

Тема №4: Строительство и усиление военных дорог.
Занятия 1: Строительство и усиление военных дорог.

Учебные вопросы.

- 1.Последовательность возведения земляного полотна.**
- 2.Строительство улучшенных грунтовых, гравийных и щебеночных покрытий.**
- 3.Строительство мостовых из булыжного и колотого камня.**
- 4.Строительство водопропускных сооружений.**

I вариант.

- 1. Факторы, влияющие на строительство дорог в болотистой местности местности.**
- 2. Оборудование брода.**

II вариант.

- 1. Порядок постройки дорог на заболоченных участках при наличии мохо-дернового покрова.**
- 2. Виды водопропускных сооружений.**

III вариант.

- 1. Виды покрытий (настилов) на болотах для усиления проезжей части.**
- 2. Порядок устройства водопропускных труб.**

Вопрос №1. Последовательность возведения земляного полотна.

Постройка дорог включает:

- возведение земельного полотна;
- устройство дорожных покрытий;
- постройку водопропускных сооружений.

Земляное полотно - проезжая часть дороги с примыкающими к ней двумя обочинами и кюветами, линии границ которого называются бровками земляного полотна



Рис. 1.4.1. Основные элементы конструкции военных автомобильных дорог

При отсутствии кюветов земляное полотно ограничивается откосами, крутизна которых назначается исходя из условий обеспечения устойчивости грунтового массива.

Земляное полотно служит основанием для дорожной одежды .

Должно обеспечивать:

- необходимую прочность в течение всего периода эксплуатации дороги;**
- предохранять дорожное покрытие от воздействия грунтовых и ливневых вод;**
- выравнивать полосу местности для получения плавного очертания поверхности, на которую укладывается дорожная одежда.**

Это достигается:

- обеспечением отвода поверхностных вод, необходимым возвышением бровки дорожного полотна над поверхностью земли и уровнем грунтовых вод;**
- устройством земляного полотна из устойчивых грунтов с тщательным их уплотнением.**

Характеризуется:

- формой, размерами (ширина сверху, понизу);**
- положением бровки относительно поверхности местности (высота насыпи или глубина выемки);**
- крутизной откосов,;**
- наличием, видом и размерами водоотводных и осушительных устройств;**
- видом и состоянием грунта, из которого оно возведено.**

Технические требования:

- обеспечивать требуемую безопасность автомобильного движения;**
- соответствовать по прочности, устойчивости и размерам требованиям эксплуатационных показателей живучести и надежности дороги;**
- исключать просадки, пучинообразования и ограничивать деформации до допустимых величин;**
- содержаться минимальными силами и средствами, в том числе и при ликвидации снежных и песчаных заносов;**
- допускать применение простой технологии, полной механизации;**
- возводиться при минимальных трудо- и энергозатратах;**
- вписываться в окружающий ландшафт местности**

Работы по возведению земельного полотна подразделяют на подготовительные и основные.

К подготовительным работам относят:

- закрепление оси дороги;
- расчистку дорожной полосы на необходимую ширину;
- разбивку земельного полотна.

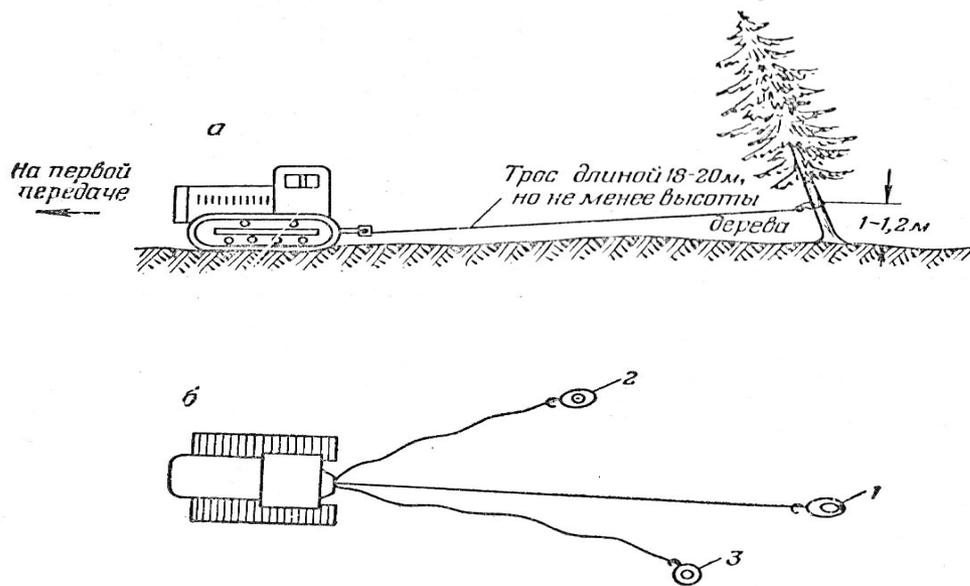
Основные работы включают:

- рыхление грунтов;
- профилирование земляного полотна при устройстве его в нулевых отметках;
- возведение насыпей и устройство выемок;
- устройство водоотвода.

Подготовительные работы:

Закрепление оси дороги на прямых участках производят путем забивки осевых кольев через каждые 100 м (на пикетах). На длинных участках, кроме того, на расстоянии 0,5 – 1,0 км устанавливают вехи. На кривых закрепляют вершины углов поворотов, положение середины кривой, начальные и конечные точки кривых. Для сохранения положения разбивочных кольев во время производства работ делают выноску их на обрезы, по обе стороны от оси дороги.

Расчистка дорожной полосы: валку леса производят бульдозерами, тракторами, корчевальными лебедками. В густых лесах, а также зимой деревья спиливают моторными, электрическими или ручными пилами.

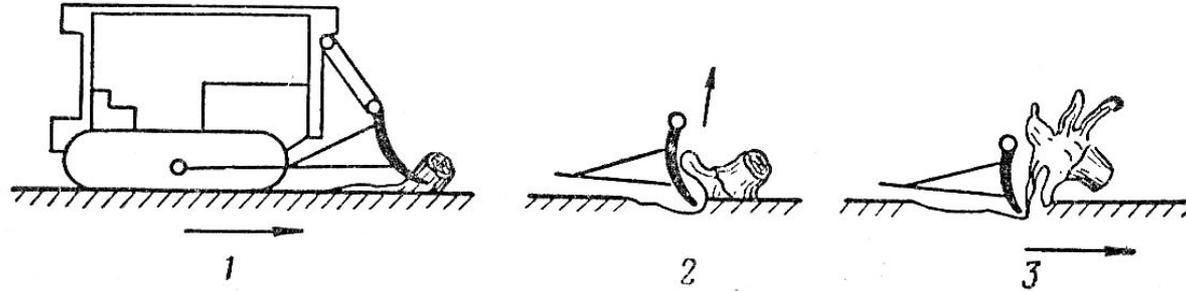


Валка деревьев трактором прямой тягой;
а — одного дерева; б — последовательная валка трех деревьев



Кустарник и мелкие деревья срезают кусторезами и бульдозерами. Очистку дорожной полосы от леса и кустарника производят на ширину, равную расстоянию между наружными бровками кюветов, увеличенную на 1 м с каждой стороны дороги.

Корчевку пней производят тракторами с помощью троса и бульдозерами за один прием при диаметре пней до 15 – 20 см или за три приема при диаметре пней более 20 см, а также взрывным способом.



