

Р179 276

ДОЦЕНТ А. С. РАБИНОВИЧ

ГРАВИЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ

автогужевых дорог



ДОРИЗДАТ

1943

Инж. А. С. РАБИНОВИЧ

ГРАВИЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дориздат ГУШОСДОРА НКВД СССР
Москва 1943 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
I. Введение	3
II. Происхождение гравийных материалов и их месторождения	6
III. Гравийные карьеры и их разработка	10
1. Сортировка гравийного материала	23
2. Дробление гравийного материала	24
3. Транспорт в гравийных карьерах	27
4. Хранение гравийных материалов	33
IV. Дорожный гравийный материал	37
V. Классификация гравийных покрытий и их поперечные профили	46
VI. Строительство дорог с гравийными покрытиями	52
1. Подготовительный период к строительству	52
2. Производство основных строительных работ	54
А. Освоение трассы строительства	55
Б. Земляные работы по возведению земляного полотна	57
В. Организация строительства гравийных покрытий	64
а) Объемы работ	65
б) Транспорт и распределение гравийных материалов по трассе дороги	67
в) Подготовка основания	71
г) Устройство искусственного основания	74
д) Россыпь гравийного материала	78
е) Уплотнение гравийных покрытий	80
Г. Устройство гравийных покрытий	87
а) Гравированные покрытия	87
б) Гравийные покрытия из естественного гравия	88
в) Гравийные покрытия с подбором смеси	89
г) Гравийные покрытия по типу белого шоссе	91
VII. Принципы организации работ	94
VIII. Освидетельствование и приемка работ	100
IX. Содержание и ремонт гравийных покрытий	102

Ответственный редактор проф. А. К. Бируля

Л-96673

Подписано к печати 29/XII 1943 г.

Тираж 7000.

Формат бумаги 84×108. Объем 6,5 печатных листов. Зак. № 764

Типография Дориздата Гушосдора НКВД СССР. Москва.

І. ВВЕДЕНИЕ

Усиление строительства гравийных покрытий на дорожной сети СССР является одним из важнейших вопросов дорожного хозяйства.

Сеть учтенных дорог, находящихся в ведении всех дорожных органов СССР (государственных, республиканских, краевых, областных и районных), насчитывает в своем составе не более 2—3% дорог с гравийными покрытиями. В то же время сеть государственных дорог имеет гравийных покрытий около 45%.

Дорожная сеть СССР в период Великой Отечественной войны приняла на себя значительную нагрузку по обеспечению боевых действий Красной Армии и ее снабжению для успешной борьбы с гитлеровскими захватчиками.

На театре войны и в непосредственной близости к нему дороги значительно пострадали от военных действий противника и в результате весьма интенсивного движения подверглись сильному износу. Однако и дороги остальной части СССР работали и работают интенсивно по обслуживанию отраслей народного хозяйства, обеспечивающих Красную Армию. Восполнение их износа и ремонт далеко отстают от потребности.

Таким образом вся дорожная сеть СССР потребует значительных работ по восстановлению дорог, которое будет связано с реконструкцией сети.

Восстановление дорожного хозяйства на территории театра войны и расширение его в новых зонах развития народного хозяйства в период Отечественной войны, с одной стороны, потребуют в ближайшие годы значительных затрат народных средств, а с другой,—поставят перед дорожными органами вопрос о сжатых сроках проведения восстановительного и нового строительства дорог.

Эти обстоятельства заставят обратиться, во-первых, к дорожным покрытиям низкой стоимости, а во-вторых, к покрытиям, допускающим стадийное строительство. Обоим этим требованиям удовлетворяют гравийные дороги.

Строительство гравийных дорог требует для своего выполнения меньших затрат основных ресурсов (рабочей силы,

Сравнительные затраты основных ресурсов на 1000 м

Таблица 1

№ по порядку	НАИМЕНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ РЕСУРСОВ	Един. измерения	Гравированные покрытия				Гравийные покрытия с профилем		Песчаное основание для гравийных покрытий	Мостовая на песчаном основании	Щебеночное покрытие на песчаном основании
			Метод смешения	Повыш. прочности	Серпентинит	Полукорыт-ным					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Рабочая сила	ч.-д.	9—15	14—18	21—23	44—50	33	175—177	123—129		
2	Каменный материал	м³	51—112	99—130	147—164	170—202	4	184	274		
3	Песок	"	—	—	—	—	203	224—281	204—260		
4	Разные машины	м/см	1,8	0,8	2,5	2,2	—	2,2	8,2		
5	Горючее	кг	55	25	91—97	87—99	—	70	260		
6	Внутрипостроечный транспорт	к. - д.	—	0,26	1,6	1,6	0,6	0,6	5,8		
7	Базисная стоимость	руб.	1500—3000	2700—3800	4400—4900	5210—6200	3800	16600—17300	22800—23900		

материалов, машин) в сравнении с другими дорогами массового типа (табл. 1).

Сравнительно небольшая потребность в основных ресурсах и использование местного гравийного материала в строительстве покрытий, гравированных из естественного гравийного материала и с подбором смеси, ведет к небольшой их стоимости в сравнении с другими покрытиями.

Конструктивная простота вышеназванных покрытий обеспечивает возможность максимальной механизации строительного процесса с малой затратой механических средств, которые могут быть простейшего типа (утюги, канавокопатели и т. д.). Механизация строительного процесса при устройстве гравийных покрытий и простота их конструкций допускает без трудностей организацию поточного метода производства работ, являющегося основой скоростного строительства.

Простота конструкций гравийных покрытий дает возможность максимального использования в строительстве их неквалифицированных рабочих, что является весьма существенным для трудового участия в нем местного населения или производства дорожных работ „ферганским“ методом.

Гравийные покрытия легко допускают стадийность строительства и являются первой стадией к дальнейшему повышению технического типа дороги путем обработки их органическими вяжущими материалами (жидкие битумы, дегти, битумные эмульсии, пасты), а затем устройства твердого покрытия с использованием гравийного покрытия в качестве основания.

Обращаясь к вопросу содержания и ремонта гравийных покрытий, необходимо указать на простоту его и возможность применения для нормального их содержания простейших снарядов (утюги, канавокопатели).

Возможность поддерживать ровность гравийных покрытий простыми методами (утюжка) в процессе эксплуатации повышает коэффициент использования транспорта и создает условия сохранности его.

Опыт строительства гравийных покрытий в период первой мировой войны 1914—1918 гг. и в особенности за истекшие два года Отечественной войны дает указания на широкое применение гравийных покрытий как временного типа покрытия, обеспечивающего нормальную работу транспорта как в пределах фронтовой полосы, так и в тыловых районах.

В этой книге освещаются основные вопросы, связанные со строительством гравийных покрытий, которые должны сделаться массовым временным типом при восстановлении

дорожного хозяйства на территории театра войны и в других районах СССР, богатых месторождениями гравийного материала и позволяющим использовать его как основание для более высоких технических типов покрытий.

II. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ГРАВИЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Гравием называется рыхлая обломочная порода, имеющая в своем составе значительное количество обработанных водными частиц размером 2—60 мм.

Гравийный материал образуется в результате выветривания горных пород.

Изменение температуры вызывает расширение каменных пород при нагревании и сжатие их при охлаждении. В результате значительных и резких изменений температуры каменные породы растрескиваются и распадаются на отдельные куски разных размеров.

В районах с влажным и холодным климатом к влиянию резких колебаний температуры присоединяется разрушительное действие воды на каменные породы. Последняя, попадая в образовавшиеся в каменной породе трещины, при замерзании расширяется, отрывает отдельные глыбы и разрывает на части камни, раньше отделившиеся от каменных пород.

Кроме механического разрушения вода производит и химическое воздействие на каменные породы вследствие присутствия в ней разных химических веществ.

В результате механического выветривания каменных пород на вершинах гор и склонах образуется рыхлая обломочная порода, состоящая из остроугольных кусков. Эти продукты выветривания сносятся водой, попадают в реки, где размельчаются, окатываются водой и отлагаются в виде речных (аллювиальных) отложений. Речной гравий залегает как в руслах современных рек, так и на их террасах, составляя иногда полностью всю толщу этих террас. Древние речные отложения гравия часто называются отложениями горного гравия.

Наиболее крупный гравийный материал с мало окатанными частицами залегает в верхних течениях рек. Чем далее по течению реки, тем гравий мельче, а частицы более окатаны. Речной гравий отличается неравномерностью состава, значительной окатанностью и округленностью частиц, затрудняющих его укатку в покрытия, и преобладанием твердых частиц.

В современных гравийных речных отложениях характерны сортировка материала по фракциям в соответствии со ско-

ростью течения и нагромождение гравия на отдельных площадях весьма крупных фракций. Вскрыша в современных речных отложениях гравия почти отсутствует; гравий залегает сравнительно маломощными слоями. Древнеаллювиальные отложения (на террасах речных долин) обычно содержат все фракции материала с галькой, а иногда и с валунами, слабее отсортированы, чем в современных руслах рек, гравий слабее окатан, встречаются остроугольные обломки, и часто вскрыша в этих месторождениях велика.

