расклинивающего материала. Если щебень нижнего слоя был размером 40-70 мм, для расклинки рассыпают щебень размером 20-40 мм, при щебне 70-120 мм расклинивают щебнем 40-70 мм. После его уплотнения для заклинки рассыпают третий слой щебня размером 10-20 мм и соответственно по крупному щебню рассыпают слой размером 20-40 мм.

В каждый период уплотнения применяют катки с постепенно увеличивающейся массой и удельным давлением. Для щебня прочных пород катки с металлическими вальцами применяют сначала массой 6 т, затем 10-12 и 10-18 т; если уплотняют катками с пневматическими шинами, сначала используют 10-16-тонные, затем 16-35-тонные; для менее прочного щебня - катки с металлическими вальцами массой 3-5 т, затем 6-8 т, если же катки с пневматическими шинами, сначала 10, затем 10-16-тонные.

Если невозможно достичь требуемого уплотнения, рекомендуется проводить следующие мероприятия:

- расклинивать нижний слой мелким щебнем или песком, обработанным в установках органическими вяжущими;
- разливать битум или деготь ($2-3 \text{ кг/м}^2$) перед россыпью щебня или распределять влажную смесь цемента с песком (1:4) из расчета 7-10 кг цемента на 1 м^2 ;
- заменять примененный для расклинки мелкий щебень, не обеспечивающий надлежащей связи частиц, другим, обладающим хорошими цементирующими свойствами (известняковым);
- заменять сильноокатанный щебень острогранным.

В первые 10-15 дней эксплуатации щебеночного покрытия необходимо вести за ними наблюдение, исправлять частичные мелкие повреждения и убирать разбрасываемую мелочь.

17. СООРУЖЕНИЕ ЗИМНИХ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

На зимних дорогах строительными материалами являются снег и лед. Для них характерны следующие физико-механические свойства:

Плотность – это отношение массы порции снега к ее объему. Плотность свежеснежавшего снега $0,1 \text{ г/см}^3$. Для эксплуатации лесовозных автопоездов плотность снега должна быть не менее $0,55 \text{ г/см}^3$. На степень уплотнения снега влияет температура.

Твердость снега определяет несущую способность снегового покрытия. Она характеризуется способностью снега сопротивляться проникновению твердого тела. Обычно целинный снег имеет твердость от $0,001$ до $0,01$ МПа. В уплотненном снежном покрытии автомобильной дороги твердость может достигать 10 МПа. Чем ниже температура и выше плотность, тем большее значение имеет твердость. Влажность снега. Процент воды в свежеснежавшем снеге колеблется в пределах от 1 до 25% . Количество воды зависит в основном от температуры воздуха и силы ветра в период снегопада. Наибольшее количество влаги содержится в снегу при температуре близкой нулю.

Пористость льда – отношение (в %) общего объема пузырьков и полостей к объему чистого, лишенного пузырьков льда. Плотность чистого пресного льда, лишенного пузырьков, составляет $0,9176 \text{ г/см}^3$ при температуре 0°C и $0,9377 \text{ г/см}^3$ при температуре 25°C .

Плотность льда, г/см^3 , в зависимости от пористости, %:

Пористость	89	78	67	56	46	35	13	2
Плотность	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9