Корчевка пней бульдозером
(цифрами указана последовательность корчевки)

На участках насыпей корчевка пней обязательна при высоте возводимой насыпи менее 0,5 м. При высоте возводимой насыпи более 0,5 м пни срезают на расстоянии от уровня земли не более чем на 20 см.

Удаление камней объемом до 1 м³ производят бульдозерами, камни объемом до 1,5 м³ удаляют тракторами с тросами. Более крупные камни предварительно дробят взрывами зарядов ВВ. Камни удаляют лишь в тех случаях, когда слой отсыпаемого грунта над крупными камнями будет менее 0,5 м. Крупные камни на участках насыпей могут не удаляться, а зарываться в открытые рядом ямы, при этом насыпной грунт вокруг камней должен тщательно уплотняться.

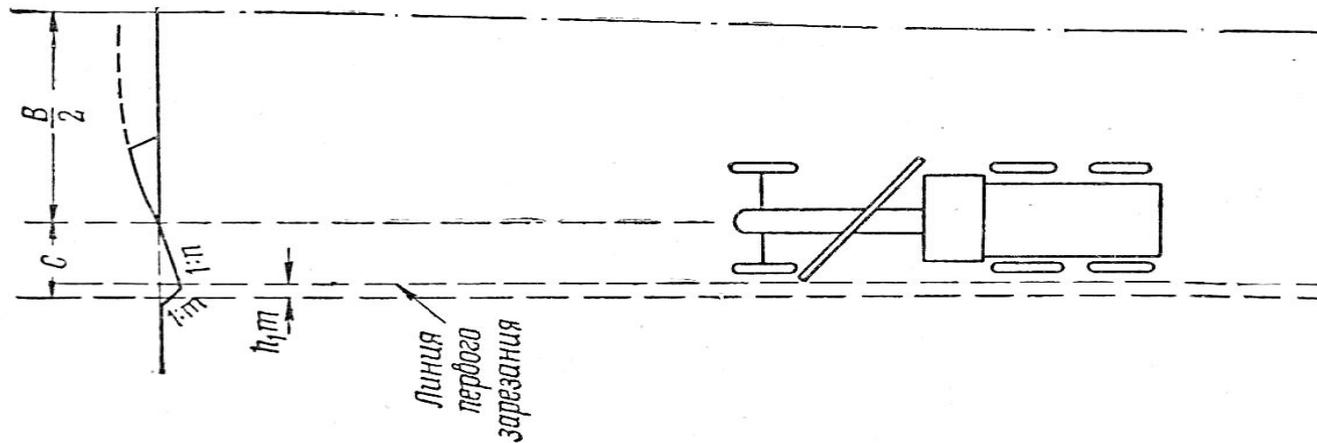
Расчистку дорожной полосы в зависимости от объема работ производят одновременно с выполнением земляных работ.

Разбивка земляного полотна: разбивку профилировочных работ, выполняемых автогрейдерами или грейдерами, производят путем забивки кольев по оси дороги и по наружным бровкам кюветов, а также по линии первого зарезания через 20 – 50 м один от другого.

Линию первого зарезания намечают на удалении от оси дороги, равном:

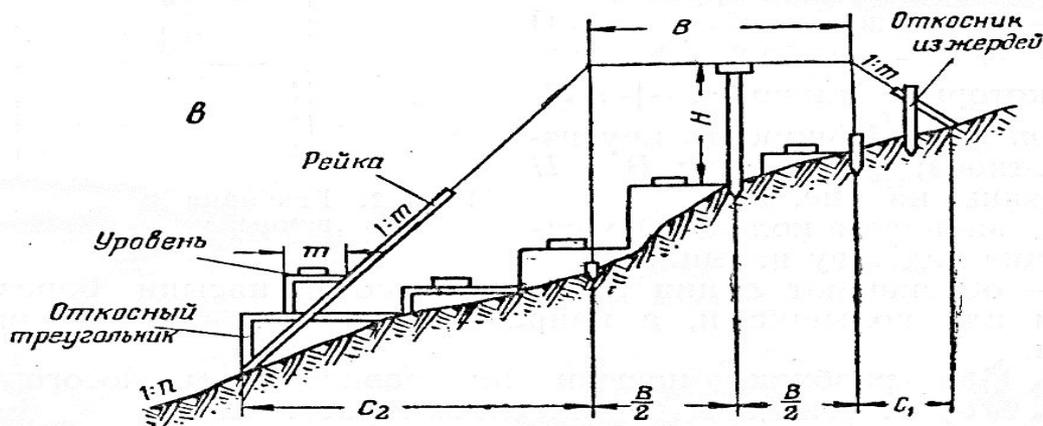
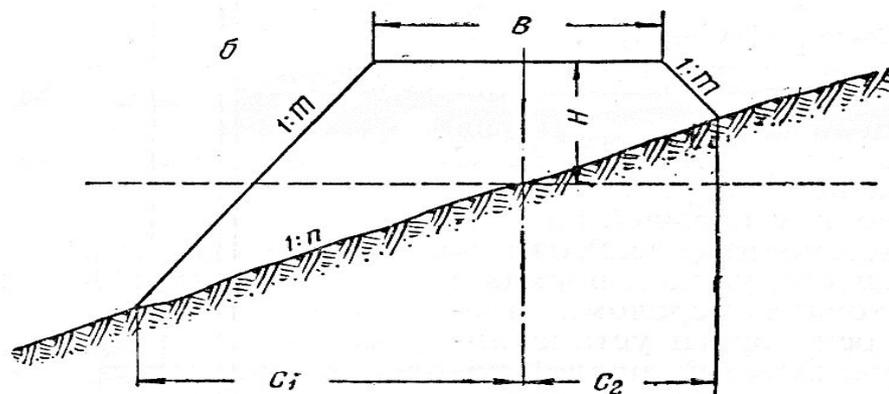
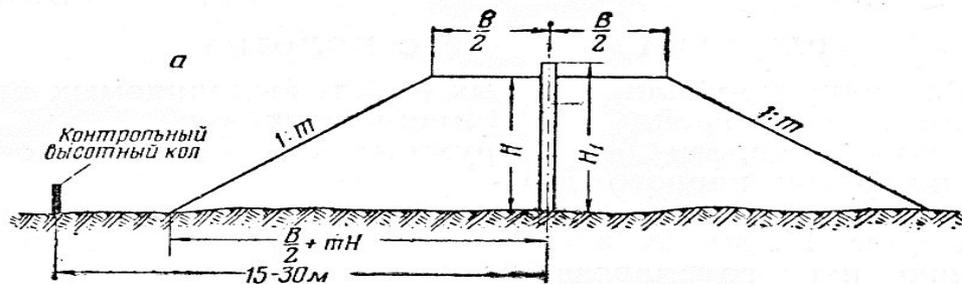
$$X = B/2 + C - h_1 m,$$

где h_1 – глубина зарезания автогрейдера (грейдера) за один проход;



Разбивку насыпей на равнинной местности выполняют в следующем порядке:

- в точках перелома профиля по оси дороги устанавливают колья высотой, равной рабочей отметке земляного полотна с учетом осадки грунта;
- отмеряют в обе стороны от оси расстояния, каждое из которых равно: $B/2 + mH$, где m – коэффициент крутизны откоса;
- забивают колья, обозначающие подошву насыпи;
- обозначают линии подошвы откосов насыпи бороздами или колышками, а направление откосов – откосниками.