Таково происхождение и залегание речного и горного гравия.

В зоне вечных снегов разрушение каменных пород происходит под действием ледников, которые медленно сползают по склонам гор. При движении ледник отрывает от своего каменного русла выступающие камни, округляет их о свое ложе, превращая эти сбломки в окатанные камни (валуны, галька, гравий), а также истирает в песок, пыль и глину. Вся эта масса, переносимая ледниками, откладывается в виде гребней по бокам, у нижнего тающего конца ледника или под самым ледником. Когда ледник стаивает, то на его месте остается мощный слой наносов, в толще которых находятся слои песка, гальки, гравия и крупных валунов, называемых мореной.

В северо-западных и северных районах СССР гравийный материал является результатом отложений разрушенных горных пород в ледниковый период. Ледники, покрывавшие значительные площади этих районов слоем большой толщины, двигались на юг и на своем пути стирали неровности поверхности земли и разрушали горные породы.

В эпоху таяния ледников продукты разрушения откладывались на поверхности земли в виде морен, имеющих разнообразные формы — отдельных холмов, вытянутых гребней, каменных полей. Эти отложения состоят из крупных валунов, обломков каменных пород разной формы и качества, гравийного материала и песчано-глинистых грунтов.

В дальнейшие периоды водные потоки от таяния ледников пересортировали и переотложили моренные отложения, причем образовались отложения гравийного материала в значительных расстояниях от первоначальных морен.

Передвижение гравийного материала водой отразилось на форме отдельных частиц гравия, которые получили округленность (окатанность), зависящую от длины пути, пройденного им до места отложения.

Месторождения гравийного материала ледниковых отложений могут быть следующих видов:

1) сплошные (рис. 1, а и б), состоящие из значительных масс гравийного материала, сложенного выше или ниже поверхности земли;

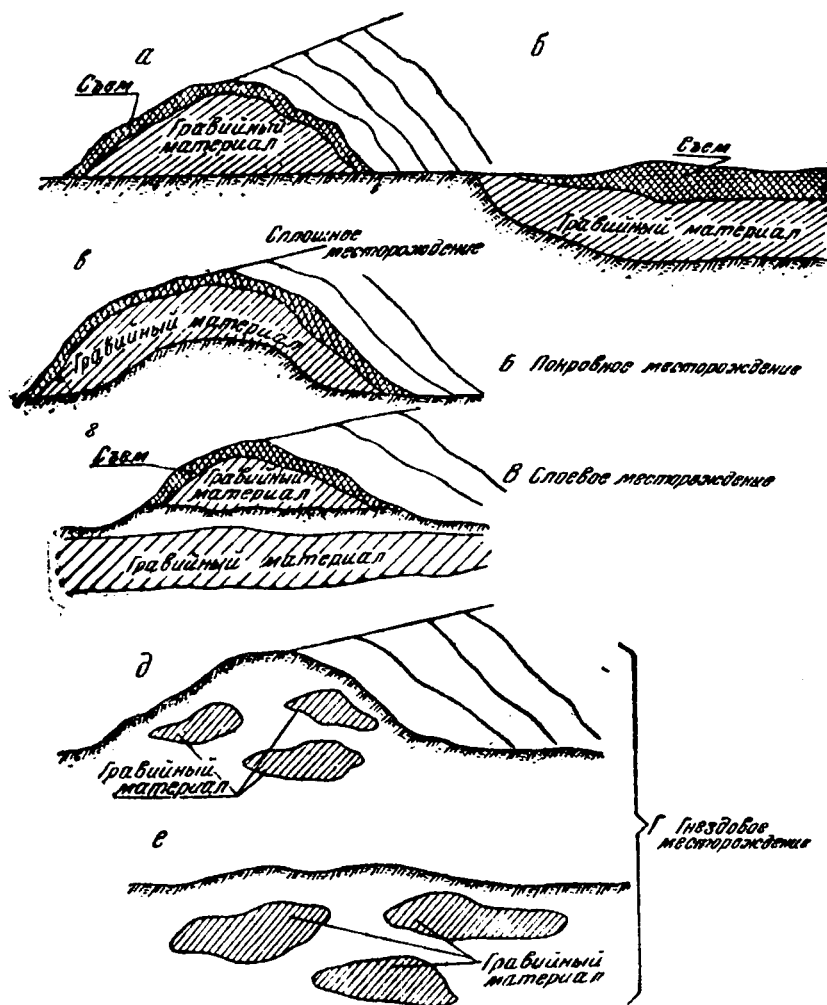


Рис. 1. Месторождения гравийных материалов

2) покровные (рис. 1, в), представляющие собой слой гравийного материала, покрывающий другие породы;

3) слоевые (рис. 1, г), в которых гравий залегает в виде отдельных слоев различной мощности среди других пород;

4) гнездовые (рис. 1, д и е), разбросанные отдельными массами (преимущественно в незначительных количествах) в общей массе других пород, расположенных над поверхностью и ниже поверхности земли.

Характерной особенностью ледникового гравия является большое разнообразие гранулометрического состава и обилие песчано-глинистого материала и крупных валунов, что требует значительных сортировочных работ. Вследствие особенностей образования ледниковый гравий содержит материал, весьма разнообразный по прочности пород, и имеет в своем составе много выветрившегося материала слабой прочности. Окатанность частиц ледникового гравия значительно меньше, чем речного и морского гравия.

Третий вид гравия, применяемого в дорожном строительстве,—морской и озерный. Морской прибой разрушает прибрежные каменные породы, превращает их сначала в крупные куски, а затем в мелкие. К этому обломочному материалу присоединяется гравий, выносимый реками в море и озера. Морской и озерный гравий обрабатывается в зоне прибоя, приобретает характерную плоскую, весьма неудобную для дорожного строительства форму и шлифуется. Отложения морского гравия весьма непостоянны по объему, зависят от режима прибоя и могут иногда совсем исчезать в данном месте. Морской гравий обычно отсортирован по фракциям в соответствии с силой прибоя.

Гравийный материал по своему петрографическому составу весьма разнообразен в зависимости от путей его образования и формирования и географического района нахождения. Гравий представляет собой обломочную неравномерную породу, состоящую из механически разрушенных, изверженных и осадочных пород, причем преобладание тех или других зависит от географического района.

В Ленинградской области имеют распространение изверженные и осадочные породы (граниты, известняки); в Карело-Финской ССР — преимущественно изверженные породы; на Северном Кавказе — изверженные и осадочные породы, а в районе Черноморского побережья — преимущественно осадочные породы; в Северном районе СССР — преимущественно осадочные породы (ледникового и речного происхождения); в УССР — осадочные породы в гравии речного и морского происхождения; в Средней Азии — осадочные породы в гравии речного происхождения; на Дальнем Востоке — в горной части его преимущественно дресвяные породы, а в предгорной, в долинах рек — смешанные породы.

III. ГРАВИЙНЫЕ КАРЬЕРЫ И ИХ РАЗРАБОТКА

Места разработки гравийных материалов, называемые карьерами, в отношении залегания материалов и дневной поверхности могут быть:

1) горные; в этом случае гравийный материал залегает в виде гряд, холмов и т. д., возвышающихся над окружающей местностью, и в частном случае подошва слоя гравийного материала лежит на уровне окружающей поверхности земли (рис. 1, а, в, г, д);

2) равнинные, в которых гравийный материал залегает ниже дневной поверхности земли (рис. 1, б, е); этого типа карьеры могут быть сухими и мокрыми, в зависимости от расположения слоя гравийного материала (выше или ниже уровня грунтовых вод);

3) водные, представляющие собой месторождение гравийного материала в пределах водоема или водотока, целиком покрытые водой, в зависимости от характера водоема или водотока карьеры этого типа могут быть речные, озерные и морские.

Таким образом типы карьеров гравийного материала могут быть сведены к следующей классификации:

- 1) горные карьеры—со вскрышей;
- 2) равнинные сухие или мокрые—со вскрышей;
- 3) водные—без вскрыши.

До приступа к разработке гравийного карьера необходимо сделать оценку запасов гравийного материала и определить его качество на основе исследования месторождения.

Исследованием месторождения определяются:

1. Формы, размеры и площадь залегания—путем глазомерной съемки и непосредственных промеров линейных измерений рулеткой или шагами.

2. Положение в отношении окружающей местности (долина или русло реки, речная, озерная, морская терраса, холм, гряда или горный хребет).

3. Строение (расположение и чередование отдельных характерных слоев)—путем осмотра имеющихся обнажений или естественных разрезов; при недостаточном их количестве для полной характеристики строения закладываются шурфы или расчищаются и углубляются наличные обнажения.

Если месторождение наземное, при высоте в несколько метров, то делается три разреза (первый—в верхней части на глубину 1,0 м ниже слоя вскрыши, второй—в нижней части на высоту 1,0 м от подошвы кверху, третий—посередине между первым и вторым) в поперечном сечении по склону.