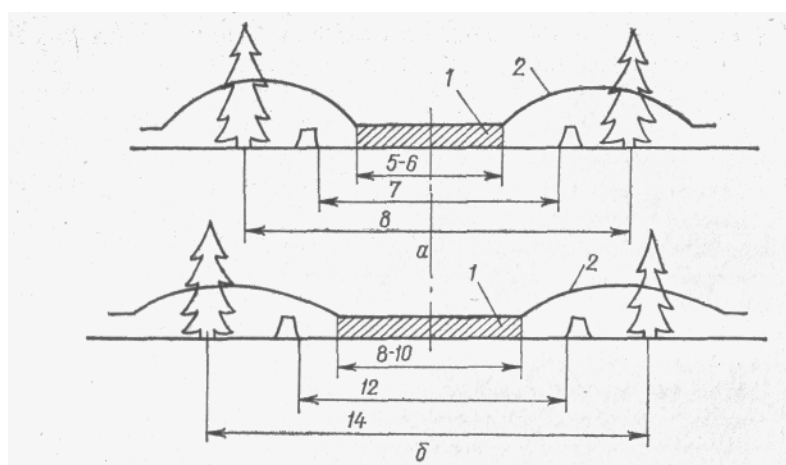


Рис. 26. Поперечные профили зимних лесовозных автомобильных дорог:

а – однополосной; б – двухполосной:

1 – проезжая часть из уплотненного снега или льда; 2 – снежный вал

Прочность льда представляет собой сопротивление действию нагрузок на изгиб, сжатие, растяжение и скалывание. На рис. 26 приведены поперечные профили зимних лесовозных автомобильных дорог.

Устройство зимних дорог. К зимним дорогам предъявляются следующие требования. На равнинном и слабопересеченном рельефе 1 руководящий подъем не должен превышать 30% и 50% при холмистом рельефе. Магистралы и основные ветки устраиваются двухполосными. С целью экономии рекомендуется устраивать полосы грузового и порожнего направлений в разных просеках, что значительно сократит длину порожнякового пути или объем земляных работ.

При прокладке зимних дорог земляные работы должны быть минимальными. земляное полотно желательно устраивать с нулевыми отметками, за исключением снегозаносимых участков. На порожнем направлении пни срезают заподлицо с землей на ширину земляного полотна, в грузовом направлении при высоте насыпей 0,5 м осуществляется корчевка пней, а при высоте 0,5-1 м пни срезают заподлицо с землей.

На хорошо промерзших сырых и заболоченных грунтах со слоем торфа до 1 м для ускорения промерзания необходима проминка дороги тракторами, а на болотах глубиной более 1 м основание дорог нужно усилить укладкой поперечных бревен длиной 5-6 м, толщиной 10-14 см через 0,4-0,7 м друг от друга. На глубоких, медленно промерзающих - болотах устраивают сплошные настилы из древесины. Ширина просеки на магистральных двухполосных участках составляет 14 м, на ветках 9-10 и на усах 6-8 м.

На кривых просеку следует уширять при радиусе $R = 200$ м на 3 м, при $R = 150$ м на 3,5 м и при $R = 100$ м на 4,5 м. Для устройства снежно-ледяных и ледяных дорог требуется большое количество воды.

Потребное количество воды Q , м³, на весь зимний сезон для поливки 1 км дороги определяется по формуле

$$Q = [bh(\gamma_1 - \gamma_2)1000]1,09$$

где b – полная ширина обледеняемой части дороги, м;

h – средняя толщина наращиваемого за сезон слоя льда, м;

γ_1 – требуемая средняя плотность льда на порожней части дороги, т/м³;

γ_2 – средняя плотность снега на дороге перед началом поливки, т/м³;

1,09 – коэффициент увеличения объема воды при замерзании.

До поливки необходимо осуществить проминку, планировку и промораживание полотна дороги. Проминку начинают при температуре воздуха не выше - 6°С, ведут ее круглосуточно. Дорогу проминают в пределах проезжей части равномерно и в три этапа. Сначала легкими (гусеничными

вездеходами ГТ-СМ, ГТ-Т), затем тяжелыми тракторами (ГТ-4, Т-100М) и, наконец, пропускают автомашину в сопровождении трактора.

Промежуток между работой легких и тяжелых тракторов зависит от температуры воздуха: при $t = 6-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ он составляет 12-14 ч, при $t = -16-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -2-3 ч. Проминка при сравнительно небольшой длине дороги производится сразу на всем протяжении пути, при длине 20 км и более дорогу разбивают на участки. Проминку считают законченной, если после прохода тракторов и автомобилей на проезжей части и обочинах не окажется заметных просадок. В летний период устраивают в необходимых случаях (местах) простейшие искусственные сооружения, обычно с клеточными опорами, а также подготавливают съезды к рекам, на которых предполагают устраивать ледяные переправы.