Разбивка насыпей:

а — на равнинной местности; б — на равномерном косогоре; в — на неравномерном косогоре

При разбивке насыпи на равномерном косогоре от оси дороги откладывают расстояния:

- в сторону низкого откоса

$$C_1 = n/n - m(B/2 + mH),$$

- в сторону верхового откоса

$$C_2 = n/n + m(B/2 + mH),$$

Линии подошвы обозначают кольями.

При разбивке насыпи на неравномерном косогоре откладываемые заложения откосов насыпи C_1 и C_2 предварительно определяют графически по вычерченным в масштабе 1:100 поперечным профилям.

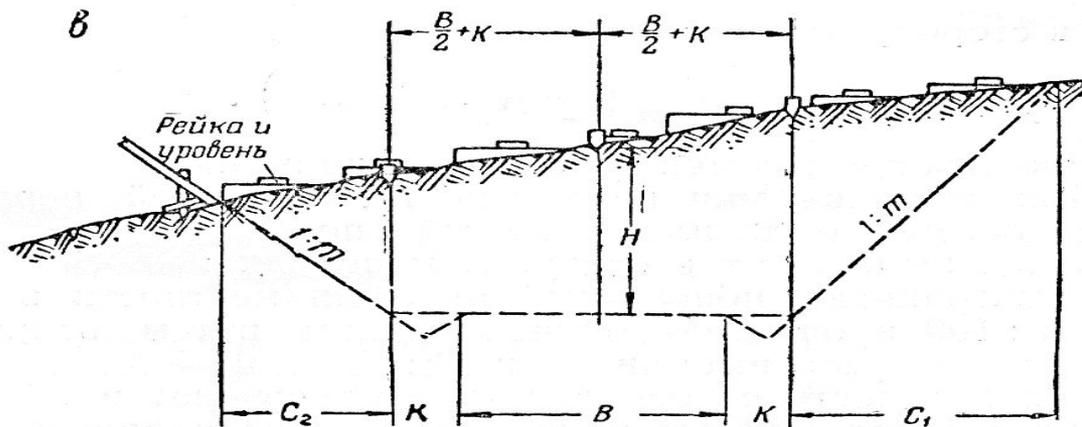
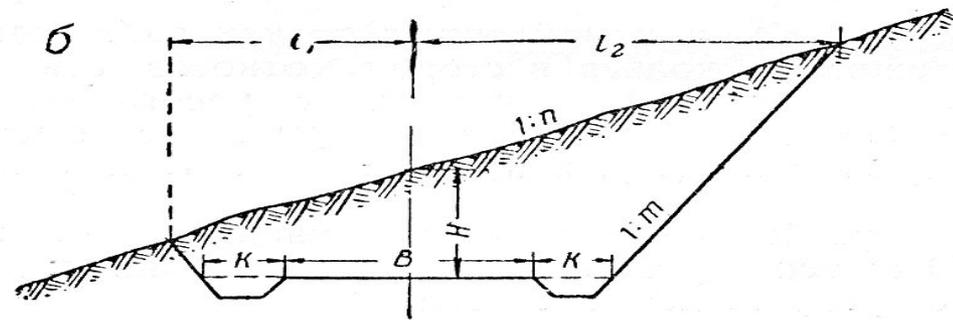
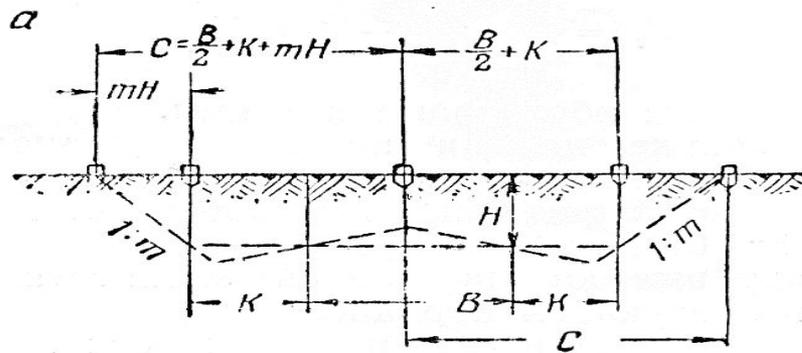
Разбивку выемки на ровной местности производят в следующем порядке:

- от сетевого кола перпендикулярно оси дороги откладывают рулеткой в обе стороны расстояние, равное половине ширины дорожного полотна ($B/2$) плюс ширина кювета поверху (K), и в найденных точках забивают колья;
- от забитых кольев в сторону откосов откладывают рулеткой по тому же перпендикуляру расстояние, равное произведению коэффициента крутизны откоса выемки (m) на глубину выемки (H), и в полученных точках забивают колья.

Линии бровок выемки обозначают кольями.

Разбивку выемки на местности, имеющей неравномерную косогорность или ломанный поперечный профиль, выполняют в следующем порядке:

- вычерчивают поперечный профиль местности в масштабе 1:100 и определяют графическим путем величины заложений откосов выемки C_1 и C_2 ;
- на местности от оси дороги откладывают в обе стороны расстояния, равные половине ширины дорожного полотна плюс ширина кювета поверху, и забивают в полученных точках колья, от которых затем откладывают расстояния, соответствующие заложениям откосов выемки C_1 и C_2 .



Разбивка выемок:

а — на ровной местности; *б* — на равномерном косогоре; *в* — на неравно-

мерном косогоре

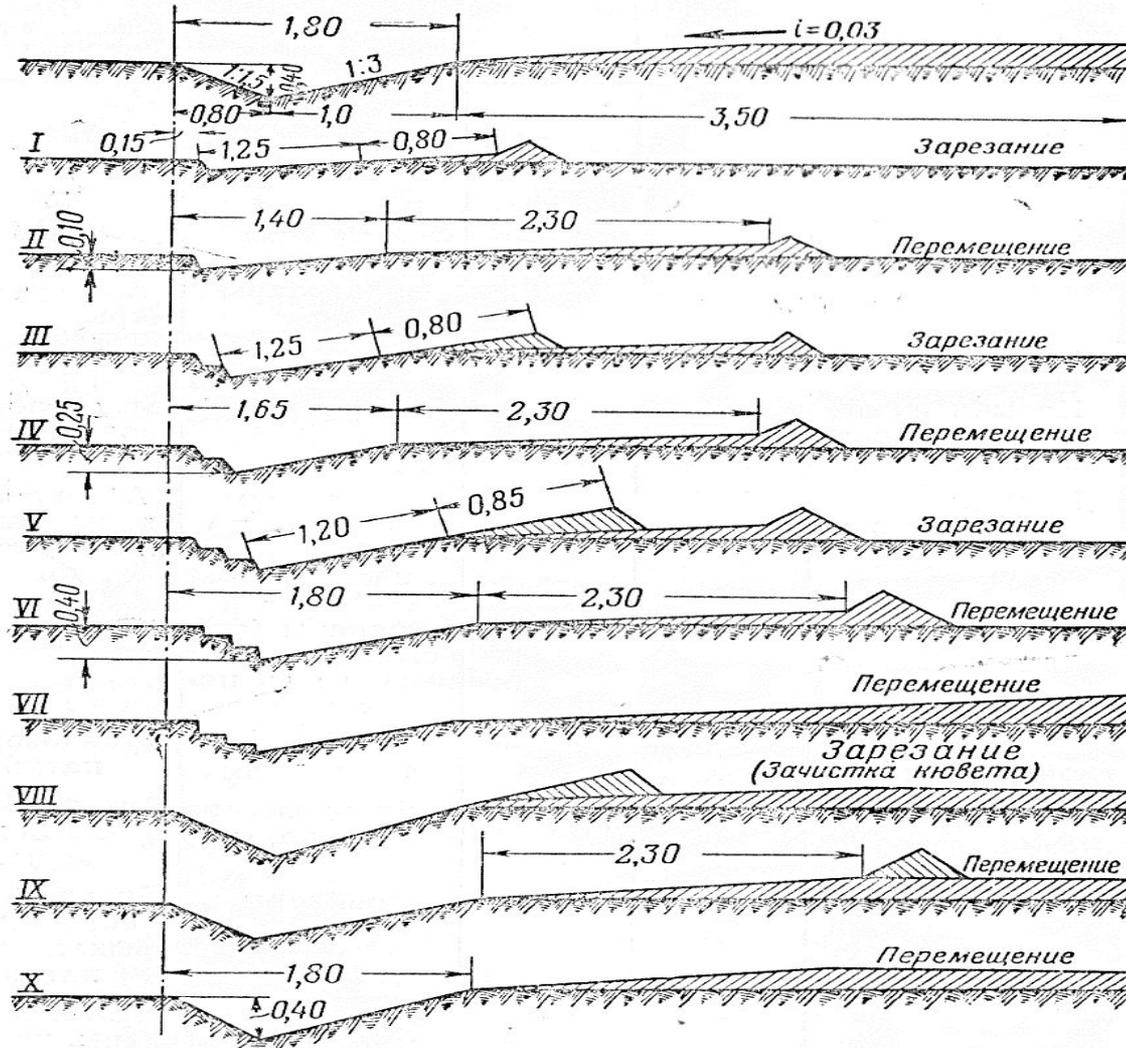
При разбивке земляного полотна на косогорах расстояния от оси дороги до подошв откосов откладывают с помощью рейки, уровня и откосного треугольника. При постройке земляного полотна дорожными машинами высотные колья не выставляют, а производят поверочное нивелирование в процессе работ с выставлением временных высотных колеев (вешек) в местах, где они не мешают работе машин. Контрольные высотные колья устанавливают на расстоянии 15 – 30 м оси дороги. В процессе возведения земляного полотна при достижении отметок, близких к проектным, производят окончательную поверочную разбивку.

Основные работы:

Рыхление грунтов производят с целью повышения производительности землеройных машин. На участках профилирования рыхление плотных грунтов осуществляют лишь в местах устройства кюветов. Рыхление обычных грунтов производят рыхлителями и плугами, а каменистых грунтов – взрывным способом.

№ п/п	Тип земляного полотна и способы его возведения	Высота насыпи или глубина выемки в м	Дальность перемещения Грунта в м	Рациональные средства механизации	
				Основные машины	Вспомогательные машины
1	Профилирование и простружка	До 0,3	-	Автогрейдеры (грейдеры)	Рыхлители, катки
2	Насыпи из боковых резервов	До 0,75	-	То же	То же
3	Насыпи из боковых резервов или выемок	До 1,5	До 50, на Уклонах до 100	Бульдозеры	Автогрейдеры, рыхлители, катки
4	Насыпи из боковых резервов или выемок	До 3	100-600	Скреперы	Бульдозеры, автогрейдеры, катки
5	Насыпи из боковых резервов или выемок	До 3	До 50	Бульдозеры и скреперы	Автогрейдеры, рыхлители, катки
6	Насыпи из выемок и карьеров	-	Более 600	Экскаваторы, автомобили	Бульдозеры, катки
7	Выемки	Различной глубины	До 100 Более 100	Бульдозеры Скреперы	Автогрейдеры, бульдозеры

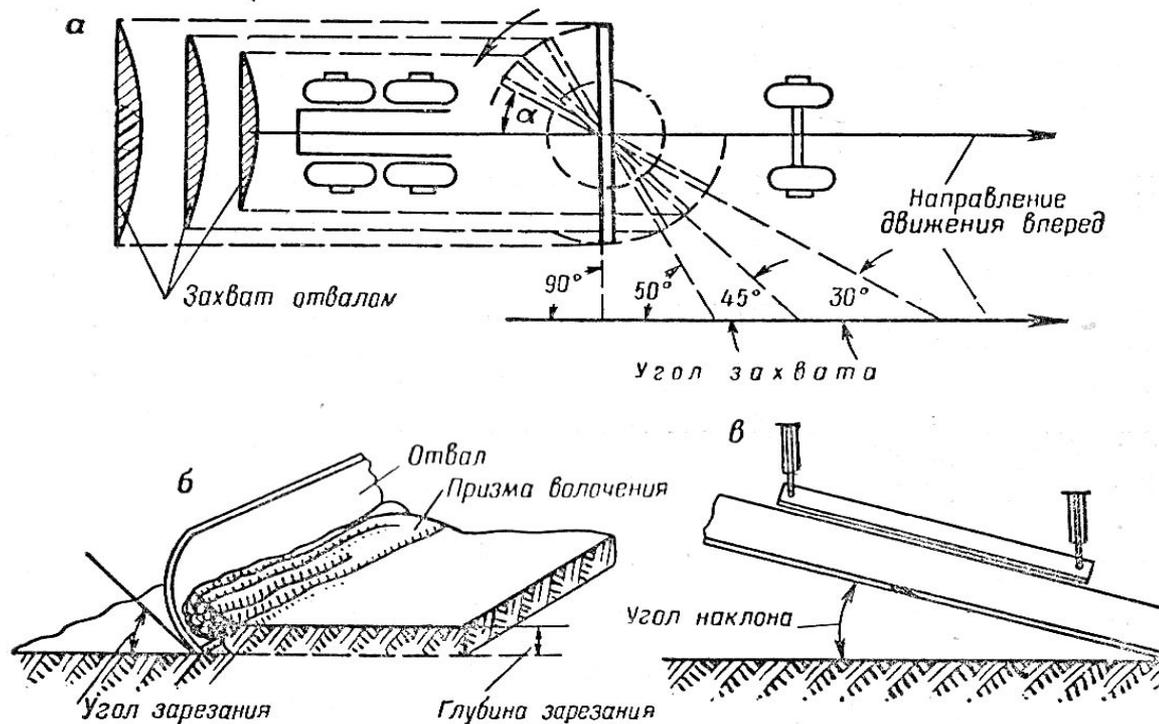
Профилирование земляного полотна: последовательность выполнения работ для получения правильного профиля земляного полотна в нулевых отметках устанавливается схемой профилирования. Схему профилирования составляют в соответствии с заданным поперечным профилем, технической характеристикой применяемых машин и характером грунта.



Примерная схема профилирования грунтовой дороги

Производительность работы грейдера зависит от правильной установки его отвала, предварительного рыхления грунта, а также применения удлинителя отвала и откосника. Установка отвала характеризуется углом захвата, углом зарезания, углом наклона.

Величина угла зарезания устанавливают: при зарезании $35 - 40^\circ$, при боковом перемещении грунта $40 - 50^\circ$, при разравнивании и планировке $50 - 90^\circ$. Величину угла зарезания в зависимости от категории грунта устанавливают в пределах $40 - 65^\circ$. Величина угла наклона зависит от вида операции, очертания поперечного профиля дороги, характера грунтов и составляет при зарезании $11 - 15^\circ$.