При невысоком месторождении расчистка или шурфование делается сверху до подошвы или до подстилающего слоя с углублением его на 0,50 м.

Если гравийный материал залегает ниже дневной поверхности земли, то расчистка или шурфование производится до глубины залегания подстилающего слоя или до глубины грунтовых вод, если их горизонт выше этого слоя.

Все расчистки и новые шурфы замеряются.

4. Характер и условия залегания (сплошное, покровное, слоевое или гнездовое)—путем непосредственного измерения мощности залегания и последующего составления грунтовых разрезов.

5. Характер гравийного и грунтового материала (валун, гравий, галька, гравелистая супесь, суглинок легкий, тяжелый и т. д.).

6. Физические свойства гравийного материала:

1) гранулометрический состав — на-глаз, по характеру преобладающих фракций (> 20 мм, $20—2$ мм и < 2 мм) или пробным грохочением;

2) петрографический состав — с помощью лупы, ножа и соляной кислоты;

3) сложение — путем выемки пробы материала лопатой (рыхлое или уплотненное, слежавшееся) или разрыхления киркой;

4) форма каменной части (угловатая или округлая) и степень окатанности;

5) наличие примесей (извести, гипса, гумуса).

7. Запасы гравийного материала — на основе данных обнажений, шурфов, снятых профилей и замеренных площадей с возможно более точным определением выхода из разных точек месторождения нужных для строительства фракций гравия. В особенности важно выявление местоположения и объемов гравийного материала, который по составу ближе всего подходит к требованиям строительства.

8. При обследовании месторождений берутся образцы гравийного материала в соответствии с изменением характера материала в вертикальном разрезе при однообразном его составе, а при разнообразном в разных местах месторождения.

Образцы гравийного материала подвергаются лабораторным испытаниям для определения всех его качественных показателей и установления соответствия их требованиям, предъявляемым к материалу для покрытий.

9. Положения по отношению к строительству и состоянию путей подвозки к нему.

Для больших месторождений гравийного материала производится подробная геологическая разведка со снятием

профилей для полного выяснения залегания, запасов и состава гравия, а также для составления проекта разработки гравия.

Характер залегания гравийного материала, мощность и состав отдельных слоев залеганий, характер пород вскрыши определяют способы их разработок. Наиболее удобны в отношении разработки гравийные месторождения сплошного и покровного типов.

Разработка гравийных карьеров производится главным образом методом открытых работ, которые делятся на три основные группы:

- 1) разработка холмов и косогоров;
- 2) разработка котлованов;
- 3) подводная разработка.

Разработка холмов, косогоров и котлованов производится способом образования уступов, высота которых зависит от мощности слоев и от типа применяемого оборудования.

Образование уступов может быть сделано „снизу“ и „сверху“. При разработке уступа „снизу“ разрабатывающий снаряд проходит по основанию уступа, а при разработке „сверху“ — вдоль верхней его бровки.

Разработка гравийных карьеров по методу производства работ мало отличается от земляных работ по устройству выемок и состоит из процессов:

- 1) удаления пустой породы (вскрыша) и добычи гравийного материала;
- 2) сортировки и дробления гравийного материала;
- 3) складывания готовой продукции;
- 4) транспортных работ как внутрикарьерных, так и внешних.

Операция 2-я и 3-я могут отпасть, если добываемый гравийный материал по своему гранулометрическому составу удовлетворяет требованиям строительства гравийного покрытия и если после добычи он непосредственно вывозится к месту работ.

Разработка карьера начинается с производства вскрышных работ, т. е. с удаления пустых пород грунта (вскрыши) покрывающих месторождение гравийного материала.

Вскрышные работы всегда опережают по времени работы по разработке гравийного материала. Грунт вскрыши может складироваться за пределами карьера и в выработанных забоях.

На размещение мест складирования вскрыши имеет влияние соотношение толщины слоя вскрышного грунта и разрабатываемого слоя гравийного материала, т. е. коэффициент вскрышных работ. Если мощность вскрыши 1,0 м, а мощность гравийного слоя 5,0 м, то коэффициент вскрышных работ

равен $1:5 = 0,20$. При мощности вскрыши в 3,0 м, а гравийного материала — в 2,0 м коэффициент вскрышных работ $3:2 = 1,50$.

При большом коэффициенте вскрышных работ отвалы вскрыши размещаются вне территории карьера, а при малом — в выработанных забоях.

Разработка вскрышных грунтов и гравийного материала производится в зависимости от объема работ и толщины слоев:

- 1) ручным способом (малые объемы работ);
- 2) конными или тракторными лопатами;
- 3) скреперными установками и экскаваторами;
- 4) гидромеханизацией;
- 5) взрывным способом.

Методы производства вскрышных работ и разработки гравийного материала, а также вывозки грунта и гравия и применение средств разработки и вывозки зависят от объема работ, условий залегания и местных условий. При ручной разработке гравия применяются штыковые лопаты, а для погрузки гравия — подборочные лопаты. Гравий перемещается в штабели к месту погрузки его конным или автомобильным транспортом или вагонетками, носилками и тачками. Ручной способ применяется в малых карьерах (в особенности в месторождениях с гнездовым залеганием материала малыми объемами), а также в карьерах с тонким слоем весьма разнообразного по составу материала, где требуется выборочная работа. Способ этот эффективен при многочисленных притрасовых мелких карьерах.

Конный и автомобильный транспорт заезжает непосредственно в забой, где и загружается. Загрузку производят те же рабочие, которые заняты на разработке гравия. Для ускорения погрузки автомобилей гравий подается в бункеры гачками.

Значительного эффекта при разработке гравийных карьеров можно достигнуть применением малой механизации и скреперов всех видов. Удобны конные и тракторные скреперы на вскрышных работах равнинных карьеров при сравнительно небольших слоях вскрыши, если в ней не встречается крупных валунов. Разработка гравийного месторождения в виде холма может быть сделана порядком, указанным на рис. 4. Особенно эффективно применение скреперов на разработке покровных и речных отложений с небольшим слоем гравия на большой площади.

Гравий скреперами может подаваться сразу на погрузочные площадки к трапу, через который он подается сразу в кузов автомобиля.

Горные карьеры обычно разрабатываются методом уступов „снизу“. В зависимости от мощности месторождения и типа землеройного снаряда при методе уступов „снизу“ карьеры разрабатываются одним или несколькими уступами, высота которых зависит от местных условий (рис. 2). Чем больше высота уступа, тем больше производительность землеройного снаряда за счет сокращения числа передвижек его в забое, тем проще организация разработки карьера и транспортного хозяйства.

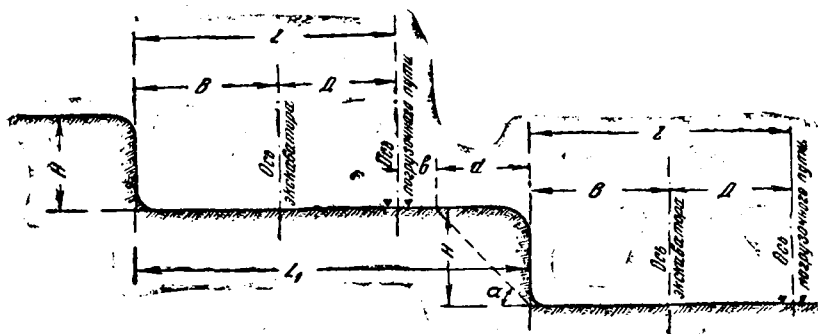


Рис. 2. Схема разработки горного карьера методом уступа „снизу“

L — ширина забоя в м; L_1 — ширина уступа в м; H — высота уступа в м; α — угол естественного откоса гравийного материала; b — расстояние от оси погрузочного пути до бровки фиктивного откоса — 1,5 м; $d = H \operatorname{ctg} \alpha$ — расстояние от бровки фиктивного откоса до стенки уступа в м.

В то же время высота уступа лимитируется типом землеройного снаряда. В частности при разработке гравийных карьеров механической лопатой размеры уступов, обуславливающие его высшую производительность, приводятся в табл. 2

Таблица 2

Емкость ковша в м ³	Высота забоя в м		
	Категория грунта		
	I—II	III	IV
1,50	2,2	3,6	6,4
1,00	2,0	3,2	5,6
0,75	1,8	2,9	5,1
0,50	1,6	2,5	4,4
0,35	1,4	2,1	3,6

Наиболее распространенным землеройным снарядом при производстве работ по вскрыше карьера и разработке гра-

вийного материала при методе уступов „снизу“ является механическая прямая лопата на гусеничном ходу (экскаватор), технические характеристики которого приводятся в табл. 3 и на рис. 3.