После проминки дорожное полотно обязательно планируют при помощи специального угольника или струга. Уплотненный и выровненный слой на сырых местах должен хорошо промерзнуть. Ледяное покрытие начинают создавать с наступлением устойчивых низких температур, а снежное – при выпадении снега достаточной толщины.

Поливка начинается после промерзания основания дороги, обеспечивающего безопасность проезда поливочных машин. Перед поливкой слой снега толщиной 6 см и более необходимо убрать с проезжей части дороги. Поливать дороги целесообразно при температуре воздуха от -6° до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наилучшие результаты дают поливки при температуре воздуха $-13...-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и умеренном ветре. При температуре воздуха $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение суток можно на дороге создать ледяную кору толщиной 20 см.

Режим поливки выбирают так, чтобы толщина ледяного покрытия составляла 6-8 см к началу движения. На 1 км дороги расход воды при ширине поливочной полосы 5-6 м составляет $340-450\text{ м}^3$ воды, скорость движения автополивщика 10-12 км/ч. На поливке наиболее производительной машиной является ВМ-6А, при расстоянии между пунктами водонабора 2 км производительность ее достигает $120-130\text{ м}^3$ в смену.

При устройстве дороги на уплотненном снежном основании не требуется корчевки пней и тщательной планировки поверхности земли. Высоту пней можно оставлять до 4-5 см над землей. К первоначальному уплотнению снега приступают после образования слоя снега толщиной не менее 30-40 см. Свежевыпавший снег имеет плотность от 0,01 до 0,2 г/см³, а слежавшийся, уплотненный – 0,2-0,4 г/см³. При вывозке леса автомобилями МАЗ-509 и КрАЗ-255Л плотность снега должна быть 0,5-0,55 г/см³, что соответствует твердости в пределах 1,2-1,5 МПа. Для получения такой плотности свежевыпавшего снега необходимо периодически его перемешивать на всю толщину с последующим уплотнением после каждого перемешивания с циклом чередования через 6-12 ч. При перемешивании сне-

га используют деревянные бороны (с балластом и без него) с зубьями, выступающими не менее чем на 30 см, металлические фрезы со скоростью вращения 350-400 об/мин или пустотелые ребристые катки с диаметром барабана 1,1-1,5 м, устанавливаемые перед трактором.

Для разрыхления и перемешивания снега первоначально 2 раза участок дороги проходят облегченной бороной, что обеспечивает разрушение естественной структуры снега, и затем уплотняют снег гладким катком массой 5-6 т. Через 6-8 ч снег снова разрыхляют и перемешивают загруженной бороной, фрезой или ребристым катком и повторно уплотняют. Большой эффект получается при уплотнении снега виброуплотнителями. Снежное полотно при этом имеет несущую способность покрытия свыше 2 МПа.

В последнее время для уплотнения снега используют снегоуплотняющую машину, состоящую из ребристого катка и виброуплотнителя, которая за один проход а по толстому слою рыхлого снега так уплотняет слой, что через 5-6 часов можно открывать движение груженых лесом машин. Дорогу из уплотненного снега на открытых местах устраивают на одном уровне со снежным покровом, и по мере его возрастания уровень дороги во избежание заносов снегом так же нужно поднимать.

Большой опыт в строительстве и эксплуатации зимних дорог имеют предприятия «ТЮМЕНЬЛЕСПРОМА». В зависимости от конкретных условий применяют снежно-ледяные и снежногрунтовые дороги. Для prolongирования срока действия заранее готовят земляное полотно, на заболоченных местах делают крепления деревянно-хворостяным настилом, при первых заморозках с полотна убирают снег, что способствует его промораживанию. С наступлением устойчивых низки температур на лесовозных дорогах наращивают ледяное покрытие толщиной 25-30 метров.