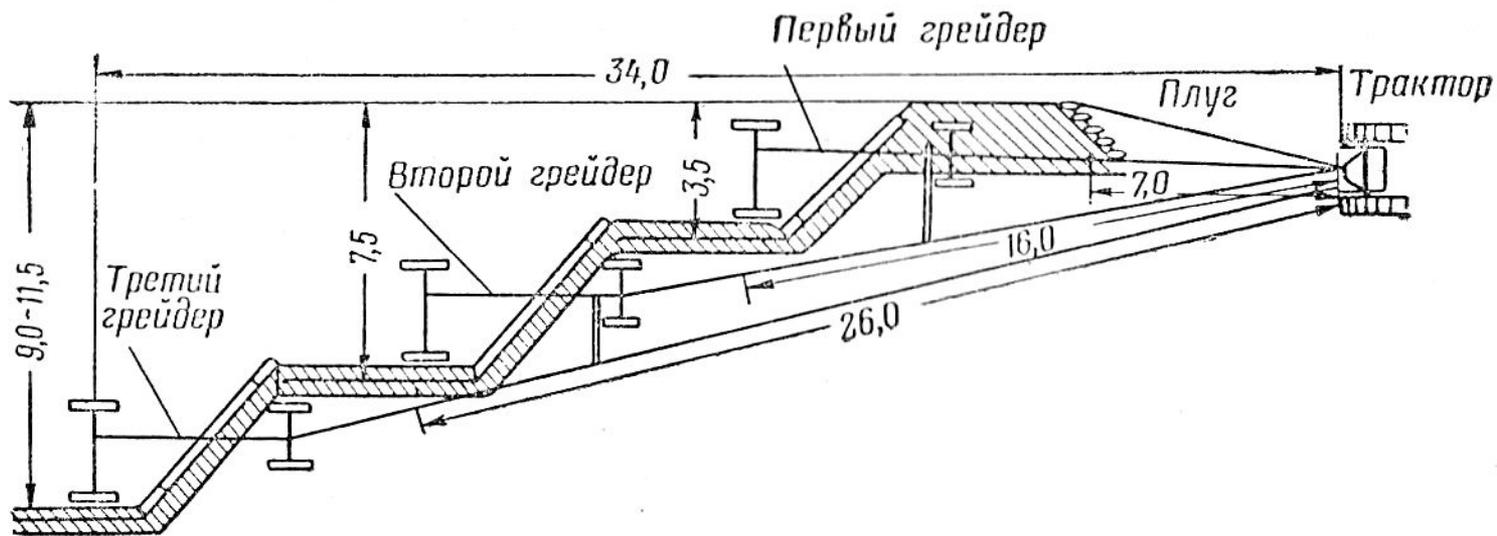
Установка отвала грейдера:

a -- угол захвата; *б* -- угол зарезания; *в* -- угол наклона

При большом объеме работ для профилирования земляного полотна создают отряды с включением в каждый из них автогрейдеров нескольких типов. В таких отрядах более тяжелые машины работают в основном на зарезании, а более легкие, снабженные удлинителями отвала – на перемещении и разравнивании грунта.

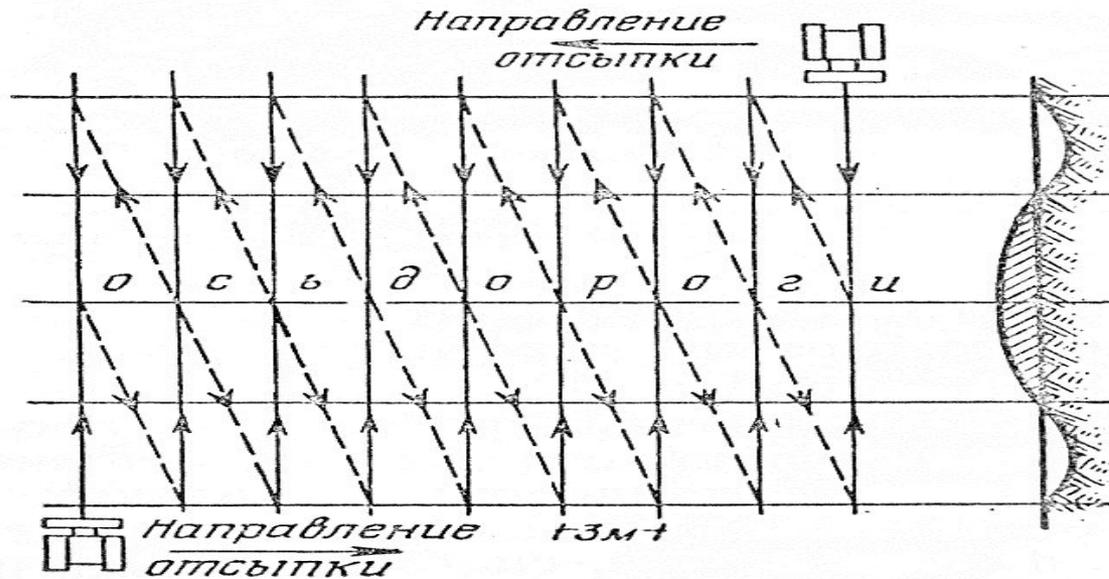
При профилировании земляного полотна автогрейдеры (грейдеры) производят движение замкнутыми оборотами по участку длиной 800 – 1500 м (рабочий участок).

С целью более полного использования тяговых возможностей трактора профилировочные работы целесообразно производить агрегатом (сцепом) из нескольких машин. Каждый агрегат состоит из двух – трех грейдеров и многодискового плуга на прицепе у трактора.



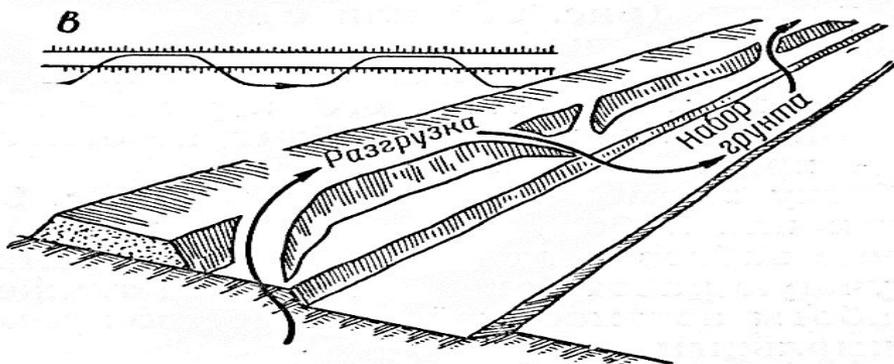
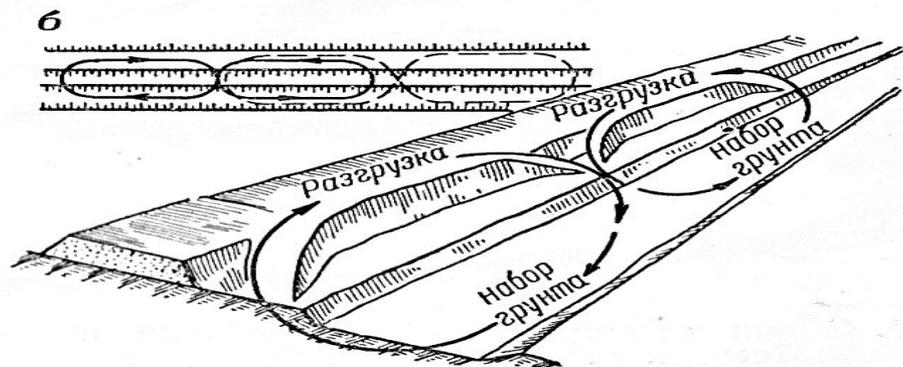
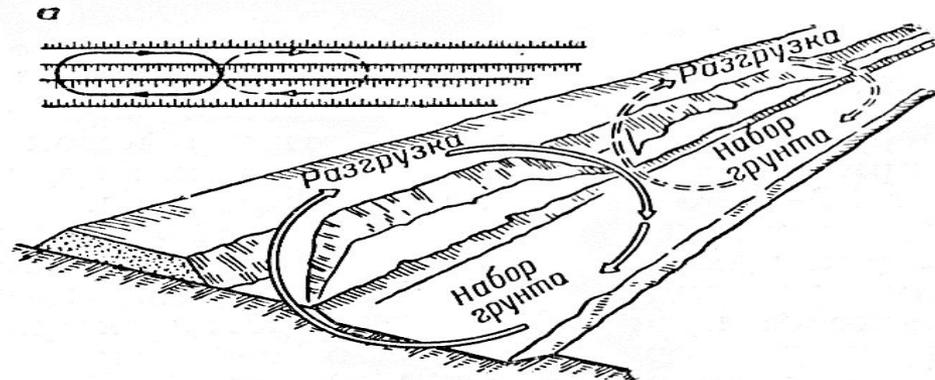
Профилирование земляного полотна сцепом из трех грейдеров и плуга