Технические характеристики экскаваторов

Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ	Измеритель	МОДЕЛИ			
		М-1-ДВ	ЛК	МПП	ППГ
Емкость ковша	м ³	0,35	0,50	0,75	1,50
Двигатель	—	Внутрен. сгорания Неполноповоротн.	П а р о в о й		
Тип.	—		Полноповоротный		
А. Глубина резания ниже уровня стоянки	м	0,85	1,72	1,80	2,10
Б. Радиус резания на уровне стоянки	„	3,65	4,08	5,32	6,25
В. Максимальный радиус резания	„	6,00	7,78	9,00	10,58
Г. Максимальная высота резания	„	5,00	5,70	6,40	8,32
Д. Максимальный радиус разгрузки	„	5,30	7,38	8,02	10,41
Е. Максимальная высота разгрузки	„	3,40	4,06	4,30	5,44
Ж. Высота разгрузки при максимальном радиусе разгрузки	„	2,05	2,99	2,30	3,86

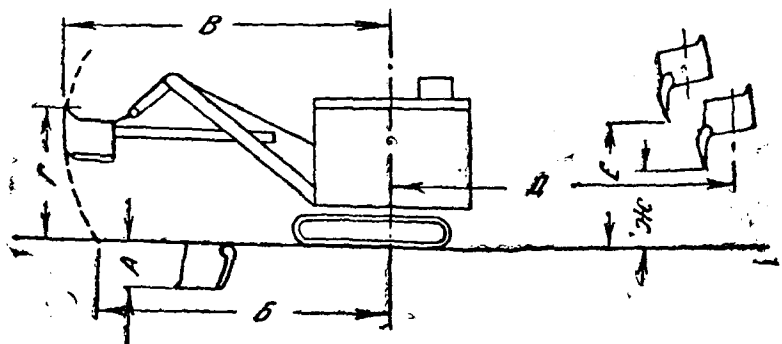


Рис. 3. Схема механической лопаты

Выбор типа экскаватора находится в зависимости от емкости ковша и назначенного объема работ. Ориентировочно при выборе экскаватора можно руководствоваться данными табл. 4.

Таблица 4

Емкость ковша в м ³	Назначенный объем работ в м ³
1,50	40 000
1,10	25 000
0,75	20 000
0,50	12 000
0,35	8 000

Схема разработки гравийного карьера в виде холма при водится на рис. 4.

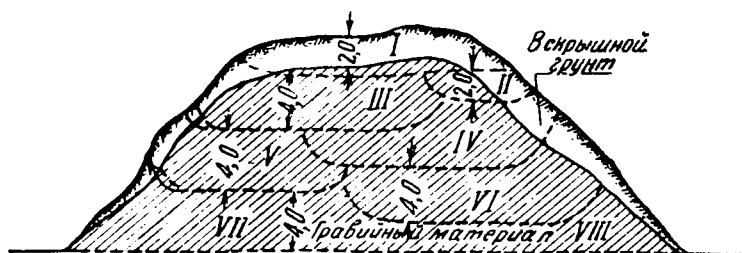


Рис. 4. Поперечный разрез схемы разработки горного карьера

Разработка сухих равнинных карьеров экскаваторами сходна с разработкой глубоких котлованов и выемок. Схема такой разработки приводится на рис. 5. Постепенное заглуб-

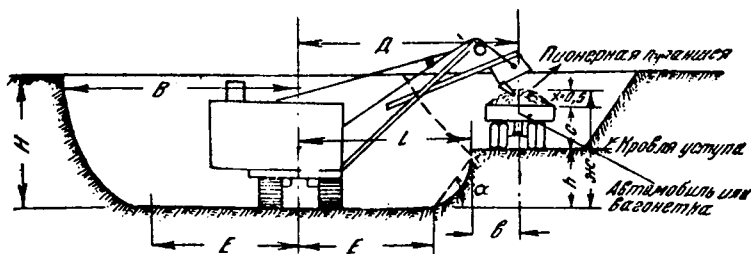


Рис. 5. Схема разработки равнинного карьера механической лопатой

ление забоя зависит от глубины резания—ниже уровня стоянки экскаватора.

Механической лопатой можно производить разработку карьера с погрузкой грунта вскрыши или гравия непосредственно в транспортные средства, расположенные на кровле уступа (см. рис. 5) или со складыванием вскрышного грунта в выработанные забои.

Определение необходимых технических характеристик экскаватора при погрузке материала непосредственно в транспортные средства, расположенные на кровле уступа, можно сделать, пользуясь формулами (см. рис. 5):

$$H = h + c + x + a$$

$$D = E + h \operatorname{ctg} \alpha + b,$$

где: D —необходимый радиус нагрузки,

E —радиус резания на уровне стояния экскаватора,

h —высота уступа,

α —угол естественного откоса гравийного материала,

b —расстояние от оси погрузочного пути до бровки уступа,

c —высота транспортных средств,

a —толщина верхнего строения (при погрузке в вагонетки),

x —зазор между откидным дном ковша и бортом транспортных средств,

H —необходимая высота погрузки.

При разработке карьеров одновременно двумя или большим количеством экскаваторов на одном уступе каждый из них должен иметь самостоятельные погрузочные пути (рис. 6).

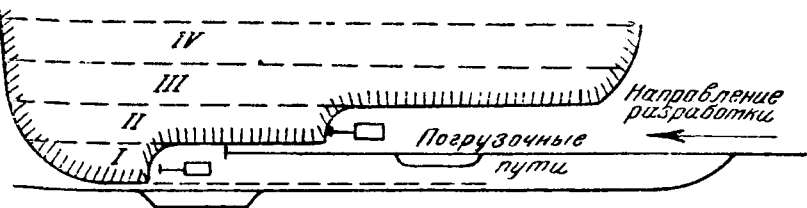


Рис. 6. Схема разработки уступа двумя экскаваторами

В связи с тем, что изготавливаемые в СССР экскаваторы обладают небольшими размерами стрел и рукояток, их применение для складывания вскрышного грунта в выработанные забои ограничено и находится в зависимости от соотношения основных технических характеристик экскаваторов, размеров слоев вскрыши и разрабатываемого гравийного материала.

Определение основных технических характеристик экскаватора, необходимых при складывании вскрышного грунта

в выработном забое (рис. 7) можно сделать на основании следующего.

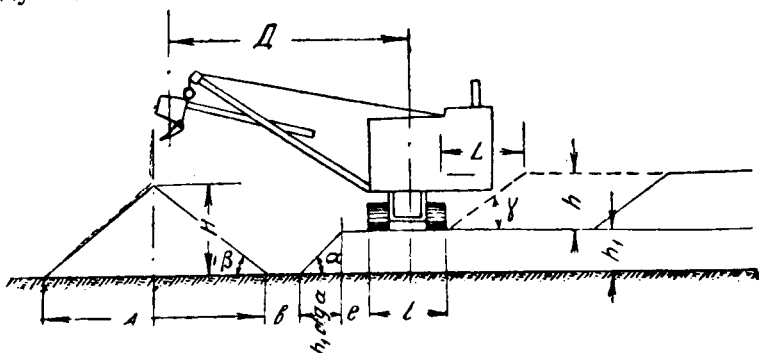


Рис. 7. Схема разработки вскрыши механической лопатой с укладкой грунта в выработанный забой

Так как объем вскрыши на единице длины забоя должен быть равен объему грунта складываемого на единице длины отвала в выработанном забое, то

$$L \cdot h \cdot k = \frac{HA}{2} ; \frac{A}{2} = H \operatorname{ctg} \beta ;$$

$$L \cdot h \cdot k = H^2 \operatorname{ctg} \beta ; H^2 = \frac{L \cdot h \cdot k}{\operatorname{ctg} \beta} ,$$

откуда

$$H = \sqrt{\frac{L \cdot h \cdot k}{\operatorname{ctg} \beta}} = \sqrt{L \cdot h \cdot k \operatorname{tg} \beta} ,$$

а радиус при максимально поднятом ковше экскаватора должен быть равен:

$$D = 0,5 l + e + h_1 \operatorname{ctg} \alpha + b + H \operatorname{ctg} \beta ,$$

где:

- D — радиус выгрузки при максимально поднятом ковше
- h_1 — толщина гравийного слоя,
- H — наибольшая высота отвала,
- h — высота слоя вскрышного грунта,
- L — ширина забоя вскрыши,
- e — расстояние между гусеницей экскаватора и бровкой
- b — расстояние между подошвами отвала и забоя при разработке гравийного материала,
- l — расстояние между гусеницами,
- k — коэффициент разрыхления вскрышного грунта в отвале

α , β и γ — углы естественных откосов вскрышного грунта в естественном залегании, в отвале и гравийного материала.

Разработка карьеров по методу уступов „сверху“ может выполняться при помощи канатных скреперов, драглайнов, башенных экскаваторов и многочерпаковых экскаваторов.

Метод разработки карьеров уступами „сверху“ более дешевый по сравнению с методом уступов „снизу“, так как он исключает необходимость устройства въездных траншей.

Канатный скрепер состоит из двух мачт-опор — головной и хвостовой, — между которыми натянуты тяговой и обратный канаты. К канатам прикрепляется скреперная лопата (ковш), которая при помощи лебедки передвигается вперед и назад.