Устройство качественного ледяного покрытия, посыпка его опилками, отработанная технология наращивания и содержание льда позволяют леспромхозам продлевать вывозку древесины в апреле 12-15 дней.

18. ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Временные дороги (усы) образуют наиболее развитую транспортную сеть и занимают от общей протяженности автомобильных дорог более 80%. Они предназначены для приближения лесовозного транспорта к лесосеке и тем самым сокращают расстояние трелевки. Обычно усы имеют небольшой грузооборот, и общий срок их действия рассчитан до 1 года, а протяженность до 3 км. Это обстоятельство требует применения таких конструкций усов, которые при строительстве и содержании имели бы минимальные денежные и трудовые затраты. Одновременно с этим их прочностные качества должны надежно обеспечивать работу большегрузных автопоездов на базе МАЗ и КрАЗ.

Размещение усов в лесосеке и расстояние между ними принимают из расчета минимальных затрат на строительство и содержание уса и трелевку леса. Разбивку усов с учетом условий местности производит технорук или мастер.

Конструкция усов зависит от почвенно-грунтовых условий, наличия дорожно-строительных материалов, дорожно-строительной техники, интенсивности движения и массы автопоезда.

Имеющиеся временные дороги в зависимости от основания и покрытия подразделяются: на колейные из железобетонных плит или деревянных щитов на грунтовом основании; на колейные из деревянных щитов на шпальном основании; на колейные из деревянных плит ЛД-5; на гравийные; на грунтовые; на грунтовые, улучшенные добавками дренирующих и гравийных материалов; с покрытием или основанием из лесосечных отходов; на зимние снежно-уплотненные или снежно-ледяные; на зимние на грунтовом основании.

Рекомендации по выбору конструкции и основания временных дорог в зависимости от типа местности и применяемых автопоездов приведены в таблице 7.

К подготовке основания приступают после разрубки просеки и уборки сваленных деревьев. Выполняют следующие работы: срезание кустарников и подроста, уборку валежника и валунов, спиливание пней заподлицо с землей. Пни спиливают на ширину проезжей части дороги, которая должна быть не менее 4,5-5 м. На заболоченных участках необходимо укладывать настил из продольных или поперечных лаг.

При строительстве усов с деревянными переносными покрытиями и с покрытием из хворостяной выстилки желательно сохранить в основании уса растительный слой и корневую систему, так как нетронутый верхний слой грунта, пронизанный корневой системой древостоя, как бы армирует

грунт, является хорошей опорой для покрытия временных лесовозных автомобильных дорог (усов).

Таблица 7

Рекомендации по выбору конструкции и основания временных дорог в зависимости от типа местности и применяемых автопоездов

Вид покрытия	Вид основания в зависимости от типа местности			Тип эксплуатируемого автопоезда
	I	II	III	
Железобетонные плиты	Спланированный грунт	Земляное полотно	Хворостяная выстилка с засыпкой грунтом	ЗИЛ, МАЗ, КрАЗ
Деревянные щиты	То же	Шпалы	Продольные лаги и шпалы	ЗИЛ, МАЗ, КрАЗ
Деревянные гибкие ленты ЛД-5	То же	Хворостяная выстилка	Хворостяная выстилка по сплошному настилу из мелкотоварной древесины	ЗИЛ
Грунтовые	То же	Грунт по хворостяной выстилке	-	ЗИЛ, МАЗ
Гравийное и улучшенное грунтовое	То же	Хворостяная выстилка	Хворостяная выстилка	ЗИЛ, МАЗ, КрАЗ

Покрывтия временных дорог. Колейные железобетонные покрытия в зависимости от типа местности устраиваются в соответствии с рекомендациями табл. 8.

Колейные дороги с деревянным покрытием делят конструктивно на два типа: на покрытия из хлыстов, бревен или брусья (деревянно-лежневые) и из щитов.