При устройстве полотна бульдозерами с неповоротным отвалом они двигаются при рабочем ходе перпендикулярно оси дороги и возвращаются в забой задним ходом под непокрытым углом к оси.



Профилирование земляного полотна бульдозерами. Сплошными линиями показаны рабочие ходы, а пунктирными — холостые

Грунт, перемещенный на полотно, разравнивают продольными проходами бульдозера. Для ускорения работы ее следует производить не менее чем двумя бульдозерами, работающими одновременно с каждой стороны дороги. При постройке дорог методом простружки применяют автогрейдеры. Схема профилирования отличается при этом от обычной тем, что грейдеры начинают движение от оси дороги и грунт перемещают на обрезы.



Отсыпка насыпи по различным схемам:
 а — по «кольцевой»; б — «восьмеркой»; в — «змейкой»

Возведение насыпей и устройство выемок

производят при помощи бульдозеров.

Для возведения насыпей высотой более 1,5 м из боковых резервов или для разработки выемок глубиной более 1,5 м при необходимости перемещения грунта на расстоянии более 50 – 100 м применяют скреперы.

При отсыпке насыпей скреперами забор грунта производят из резерва или в смежной выемке. В зависимости от расположения резервов и мест выгрузки или отсыпки грунта, а также от протяженности участка земляных работ движение скреперов организуют по схемам: «кольцевой», «восьмеркой», «змейкой».

При возведении насыпей необходимо:

- отсыпку производить горизонтальными слоями на всю ширину насыпи; толщину слоя принимать в зависимости от способа уплотнения;
- верхние слои насыпи, а при высоком уровне грунтовых вод и нижние слои насыпи по возможности отсыпать из дренирующих грунтов, не допуская беспорядочной отсыпки грунтов в насыпь с различными дренирующими свойствами;
- организовать движение машин, отсыпающих насыпь, так, чтобы они равномерно по всей ширине насыпи уплотняли грунт.

При разработке выемок необходимо:

- разработку грунта вести наклонными слоями или траншейным способом;
- обеспечивать водоотвод на всех стадиях производства работ.

Уплотнение грунта производят прицепными вибрационными катками, катками на пневмошинах, гладкими и кулачковыми катками и требующими плитами.

Толщину отсыпаемых слоев и требуемое количество проходов или ударов по месту при работе различных уплотняющих машин для достижения оптимальной плотности грунта определяют по таблице:

Тип машин	Толщина слоя уплотнения в м	Число проходов или ударов по одному Месту в зависимости от вида грунта			
		Глинистый и тяжело-суглинистый грунт	Суглинистый и пылеватый грунт	Супесчаный грунт	Песчаный грунт
Гладкие прицепные катки весом 2,5-4, 5 т	0,15 – 0,20	10	8	7	5
Кулачковые прицепные катки весом 3-5т	0,2 – 0,30	10	8	6	-
Катки на пневмошинах весом до 10 т	0,3 – 0,4	8	7	6	5
Трамбующие плиты весом 1,5 т:	0,65	6	5	4	2
а) при падении с высоты 1 м					
б) при падении с высоты 2 м	0,9	4	3	2	1

- Устройство водоотводов:** отвод воды обеспечивают приданием уклона разрабатываемым слоям и траншеям, устройством в необходимых местах временных канав, заблаговременной отрывкой на косогорах нагорных канав, началом разработки выемок и резервов с низовой стороны.
- При постройке земляного полотна в зимнее время необходимо:**
- насыпи отсыпать, как правило, из гравелистых, щебенистых, песчаных и супесчаных грунтов и не допускать попадания в них снега и льда;
 - следить, чтобы содержание мерзлых комьев в отсыпаемом грунте не превышало 30-50% по объему, а размер их был не более 1/2 толщины отсыпаемого слоя;
 - количество и площадь разрабатываемых резервов и карьеров назначать минимальными;
 - грунт в основном разрабатывать экскаваторами, а рыхлить взрывным способом;
 - работы вести непрерывно (на небольших участках), не допуская замерзания отсыпаемого грунта.

Время начала смерзания влажного грунта, определяют по таблице:

Температура наружного воздуха в градусах	- 5	- 10	- 20	- 30 и ниже
Примерное время начала смерзания грунта в минутах	90	60	40	20

Вопрос №2. Строительство улучшенных грунтовых, гравийных и щебеночных покрытий.

***Построенные грунтовые дороги* улучшаются добавками (песком, суглинком, ракушкой, дресвой, гравием, щебнем, кирпичным боем, шлаком и другими местными материалами) выполняют двумя способами:**

- постепенным введением (вдавливанием) добавок в грунт земляного полотна (при применении серповидного профиля дорожного покрытия);**
- смешением добавок с грунтом земляного полотна (при применении полу корытного или корытного профилей) при наличии временного объезда.**

Улучшение грунтовых дорог способом постепенного введения добавок

производят при наличии естественного влажного грунта или после дождя.

При этом работы выполняют в следующем порядке:

- профилируют земельное полотно автогрейдерами или грейдерами;**
- уплотняют проезжую часть катками или движением автомобилей;**
- распределяют с помощью автогрейдера, распределителя щебня или вручную добавки равномерно по всей ширине дорожного полотна (слоем 3-5 см);**
- вдавливают катками или движущимися по дороге автотранспортом добавки в грунт.**

После полного вдавливания добавок последние операции повторяют до получения необходимой толщины слоя.