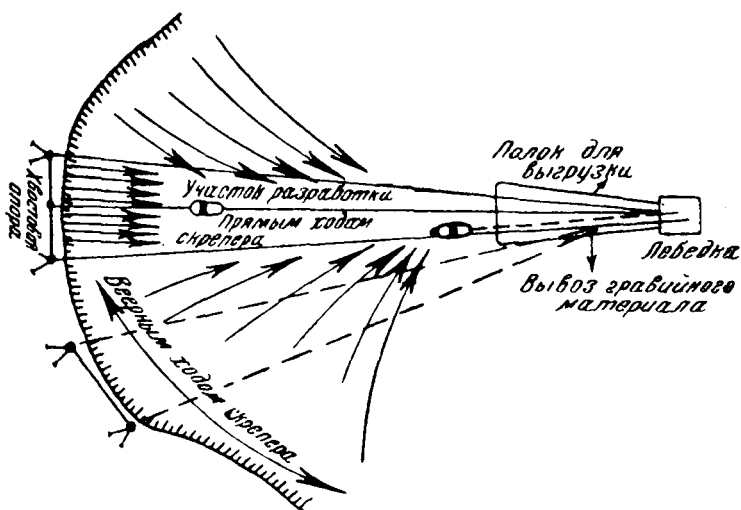


Рис. 8. Схема работы канатного скрепера

Головная мачта может быть установлена на специальных тележках с гусеничным или колесным ходом или на постоянном основании.

Разработка карьера производится или вдоль оси месторождения гравийного материала, или в виде веера (рис. 8). В первом случае делается первый проход скрепера между лебедкой и хвостовой мачтой, в результате чего пробивается траншея шириной, равной примерно ширине скрепера. При дальнейших движениях его траншея расширяется параллельными ходами. При веерной разработке лебедка и опорная мачта не перемещаются значительное время, а хвостовая мачта переставляется после выработки отдельных полос по

некоторой дуге в радиусе действия скреперной установки. Таким путем достигается выработка наибольшей кубатур с одной стоянки скреперной установки, т. е. производительность ее повышается.

Скреперная установка конструктивно проста, легко монтируется и демонтируется, проста в эксплуатации и изготовлении и не требует для последнего сложного оборудования.

При помощи скреперной установки возможно производить непосредственно в транспортные средства погрузку вскрытого грунта или гравийного материала путем устройства погрузочной площадки, под которой устанавливаются транспортные средства.

Технические характеристики драглайна

Таблица 3

ПОКАЗАТЕЛИ	Измеритель	МОДЕЛИ			
		М-1-ДВ	ЛК	МПП	ППП
Емкость ковша	м ³	0,35	0,50	0,75	1,00
Угол наклона стрелы	градус	45	45	30	40
А. Максимальный радиус копания	м	9,1	12,62	11,40	20,6
Б. Максимальный радиус погрузки	"	6,7	9,1	10,4	16,4
В. Максимальная высота выгрузки	"	4,8	5,85	5,0	9,6
Г. Максимальная глубина копания при боковой проходке	"	3,0	3,08	3,4	8,56
Д. То же при торцевой проходке	"	4,5	до 10	7,9	—

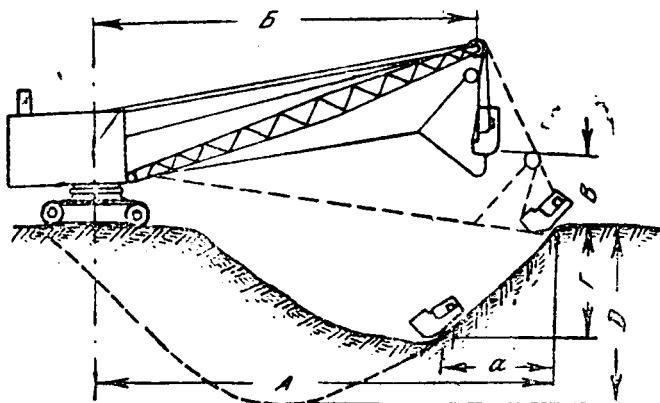


Рис. 9. Схема драглайна

Разработка карьеров по методу уступов „сверху“, выполняемая при помощи драглайна, позволяет иметь забои бо-

высокие, чем при работе экскаватора, и складывать вскрышной грунт в выработанные забои. Она позволяет также, не меняя положения драглайна, переходить от разработки вскрышного грунта к разработке гравийного материала, а при работе методов уступов „снизу“ разрабатывать мокрые карьеры.

Основные технические характеристики драглайна приводятся в табл. 5 и на рис. 9.

Схемы разработки карьеров при помощи драглайна приводятся на рис. 10.

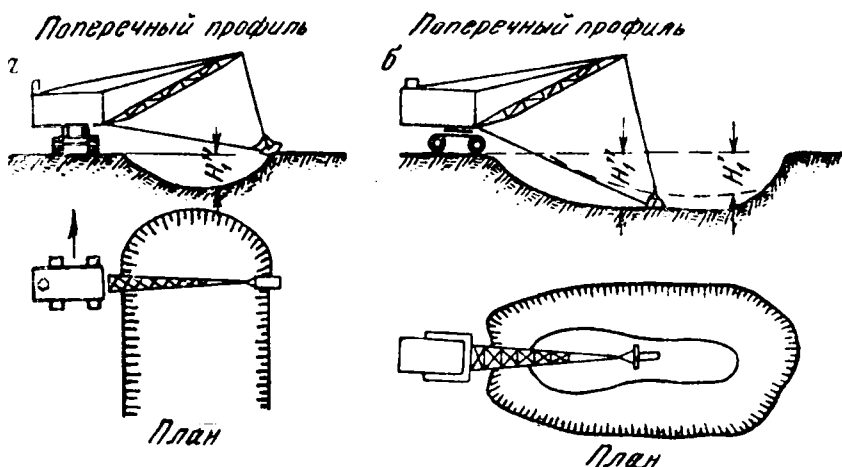


Рис. 10. Схема разработки карьера драглайном

Выбор типа драглайна находится в зависимости от емкости его ковша, объема карьерных работ и характера залегания гравия.

В табл. 6 приводятся ориентировочные данные для выбора типа драглайна.

Таблица 6	
Емкость ковша в м ³	Назначенный объем работ в м ³
1,50	30 000
1,15	20 000
0,75	15 000
0,50	10 000
0,35	8 000

Выбор типа драглияна по его основным техническим характеристикам для вскрышных работ при складывании грунта в выработанные забои (рис. 11) можно сделать, пользуясь следующими формулами:

$$H = \sqrt{L \cdot h \cdot k \cdot \tan \beta}$$

$$R = 0,5l + e + h \tan \gamma + a + h_1 \tan \alpha + b + H \tan \beta,$$

где:

H —наибольшая высота отвала,

R —радиус выгрузки,

l —ширина гусеничного хода,

e —расстояние между бровкой забоя и гусеницей,

h —высота слоя вскрыши,

a —ширина забоя гравийного материала,

h_1 —толщина слоя гравийного материала,

b —ширина бермы между подошвами забоя и отвал

L —ширина забоя вскрыши,

k —коэффициент первоначального разрыхления грунта отвала,

α , β и γ —углы естественных откосов вскрышного грунта в отвале и гравийного материала.

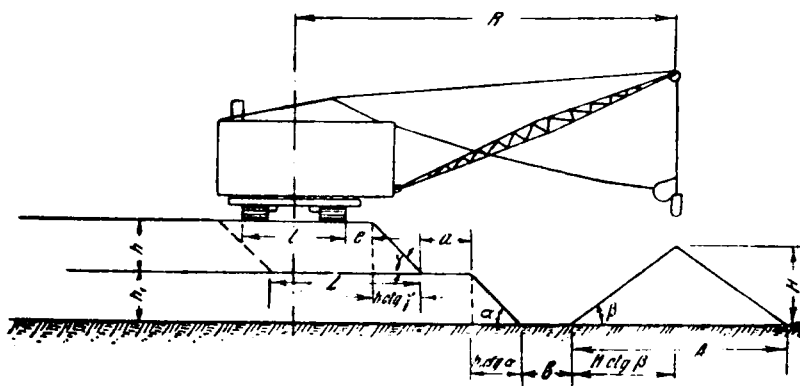


Рис. 11. Схема разработки вскрыши драглейном с укладкой грунта в выработанный забой

Многочерпаковые экскаваторы применяются для разработки способом уступов „сверху“ сухих, мокрых и водных карьеров при сплошных месторождениях гравийного материала в отсутствие в массе его валунов.

Мокрые карьеры разрабатываются, как правило, по методу уступов „сверху“—снарядами, указанными при описании разработок сухих карьеров, а также землечерпалками.

Водные карьеры разрабатываются преимущественно землечерпалками.

Для разработки карьеров весьма большой мощности при наличии достаточного источника воды может быть успешно применена гидромеханизация, позволяющая не только произвести разработку, но и рассортировать материал на нужные фракции.