При строительстве деревянно-лежневых усов на подготовленное основание раскладывают шпалы, а к ним деревянными нагелями, завершёнными штырями, хомутами, скобами, болтами крепят хлысты, бревна или бру-

ся в виде двух колесопрободов. Для выравнивания хлыстов или бревен колесопробода шпалы подтесывают. С внутренней стороны колесопробода укладывают колесоотбойные брусья из бревен большого диаметра, а между ними устанавливают распорки.

Предпочтительным деревянным покрытием является покрытие из различного вида инвентарных щитов, которые можно изготовить, уложить и разобрать с применением различного типа кранов и щитоукладчиков. Кроме того, щиты для строительства усов используют несколько раз.

Применяют несколько конструкций щитов; щиты с металлическими оголовниками ЛВ-11, деревянные щиты с нагельным креплением брусьев, щиты с болтовым креплением брусьев, гибкие ленты ЛД-5 и др.

Расход древесины при строительстве усов из инвентарных щитов увеличивается: на переувлажненных минеральных грунтах за счет укладки под щиты шпал через каждые 1,5 м; на сырых и заболоченных местах за счет укладки лаг с расстоянием между ними 0,9 м и поверх них шпал; на периодически увлажняемых болотах с торфом глубиной до 2 м и на сырых болотах, заполненных слабым торфом глубиной до 2 м, за счет устройства оснований в виде клеток из поперечных и продольных лаг. Величина дополнительного расхода древесины на 1 км в зависимости от грунтовых условий колеблется в пределах: для укладки щитов ЛВ-11 от 44 до 254 м³; для укладки нагельных щитов от 117 до 338 м³; для укладки лент ЛД-5 от 350 до 430 м³.

Временные дороги на хворостяном основании. Покрытие из лесосечных отходов рекомендуется применять на слабых грунтах сухих лесосеках, так как оно не обеспечивает устойчивой работы временных дорог в период увлажнения и в пониженных местах.

Перевозка сучьев и порубочных остатков к месту их укладки осуществляется погрузчиком ПГ-0.5Д или подборщиком сучьев ПСГ-3. При отсутствии механизмов для сборки и перевозки сучьев их обрубка производится близ устраиваемого уса. В этом случае; сучья укладываются на ус вручную.

Уложенные сучья и порубочные остатки уплотняют 4-5-ю проходами трактора. Все работы по устройству уса выполняет комплексная бригада. Толщина хворостяной выстилки составляет 60-90 см, в процессе уплотнения достигается значительная осадка хворостяной выстилки.

При строительстве уса в лесосеках с необеспеченным водоотводом хворостяную выстилку укладывают на сплошной поперечный; настил из вершинной части и дровяной древесины диаметром 8-16 см. Ширина настила 4,5-5 м. На сильно заболоченных участках необходимо укладывать продольные лаги, на которые укладывают поперечный настил, а затем хворостяную выстилку. При строительстве усов с хворостяной выстилкой как

с поперечным настилом, так и без него в весенний период или в период сильного увлажнения грунт под хворостяной выстилкой не просыхает длительное время. Это создает крайне неблагоприятные условия для работы усов на хворостяной выстилке. В отдельных случаях бывает целесообразно строить новый ус и прекратить эксплуатацию старого уса на переувлажненном основании.

Существует и другой метод применения усов с послойной укладкой порубочных остатков и грунта. На сплошной поперечный настил укладывают слой хвороста толщиной 10-15 см. Этот слой хвороста засыпают грунтом толщиной 5 см. Для засыпки сучьев грунтом используют бульдозер, который поперечными ходами со стороны надвигает грунт на слой сучьев, затем бульдозер разравнивает грунт в продольном направлении. На спланированный грунт снова укладывают слой сучьев, который уплотняют до толщины 14-15 см (рис. 27)