Улучшение грунтовых дорог способом смешения производят в следующем порядке:

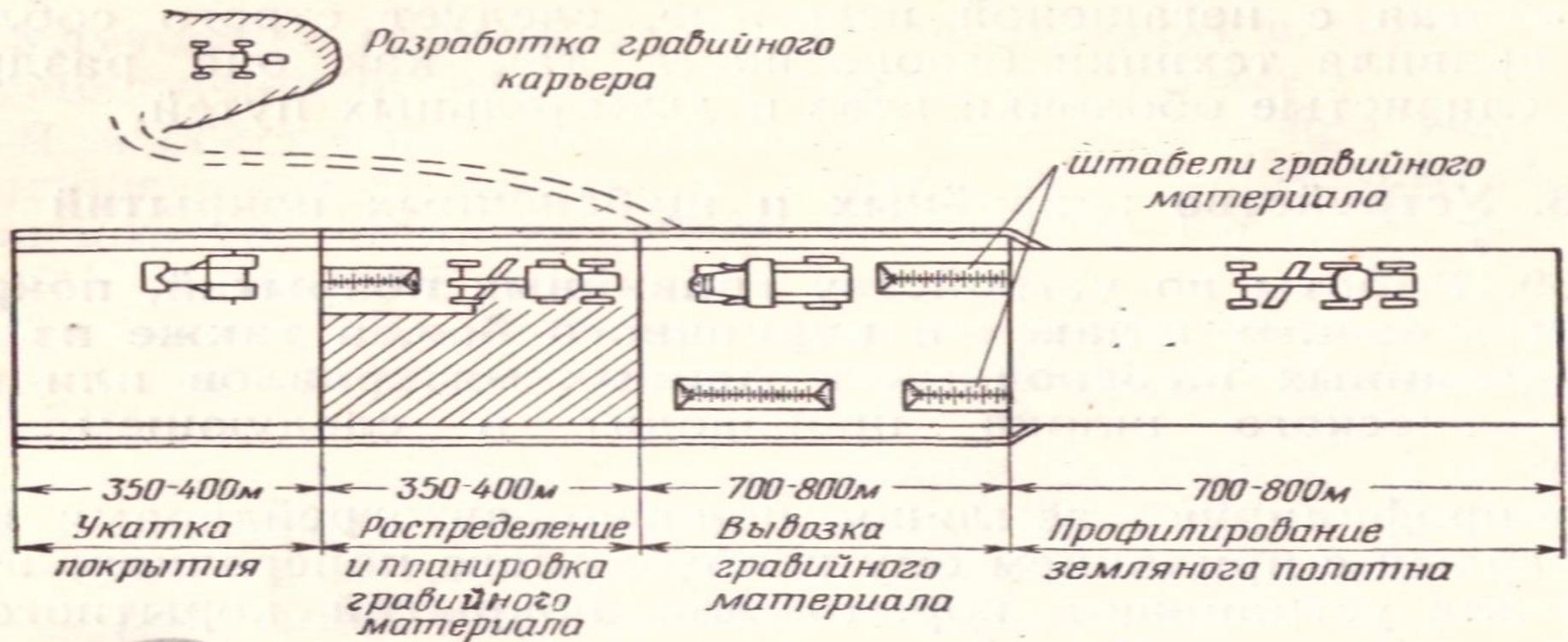
- устраивают автогрейдером или грейдером полукорыто (корыто);**
- вывозят добавки на обочины, а при отсутствии движения – непосредственно в полукорыто (корыто);**
- разрыхляют слой грунта на необходимую глубину кирковщиками, рыхлителями или фрезами;**
- распределяют добавки равномерно по всей ширине дорожного полотна (проезжей части дороги) автогрейдерами и грейдерами;**
- перемешивают добавки с грунтом фрезами или автогрейдерами;**
- распределяют автогрейдерами или грейдерами перемешанный материал ровным слоем по ширине проезжей части дороги с соблюдением заданного поперечного профиля;**
- уплотняют смесь катками или движением автомобилей.**

Для обеспечения быстрого формирования покрытий в сухую погоду перемешанный материал поливают водой в количестве 2-3 л на 1 м².

Работы по устройству гравийных покрытий, покрытий из топочных шлаков и кирпичного боя, а также из несортированных щебеночных каменных материалов или металлургического шлака производят в следующем порядке:

- профилируют земляное полотно автогрейдерами или грейдерами с приданием ему необходимого поперечного профиля или устраивают корыто для покрытий корытного и полукорытного профилей;
- уплотняют грунтовое основание катками или движением автомобилей;
- подвозят, распределяют и планируют на проезжей части материал покрытия;
- уплотняют покрытие.

Схема постройки однослойного гравийного покрытия.



Разгрузку материала для покрытия производят на обочины, а при отсутствии движения — сразу на проезжую часть или в корыто, образуя длинные штабели (валы) с разрывами в пониженных местах для обеспечения стока воды.

Распределение материала по полотну дороги производят бульдозерами, автогрейдерами или грейдерами. В процессе распределения при необходимости производят смешение основного материала с добавками. При этом материал покрытия и добавки собирают автогрейдерами или грейдерами в продольные валики, которые затем разравнивают. Эти операции повторяют до тех пор, пока состав материала покрытия не сделается однородным (примерно за 6—12 круговых проходов).

Планировку россыпи с приданием ей требуемого поперечного профиля производят автогрейдером или грейдером за 2—3 круговых прохода.

При устройстве двухслойных покрытий нижний слой покрытия уплотняют катками весом 5—6 т за 15—20 проходов катка по одному месту, а верхний слой — за 8—10 проходов.

При недостатке катков ограничиваются прикаткой покрытия за 3—5 проходов катка по одному месту. При отсутствии катков уплотнение россыпей, как исключение, производят движением автомобилей.

Толщина уплотняемого слоя (в плотном теле) при укатке катками не должна превышать 15—18 см, а при уплотнении движением автомобилей— 10—12 см.

Работы по устройству щебеночных покрытий производят в следующем порядке:

- устраивают корыто и отрывают ровики для дренажных воронок;
- доставляют материал для устройства нижнего слоя покрытия и заполнения воронок;
- разравнивают, планируют и укатывают материал нижнего слоя покрытия; заполняют воронки дренирующими материалами и закрывают их;
- доставляют материал для устройства покрытия верхнего слоя, разравнивают, планируют и укатывают его;
- рассыпают и укатывают клинед;
- рассыпают и укатывают каменную мелочь;
- отделяют обочины;
- устраивают защитный слой.

Верхний слой щебеночного покрытия при толщине его менее 15 см устраивают в один прием, а при толщине более 15 см — в два приема. После первой россыпи и разравнивания щебня производят его уплотнение легкими и средними катками (весом 5—8 т) без расклинивающих материалов. После второй россыпи и разравнивания щебня верхнего слоя покрытия производят его уплотнение сначала легкими, а затем тяжелыми катками (весом 8—12 т) с введением в покрытие в 2—3 приема расклинивающих материалов (сначала клинца, а затем каменной мелочи и высевок) и поливкой водой. При мягком расклинивающем материале укатку производят только легкими катками. Норма расхода расклинивающих материалов составляет не менее 20 м³ на 1000 м² покрытия.

Расход воды при уплотнении составляет 1,5—2,5 л на 1 м² покрытия.

После устройства верхнего слоя производят планировку обочин автогрейдером или грейдером и устраивают защитный слой из песка или высевок толщиной 1,5 см.

При укатке щебеночного покрытия необходимо соблюдать следующие правила:

— уплотнение щебеночной россыпи вести от кромок проезжей части к оси дороги;

— наибольшее количество проходов катка делать у кромок проезжей части на ширине 1—1,4 м;

— смещение катка по ширине проезжей части производить после 3—4 проходов его по одной полосе (перекрытие полосы при смещении катка не должно быть более 0,4—0,5 ширины вальца катка);

— во время уплотнения щебеночного слоя обнаруженные просадки исправлять добавкой щебня под каток.