1. Сортировка гравийного материала

В зависимости от состава гравийного материала и его назначения приходится производить его грохочение или сортировку. Грохочением достигается отделение из массы гравийного материала какой-либо одной фракции гравия, а сортировкой — разделение его на несколько фракций. При грохочении применяются односетчатые грохота или решетки (колосниковые), а для сортировки — многосетчатые грохота.

Грохочение и сортировка, их порядок и размер отверстий грохотов назначаются в зависимости от установленного проектом потребного состава гравия и состава гравийного материала в карьере. Выбор сортировочных устройств зависит от тех же обстоятельств и от характера гравийного материала.

Эффективность грохочения зависит от гранулометрического состава гравийного материала. При большом содержании в гравийном материале частиц с размерами, немногим отличающимися от размеров отверстий грохота, коэффициент полезного действия грохотов будет незначителен. Наоборот, при наличии в гравийном материале частиц размерами, меньшими отверстий грохота, коэффициент полезного действия грохочения возрастает.

Большое влияние на коэффициенты полезного действия грохочения имеет бесперебойность и равномерность подачи на грохот гравийного материала. Периодическая подача материала на грохот в большом количестве вызывает перегрузку грохота и снижает коэффициент его полезного действия.

Подача материала должна производиться равномерно и по всей ширине просеивающей поверхности грохота.

Грохочение мелкого сырого гравийного материала с присутствием в нем ила и частиц глины иногда практически невозможно, поэтому в таких случаях приходится прибегать к предварительной промывке гравия. Промывка гравия в практике дорожного строительства применяется весьма редко.

Наибольший размер гравийных частиц, проходящих через сетку грохота, зависит от размеров и формы отверстий грохота, его наклона, типа и конструкции.

Существующие грохота можно классифицировать следующим образом:

- 1) плоские неподвижные;
- 2) плоские подвижные: а) качающиеся, б) вибрирующие
- 3) цилиндрические неподвижные;
- 4) подвижные: а) цилиндрические, б) конические.

Плоские неподвижные грохота представляют собой колосники, уложенные горизонтально или с наклоном, и применяются для грубой сортировки и отделения особо крупных частиц (камней).

Плоские подвижные грохота могут быть колосниковыми и ситовыми. Сита могут быть листовые и проволочные.

Более совершенным типом подвижных плоских грохотов является вибрационный грохот, сетка которого приводится в быстрое колебательное движение. Материал, попадающий на сетку, все время встряхивается и поэтому энергично прогрохочивается.

Цилиндрические и конические грохота представляют собой барабаны с отверстиями. Отверстия имеют одну и ту же величину в каждой из секций барабана. Конические грохота обладают преимуществом перед цилиндрическими, поскольку обеспечивают более быструю выгрузку из них материала, но имеют небольшое распространение в дорожном строительстве.

Вибрационные грохота имеют следующие преимущества в сравнении с вращающимися:

1) наблюдается полное использование просеивающей поверхности, в то время как у цилиндрических грохотов используется только $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{7}$ просеивающей поверхности;

2) эффективность грохочения и коэффициент полезного действия выше, чем у цилиндрических;

3) полезное сечение просеивающей поверхности выше, чем у цилиндрических грохотов, ввиду наличия прямоугольного а не круглого сечения сетки;

4) эксплуатационное обслуживание проще;

5) потребность в энергии для приведения в движение в 3—5 раз меньше.

2. Дробление гравийного материала

Дробление гравийного материала может потребоваться следующих случаях:

1) при значительном количестве крупной составляющей — более 60 мм, которая не может быть использована в строительстве гравийных покрытий (валуны, галька);

2) при необходимости увеличить процент содержания некоторых фракций;

3) при необходимости добавить в весьма окатанный, плохо уплотняющийся гравий некоторое количество остроугольного щебня.

Дроблению гравия предшествует его сортировка с выделением крупных фракций, подлежащих переработке в камнедробилках.

Как правило, дробление производят в карьере, с тем чтобы уменьшить объем транспортных работ. Дробление осу-

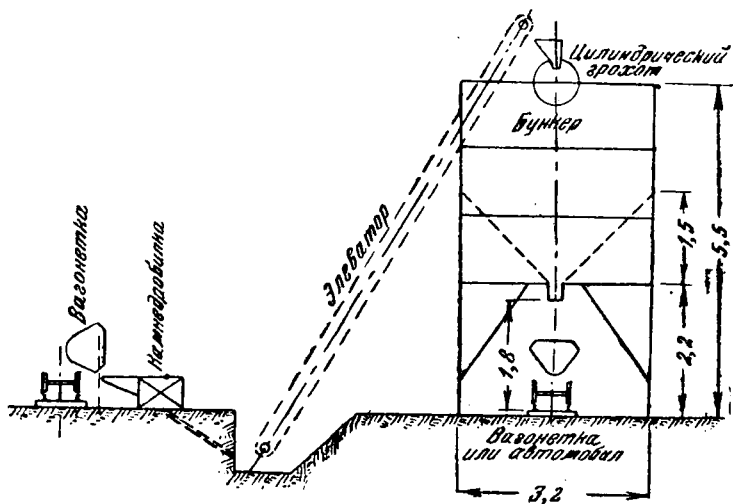


Рис. 12. Схема камнедробильной установки в равнинном карьере

ществляется в камнедробилках преимущественно щекового типа.

В составе камнедробильной установки имеются:

- 1) сортировочное устройство для выделения крупной составляющей (валуны), подлежащей переработке;
- 2) приспособление для подачи валунов в камнедробилку;
- 3) камнедробилка;
- 4) элеваторы для подъема дробленого материала на грохот;
- 5) грохот;
- 6) бункера с числом отделений (секций), соответствующих фракционному составу выпускаемой продукции;
- 7) двигатель.

При размере валунов более 20—25 см их необходимо разбивать вручную (плинтовать) для возможности загрузки ма-

териала в эсв камнедробилки. При больших объемах работ и наличии большого количества крупных валунов следует организовать двухступенчатое дробление, причем на камнедробилке первой ступени валуны разбиваются по размеру, допускающему загрузку материала во вторую камнедробилку. Схемы камнедробильных установок приводятся на рис. 12 и 13.

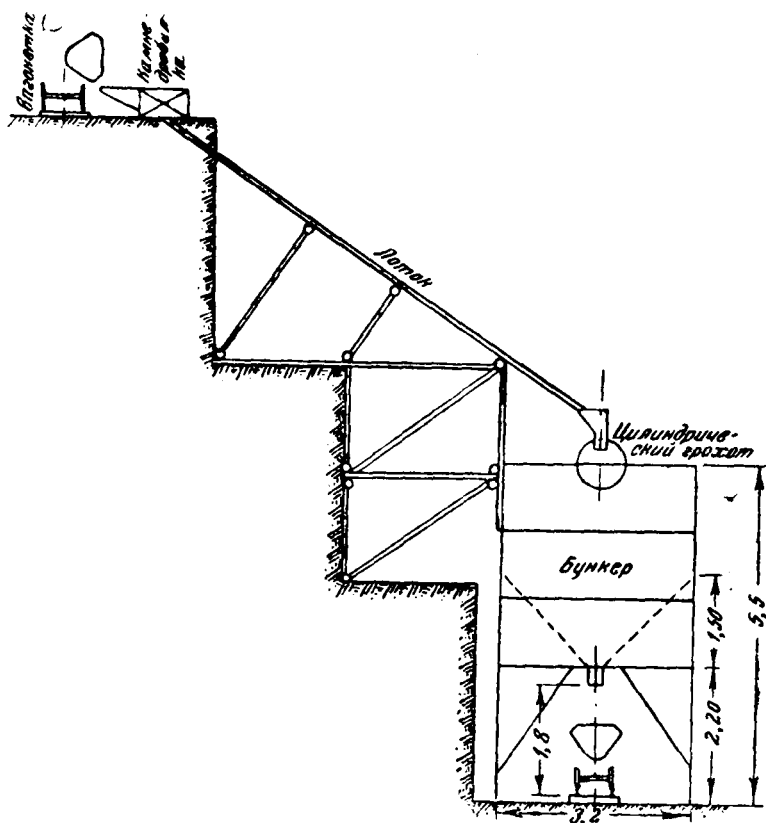


Рис. 13. Схема камнедробильной установки в горном карьере

Приспособлениями для подачи гравийного материала в камнедробилку могут быть:

- 1) тачки;
- 2) вагонетки узкой колеи;
- 3) транспортеры.

Вагонетки узкой колеи применяются самопрокидывающиеся, емкостью 0,75 и 1,5 м³. Транспортеры — типа „Ленинец“: длина 14 м, высота выгрузки 1,5—5,2 м, ширина лен-

ты 0,5 м. Мотор для приведения транспортера в действие требуется в 4 НР.

Бункера предназначены для приема и хранения дробленого гравийного материала после его прогροхотки и до времени погрузки его в транспортные средства.

Бункера представляют собой деревянные или железные ящики с отделениями, число которых соответствует числу получаемых на грохотах фракций материала. Дно бункеров устроено для естественного освобождения их от хранимого материала в виде наклонных плоскостей.