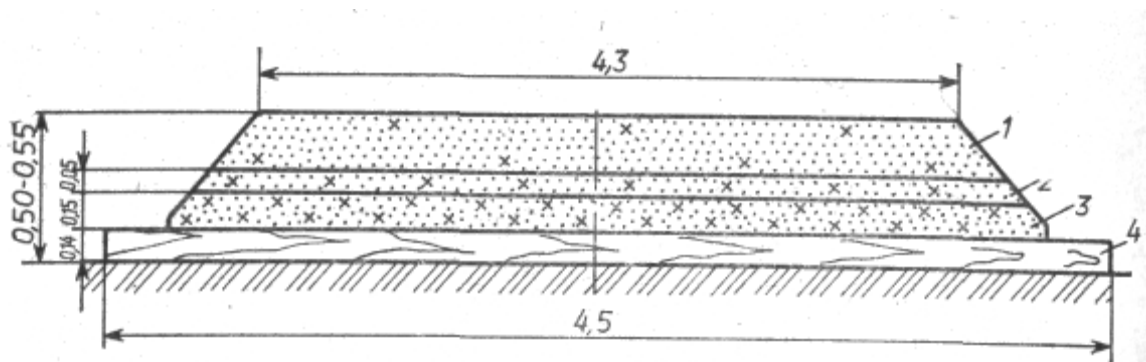


Рис. 27. Конструкция уса на хворостяной выстилке с прослойкой грунта: 1 – защитный слой из сучьев; 2 – слой грунта в смеси с сучьями; 3 – опорный еловый слой сучьев; 4 – поперечный настил

В зависимости от грунтовых условий продольный и поперечный настил устраивают сплошным или с расстоянием 15-30 см между лагами. Промежутки между лагами заполняют порубочными остатками. На хворостяную подушку отсыпается дренирующий грунт толщиной 15-20 см. Разравнивание грунта производится бульдозером, а уплотнение – катками и колесами автосамосвалов.

Ус такой конструкции (рис. 28) благодаря дренирующему слою из порубочных остатков легко пропускает через себя влагу, быстро проветривается и обеспечивает необходимую несущую способность покрытия для пропуска лесовозных автопоездов.

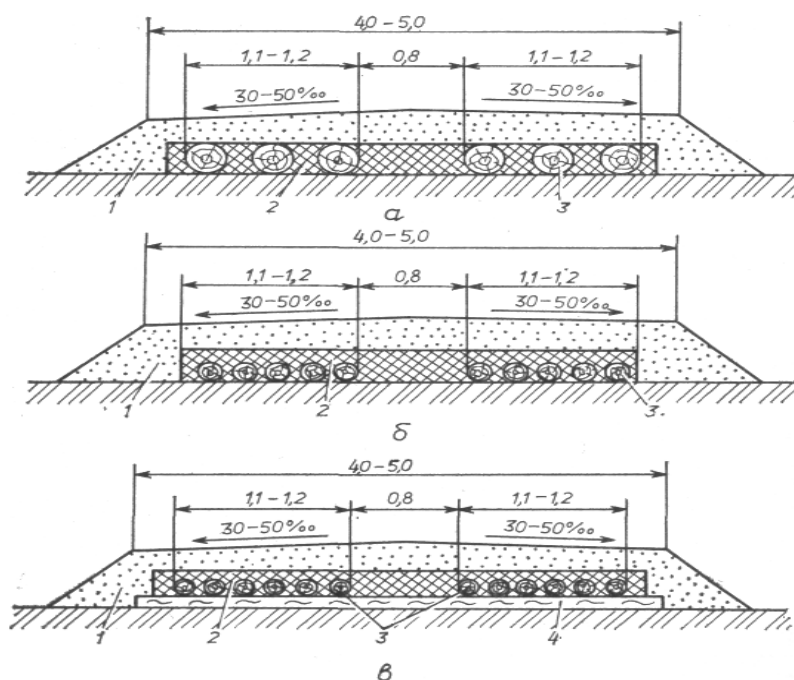


Рис. 28. Конструкция уса на хворостяной выстилке с прослойкой грунта: а – на сырых участках с поперечным уклоном местности менее 1:25; б – на сыт участках с поперечным уклоном более 1:25; в – на неглубоких болотах, заполненных плотным торфом до дна; 1 – грунт; 2 – хворост; 3 – лежни; 4 – поперечный настил.