.

Признаками достаточности уплотнения щебеночного слоя являются:
до введения расклинивающего материала:

— отсутствие волны перед вальцами катка и заметного следа после прохода катка;

— исчезновение подвижности щебенки под ногами проходящего человека;

— легкий ход катка;

после введения расклинивающего материала:

— полная заклинка клинца в промежутках между щебенками, однородность и монолитность покрытия;

— щебенка крупностью 50—60 мм, брошенная под валец катка, должна дробиться, а не вдавливаться в покрытие

Работу по усилению производят в следующем порядке:

— очищают покрытие от пыли и грязи;

— киркуют покрытие сплошь (если слой щебня усиливаемого покрытия не менее 8,5—10 см) или продольными бороздами на глубину 3—5 см;

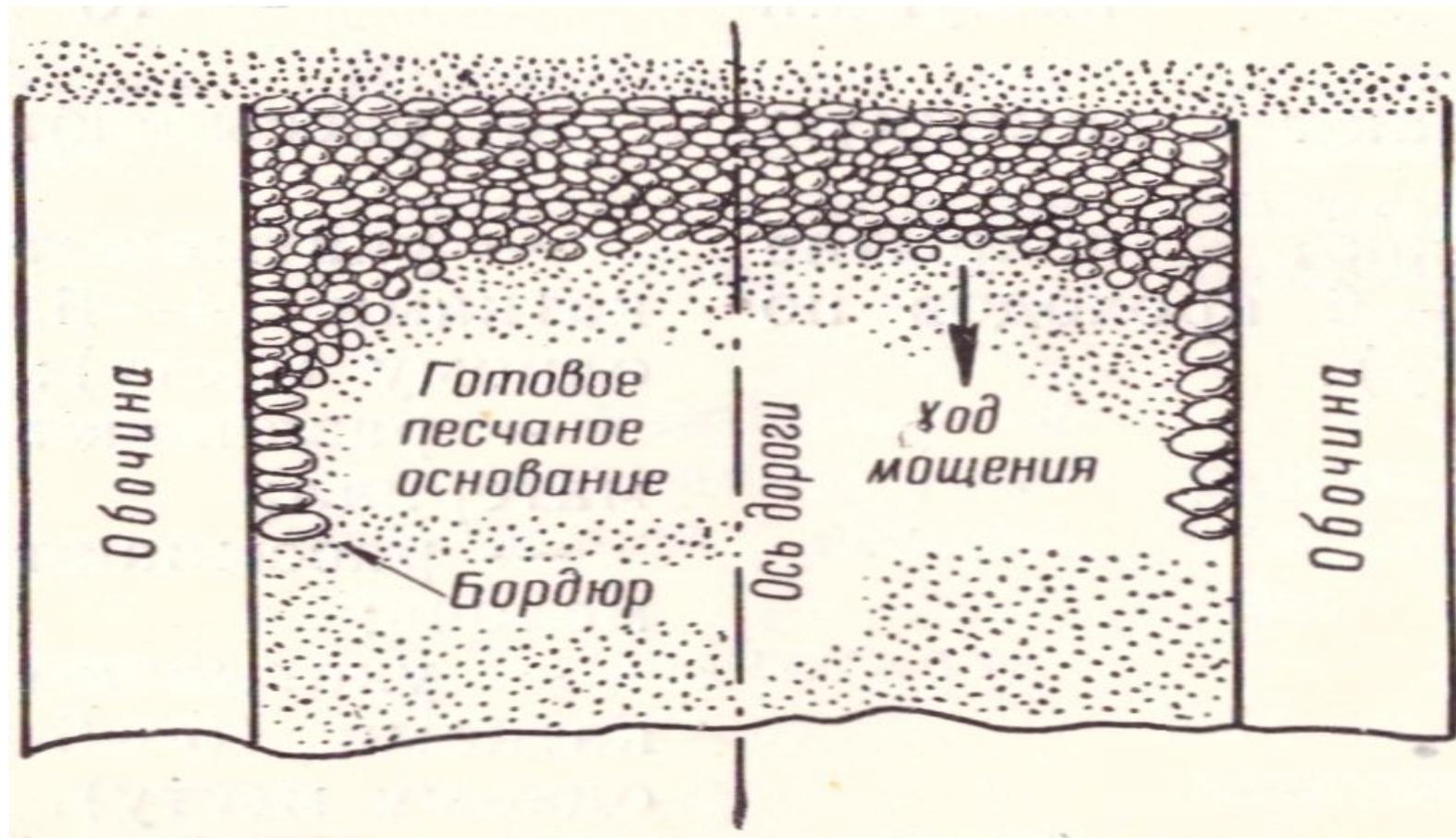
— повышают обочины на высоту, равную толщине уплотненного нового слоя, путем отсыпки и уплотнения нового грунта;

— устраивают новый слой покрытия.

Вопрос №3. Строительство мостовых из булыжного и колотого камня.

Работы по устройству мостовой выполняют в следующем порядке:

- отрывают корыто и ровики для дренажных воронок; дно корыта планируют с приданием поперечного уклона 2—3% и укатывают катками, производя три — четыре прохода по одному месту;**
- подвозят и разравнивают песок, устраивают дренажные воронки;**
- укладывают бордюрные камни (версту) и производят мощение;**
- осаживают камни трамбовками весом 30 кг;**
- укатывают покрытие катками с предварительной россыпью клинца размером 15—25 мм и каменной мелочи размером 5—15 мм;**
- рассыпают слой средне- или крупнозернистого песка толщиной 2 см.**



Порядок мощения дороги.

При мощении камни погружают суженной частью в песок не более чем на треть высоты и устанавливают отвесно, плотно один к другому, с соблюдением перевязки швов в продольном и поперечном направлениях. Более крупные камни укладывают ближе к краям покрытия.

Вопрос №4. Строительство водопропускных сооружений.

Постройка труб входит в общий комплекс работ по постройке дороги и всегда предшествует работам по возведению земляного полотна.

Порядок устройства труб включает:

- подготовку основания;**
- укладку элементов труб;**
- устройство гидроизоляции;**
- засыпку труб грунтом;**
- укрепление русла и откосов насыпи на входе и на выходе из трубы.**

Подготовка основания сводится к планировке и уплотнению грунта, а при устройстве железобетонных труб на неблагоприятных грунтах устраивают песчаное, гравийное или грунтощебеночное основание толщиной 0,3—0,5 м.

Котлован под основание отрывают экскаватором или вручную.

При наличии значительного уклона лога с целью сокращения объема земляных работ по устройству насыпи с нагорной стороны трубу несколько заглубляют в грунт.

Укладку звеньев железобетонных труб, асбоцементных труб и щитов деревянных труб осуществляют при помощи автомобильного крана. Вручную устраивают только деревянные трубы из отдельных бревен, пластин и накатника.

Гидроизоляцию железобетонных труб, состоящих из звеньев, устраивают из мешковины, покрытой с обеих сторон битумом, или путем обмазки глиной; гидроизоляция деревянных труб достигается укладкой слоя глины.

Засыпку труб грунтом производят сразу же после устройства гидроизоляции одновременно с двух сторон.

Укрепление русла на входе и выходе из трубы производят путем устройства каменной отмостки или наброски камня.