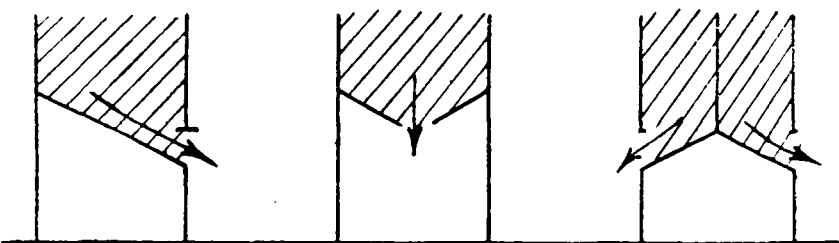


Рис. 14. Схема устройства днщ бункеров и размещения выпускных отверстий

Емкость бункеров зависит от времени хранения в них дробленого материала и может составлять 10—40 м³.

Бункер может быть рассчитан на разгрузку снизу, с одной стороны или с обеих сторон (рис. 14). В зависимости от этого располагаются выпускные отверстия, причем дно бункеров состоит из одной или нескольких плоскостей, имеющих наклон к выпускному отверстию.

3. Транспорт в гравийных карьерах

При разработке гравийных карьеров, как и других нерудных ископаемых, необходимо различать внутрикарьерный и внешний транспорт.

Внутрикарьерный транспорт обслуживает работы, связанные с добычей гравийного материала и при необходимости с его переработкой как путем дробления, так и путем сортировки.

Транспортные работы, связанные с добычей гравийного материала, могут состоять в отвозке в отвал грунта вскрыши и вывозке гравийного материала из-под землеройного снаряда к месту его потребления или на склад. При строительстве гравийных покрытий гравийный материал часто вывозится из карьера для промежуточного складывания.

При необходимости обработки гравийного материала перед

вывозкой его к месту работ возникают промежуточные транспортные работы, связанные с подачей гравийного материала к местам сортировки и дробления.

Внутренний транспорт может быть: ручной, гужевой, рельсовый (узкоколейная железная дорога) и автомобильный.

Ручной транспорт (тачки) применяется при небольшом объеме работ. Гужевой транспорт применим при средних объемах работ по добыче гравийного материала, но при расстояниях не менее 100—200 м. Автомобильный транспорт может быть применен только при значительных расстояниях мест складывания грунта вскрыши от места разработки, последних — от мест расположения сортировочных или дробильных установок, без опасения большой потери времени под нагрузкой и выгрузкой.

Наиболее рациональным видом внутрикарьерного транспорта при соответствующем объеме работ является узкоколейный железнодорожный путь с передвижением вагонеток вручную и лошадьми.

Внешний транспорт, обеспечивающий вывозку гравийного материала к месту строительства гравийных покрытий, может быть гужевой, рельсовый, тракторный и автомобильный.

Гужевой транспорт является менее эффективным в сравнении с другими видами транспорта и применяется при расстояниях вывозки не более 3 км.

Рельсовый транспорт в сравнении с тракторным и автомобильным имеет преимущество, заключающееся в том, что работа его не зависит от погодных условий, но он пока мало применим в практике дорожного строительства в связи с дефицитностью и громоздкостью оборудования.

Рельсовым транспортом можно пользоваться между карьером и трассой строящейся дороги, у которой размещается центральный склад гравийного материала, откуда последний развозится автомобильным транспортом вдоль трассы.

Рельсовый транспорт представляет собой железнодорожный путь узкой колеи — шириной 0,75 м. Наиболее распространенным типом транспортных средств являются вагонетки типа „Коппель“ емкостью 0,75—1,50 м³ и грузоподъемностью 1,5—2,7 т и „Вестерн“ емкостью 2,5—6,0 м³, грузоподъемностью 4,0—8,0 т. Тяга железнодорожных составов осуществляется мотовозами разных типов.

Применение тракторного транспорта (тракторных поездов с прицепами) в практике дорожного строительства, несмотря на его эффективность, имеет пока мало места.

Наиболее распространенным видом внешнего транспорта является автомобильный (в виде грузовых автомобилей). Техническая характеристика автосамосвалов дается в табл. 7,

а бортовых автомобилей в табл. 8. Для эффективного использования бортового автомобильного транспорта необходима организация его в виде автопоездов, т. е. транспортировку следует производить не одиночными автомобилями, а автомобилями с прицепами, техническая характеристика которых приводится в табл. 9.

Техническая характеристика автосамосвалов

Таблица 7

ПОКАЗАТЕЛИ	Измеритель	МОДЕЛИ				
		ЗИС-5	ЯС-3	ГАЗ-С1	ЯС-1	ЗИС-5СМ
Грузоподъемность	т	3	4	1,2	4	3
Погрузочная высота	м	1,6	1,9	1,66	1,9	1,70
Полезный объем кузова	м³	1,9	3,4	1,1	3,4	2,3
Время опрокидывания	сек.	30	50	8	35	42—48
Время на установку кузова	"	30	15	10	15	
Характер привода	—	гидравлич.	—	механиз.	гидравлич.	инерцион.
Характер опрокидывания	—	трехсторон.	—	одностороннее		заднее
Максимальная скорость	км/час	60	42	50	42	60

Техническая характеристика грузовых бортовых автомобилей

Таблица 8

ПОКАЗАТЕЛИ	Измеритель	МОДЕЛИ					
		ЗИС-5	ЗИС-6	ГАЗ-АА	ГАЗ-ААА	ЯГ-4	ЯГ-6
Число осей	—	2	3	2	3	2	2
Грузоподъемность	т	3	4,5	1,5	2	5	5
Емкость кузова	м³	—	—	—	—	—	—
Грунт песчаный	"	1,9	1,9	0,95	0,95	3,2	3,2
Грунт глинистый	"	1,6	1,6	0,80	0,80	2,7	2,7
Грунт скальный	"	1,2	1,2	0,60	0,60	2,0	2,0
Погрузочная высота с открытыми бортами . .	м	1,05	1,25	1,02	1,08	1,00	1,10
Погрузочная высота с закрытыми бортами . .	"	1,63	1,65	1,55	1,60	1,60	1,60
Максимальная скорость	км/час	60	50	70	60	42	42

ПОКАЗАТЕЛИ	Измеритель	МОДЕЛИ			
		АП-2	2-АП	П-1,5	П-3В
Грузоподъемность	т	2	2	1—1,5	3
Вес	„	1,21	1,45	—	1,4
Тип. тяговой машины	—	ЗИС-5	ЗИС-5	ГАЗ-АА	ЗИС-5

Работа автомобильного транспорта при внешних перевозках находится в зависимости от погодных условий и состояния путей вывоза из карьера на трассу строящейся дороги. Поэтому содержание этих путей в проезжем состоянии является одной из первоочередных задач. Подчас значительные расходы по их ремонту оправдываются сохранением транспортных средств, снижением стоимости перевозок и повышением обеспеченности проезда.

Если вскрыша карьера и разработка гравийного материала ведутся при помощи механической лопаты, то работа железнодорожного и автомобильного транспорта должна находиться в тесной увязке с работой экскаватора.

Простои экскаватора в связи с несвоевременной подачей транспорта и простои транспортных средств под нагрузкой должны быть доведены до незначительных размеров. Этим достигается максимальная производительность как экскаватора, так и транспорта. Разрешение этой задачи находится в прямой зависимости от грузоподъемности и скорости движения автомобилей и железнодорожного состава, производительности экскаватора, скорости разгрузки и дальности возки гравийного материала.

Транспортные средства должны подходить к экскаватору непрерывным потоком. Математически это условие может быть выражено следующей формулой:

$$(N - 1)t_{\text{погр.}} = \frac{2l_{\text{ср.}}}{v_{\text{ср.}}} + t_{\text{разгр.}} + t_{\text{ман.}}, \quad (1)$$

где: N —число необходимых автомобилей или железнодорожных составов,

$t_{\text{погр.}}$ —время погрузки одного автомобиля или железнодорожного состава,

- $l_{\text{ср.}}$ — средняя дальность возки материала из карьера к месту работ,
 $v_{\text{ср.}}$ — средняя скорость автомобиля или железнодорожного состава,
 $t_{\text{разгр.}}$ — время разгрузки автомобиля или железнодорожного состава,
 $t_{\text{ман.}}$ — время маневров автомобиля или железнодорожного состава при погрузке и выгрузке.

Графически то же условие показано на рис. 15.