Строительство лесовозных усов с гравийным покрытием на хворостяной выстилке производится в лесосеках, где расстояние доставки гравийной смеси не превышает 10 км. Укладка хворостяной выстилки производится так же, как и ранее. Поперечный настил укладывают в зависимости от несущей способности грунтов (рис. 29). Грунтогравийный материал можно отсыпать только на уплотненную хворостяную подушку. Толщина отсыпки грунтогравийного слоя составляет в уплотненном состоянии 10-12 см. Расход на 1 км дороги 500-700 м³ грунтогравия. Ширина хворостяной выстилки 5-6 м, проезжей части и грунтогравия 4 м. В местах разъездов делаются уширения – хворостяная выстилка 8-9 м, проезжая часть из грунтогравия 6 м.

Заслуживает внимания строительство усов в Архангельсклеспроме, где 50% площади лесосырьевой базы относится к III типу местности. В Хайнозерском леспромхозе для строительства приняты два типа усов: из инвентарных щитов ЛВ-11 и хворостяные. Первая часть уса строится из щитов ЛВ-11, продолжение его в виде хворостяного покрытия. Такая технология сооружения усов снижает затраты труда, техники материалов и при любой погоде гарантирует вывозку.

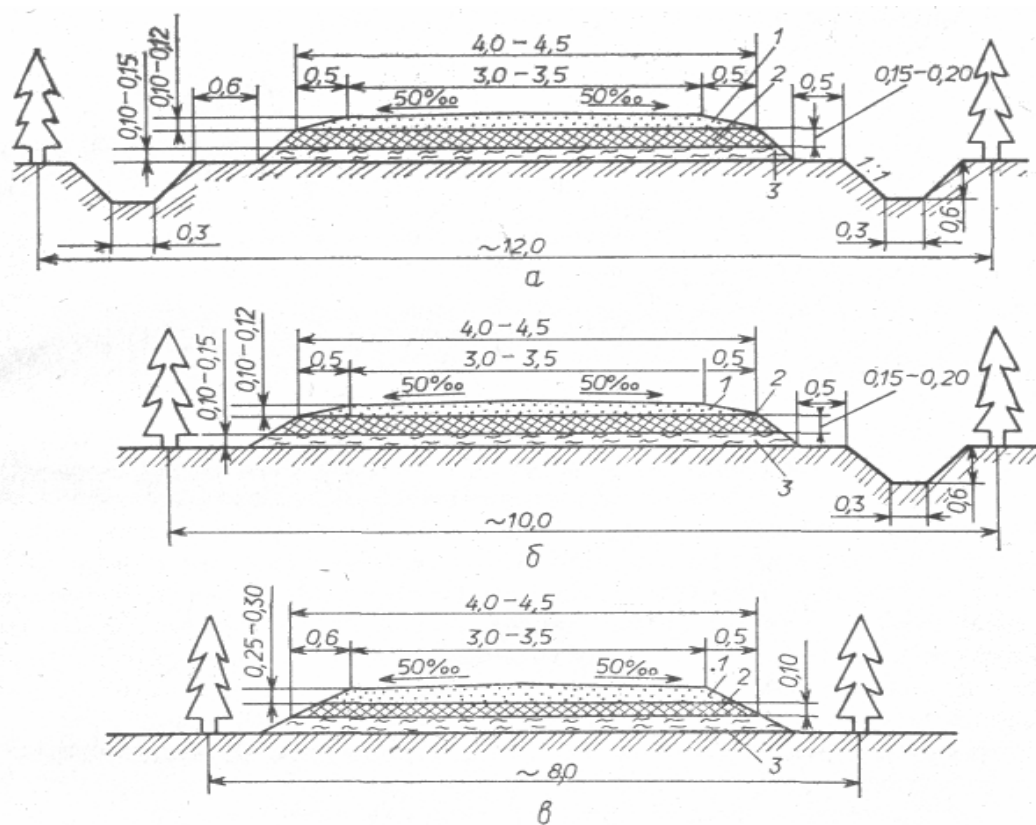


Рис. 29. Конструкция усов с хворостяной выстилкой с засыпкой грунтогравием:

- а – на сырых участках с необеспеченным отводом поверхностных вод при поперечном уклоне местности менее 1:25; б – на сырых участках с необеспеченным отводом поверхностных вод при поперечном уклоне местности более 1:25; в – на неглубоких болотах, заполненных плотным торфом до дна:
 1 – грунтогравий; 2 – хворост; 3 – поперечный настил

В хорошую погоду лесовозы работают на хворостяном усе, в дождливую – на участке из инвентарных плит. В этом же леспромхозе укрепление усов сучьями производится и в зимнее время. Такая конструкция зимних усов значительно продлевает срок их действия в весенний период. Слой сучьев выполняет роль теплоизолирующего материала. По таким усам, примыкающим к магистралям летнего действия, древесину вывозят до середины мая.

19. ТЕХНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И СДАЧА ДОРОГИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

В ходе строительства дороги и искусственных сооружений осуществляется постоянный контроль за качеством выполняемых работ. При этом руководствуются СНиП III-40-78 «Правила производства и приемки работ. Автомобильные дороги».

При контроле за качеством возведения земляного полотна проверяют: правильность размещения осевой линии поверхности земляного полотна в плане и профиле; плотность естественного основания; однородность и плотность грунта в слоях насыпи; ровность поверхности и параметры поперечного профиля земляного полотна; ширину земляного полотна, крутизну откосов; возвышение насыпи на величину осадки; правильность выполненных водоотводных, дренажных сооружений и укрепления откосов.

На дорогах с щебеночным, гравийным и шлаковым покрытиями проверяют на каждом километре плотность, толщину слоя на расстоянии 1-1,5 м от края дорожного покрытия; через каждые 100 м в трех поперечниках определяют ровность поверхности.

На дорогах, построенных из укрепленных грунтов, 1 раз в смену проверяют плотность, влажность грунтов, зерновой состав, число пластичности, степень размельчения глинистых грунтов, влажность грунтов.

Контрольную проверку контактирования плит сборного покрытия с основанием (выравнивающей прослойкой) осуществляют перед стыковкой соединений поднятием одной из ста уложенных плит не реже 1 раза в смену. Превышение краев смежных плит сборного покрытия следует проверять в трех поперечниках на 1 км.

Строительная организация при сдаче выполненных работ представляет следующую техническую документацию: исполнительные чертежи сдаваемых конструктивных элементов дороги; журналы производства работ; акты освидетельствования скрытых работ; акты о производстве геодезическо-маркшейдерской разбивки; журналы лабораторного контроля производства работ; акты испытаний строительных материалов и контрольных образцов.

При приемке выполненных работ производят освидетельствование работ в натуре, контрольные замеры, проверку результатов производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, записей в журналах производства работ и при необходимости производят дополнительные испытания.

Комиссии предоставлено право не принимать дорогу, отдельные участки или сооружения в эксплуатацию, если установлено, что отдельные виды работ или конструктивные элементы выполнены с нарушениями ра-

бочих чертежей, технических условий или по отдельным показателям обнаружены отклонения, превышающие установленные СНиПОМ допуски.

Транспорт леса

Курс лекций по разделу «Сухопутный транспорт леса»

Составитель Абдулжабарова И.К.

Технический редактор О.Г. Куклина

ИД № 06318 от 26.11.2001

Подписано в печать 25.12.06. Формат 60х90 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ.л. 5,1. Уч.-изд. л. 10,0. Тираж 50 экз. Заказ

Издательство Байкальского государственного университета
экономики и права.

664015, Иркутск, ул. Ленина, 11.

Отпечатано в ИПО БГУЭП.