Если грузоподъемность автомобиля или железнодорожного состава — Q м³, емкость ковша экскаватора — q , число экска-

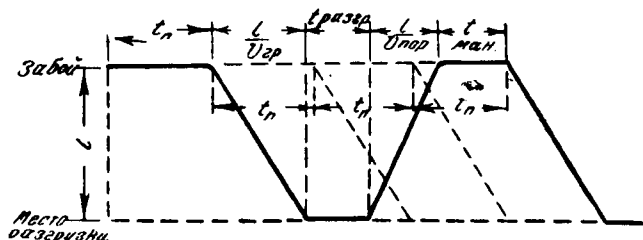


Рис. 15. График для расчета транспортных средств

ваций в минуту — n , коэффициент наполнения ковша экскаватора — k , коэффициент чистой работы экскаватора во время погрузки — k_1 , то время погрузки в минутах составит:

$$t_{\text{погр.}} = \frac{Q}{nqkk_1} \quad (2)$$

Число ковшей, погружаемых на один автомобиль или железнодорожный состав равно:

$$M = \frac{Q}{qk} \quad (3)$$

Время погрузки одного автомобиля или железнодорожного состава в минутах составит:

$$t_{\text{погр.}} = \frac{M}{nk_1} \quad (4)$$

Количество ковшей (M), погружаемых на один автомобиль или железнодорожный состав, должно быть выражено целым числом, и если частное от деления Q на qk будет неправильной дробью, то при расчетах для M надо принимать меньшее целое число.

Формула (1) при постановке в нее значения $t_{\text{погр.}}$ получит следующий вид:

$$(N-1) \frac{M}{nk_1} = \frac{2l_{\text{ср.}}}{v_{\text{ср.}}} + t_{\text{разгр.}} + t_{\text{ман.}} \quad (5)$$

Пример 1. Гравийный карьер разрабатывается экскаватором типа ППГ с емкостью ковша $q = 1,5 \text{ м}^3$. Гравий перевозится на автомобилях-самосвалах ЯС-1 грузоподъемностью $Q = 4 \text{ т}$. Вес гравийного материала 1800 кг/м^3 . Средняя дальность перевозки гравия к месту работ $l_{\text{ср}} = 5 \text{ км}$. Средняя скорость автомобиля $V_{\text{ср}} = 30 \text{ км/час} = 500 \text{ м/мин}$. Время разгрузки $t_{\text{разгр.}} = 1 \text{ мин}$. Время маневров $t_{\text{ман}} = 3 \text{ мин}$. Число экскаваций в минуту $n = 2,7$. Коэффициент чистой работы экскаватора во время погрузки $K_1 = 0,93$, а коэффициент наполнения ковша $K = 0,75$.

При этих числовых значениях формула (5) примет следующий вид:

$$\frac{(N-1) M}{2,7 \cdot 0,93} = \frac{2,5000}{500} + 1 + 3 = 24.$$

Число ковшей экскаватора, погружаемых на один автомобиль - самосвал, равно:

$$M = \frac{Q}{qk} = \frac{4,0}{1,8 \times 1,5 \times 0,75} = 2.$$

Подставляя значение $M=2$ в предыдущую формулу, получаем:

$$\frac{(N-1) 2}{2,7 \cdot 0,93} = 24;$$

$$N = 29,$$

т. е. для бесперебойной работы экскаватора нужно иметь колонну ходовых автомобилей ЯС в 29 единиц.

Пример 2. Разработка гравийного материала производится экскаватором емкостью ковша $q = 0,75 \text{ м}^3$. Транспорт гравийного материала на базисный склад производится железнодорожным составом из $N_{\text{в}}$ вагонов типа „Коппель“, грузоподъемностью 2,0 т при тяге мотовозом завода имени Январского восстания с характеристикой 0—2—0, весом $P = 6 \text{ т}$. Средняя дальность перевозки гравийного материала $l_{\text{ср}} = 5,0 \text{ км}$. Средняя скорость железнодорожного состава $9 \text{ км/час} = 150 \text{ м/мин}$. Время разгрузки железнодорожного состава $t_{\text{разгр.}} = 3 \text{ мин}$. Время маневров $t_{\text{ман}} = 3 \text{ мин}$. Число экскаваций в минуту $n = 2,9$. Коэффициент чистой работы экскаватора $K_1 = 0,93$. Наибольший подъем железнодорожного пути $i = 5\%$.

При этих данных формула (1) примет следующий вид:

$$\frac{(N-1) N_{\text{в}} M}{2,9 \cdot 0,93} = \frac{2,5000}{150} + 3 + 3 = 67.$$

Число ковшей, погружаемых на одну вагонетку, равно:

$$M = \frac{2,0}{1,80 \cdot 0,75 \cdot 0,75} = 2.$$

Подставляя значение M в предыдущую формулу, получим:

$$\frac{(N-1) 2 \cdot N_{\text{в}}}{2,9} = 67; \quad (N-1) N_{\text{в}} = 92.$$

Так как тяга железнодорожного состава осуществляется мотовозом с тяговым усилием на первой скорости $F = 1260 \text{ т}$, то он может вывезти при данном подъеме железнодорожный состав, вес которого Q опреде-

дается из формулы (здесь W_0 = сопротивлению движения на горизонтальном пути, равное 10 кг/т):

$$F - P \cdot i = Q (W_0 + i),$$

$$\text{откуда } Q = \frac{F - P \cdot i}{W_0 + i}.$$

Подставляя значение величин, получаем вес поезда

$$Q = \frac{1260 - 6 \cdot 5}{10 + 5} = 82 \text{ т.}$$

Так как вес груженной вагонетки q 1,8 т, то число вагонеток в железнодорожном составе равно

$$N_{\text{в}} = \frac{82}{1,8} = 46.$$

При этом число вагонеток, число жел.-дорожных составов, необходимых для обслуживания бесперебойной работы экскаватора, будет равно

$$(N-1)N_{\text{в}} = 92; N = 3 \text{ жел.-дор. состава.}$$

4. Хранение гравийных материалов

Необходимость хранения гравийных материалов находится в зависимости от календарного плана строительства, принятых методов устройства покрытий и местных условий (состояние вывозных путей и т. д.).

Хранение гравийных материалов, как указано выше, может быть организовано на территории карьера или на притрасовых площадях в виде открытых складов.

На складах гравийные материалы, как правило, хранятся в штабелях конусной или призматической формы. Штабели образуются путем непосредственной выгрузки гравийного материала из транспортных средств, которые въезжают на штабель. Этот метод, особенно удобный при разгрузке автомобилей-самосвалов и самопрокидывающихся вагонеток, имеет тот недостаток, что при этом можно допускать лишь небольшую высоту штабеля. Последнее связано с увеличением складских площадей.

Наиболее рациональной является высота штабеля, устраиваемого без подпорных стенок, рассчитанная по формулам:

$$h = \sqrt[3]{v} \text{ при ручной перекидке}$$

$$h = 0,25 \sqrt[3]{v} \text{ при тачечной перекидке,}$$

где: v — объем материала, складываемого на 1 пог. м длины склада.

Устройство подпорных стенок сокращает площадь складов (устраняется площадь, занятая откосами) и предохраняет гравийный материал от загрязнения.

Складские площади должны быть приведены в надлежащий вид до времени поступления материала для хранения, т. е. очищены от посторонних материалов и обеспечены водоотводами и подъездными путями.

Для лучшего хранения гравийного материала и сокращения потерь в нем рекомендуется при рыхлых и легко размокаемых грунтах укладывать под штабелями сплошные настилы из горбылей, бракованных досок и т. д.

Между штабелями оставляют проходы или проезды, обеспечивающие удобный проезд транспорта и рациональную организацию погрузочно-разгрузочных работ.

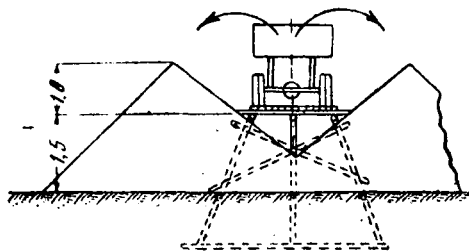


Рис. 16. Отсыпка штабеля с эстакады

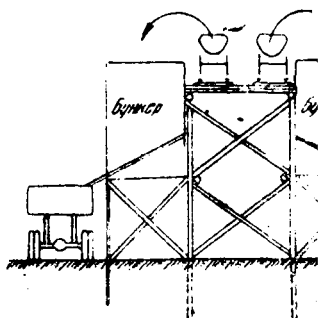


Рис. 17. Разгрузка узкоколейного железнодорожного состава через бункер в автомобили

Штабели на складе номеруются, и на каждом из них устанавливается дощечка с указанием номера, объема и сорта хранимого материала.

Все операции, связанные с хранением гравийного материала, должны быть по возможности механизированы и рационализированы с целью сокращения потребности в рабочей силе для погрузочно-разгрузочных работ и облегчения ручных работ, а также для увеличения коэффициента использования транспорта за счет сокращения времени его простоев под погрузкой и выгрузкой.

Рационализация и организация механизированных разгрузочных работ облегчает образование штабелей.

Некоторые типы транспортных средств предрешают механизацию процесса разгрузочных операций (автомобили-самосвалы, вагонетки типа „Коппель“ и „Вестерн“).

Механизация погрузочных работ осуществляется применением транспортеров, экскаваторов, погрузателей, бункеров.

Отсыпка штабелей может быть произведена путем разгрузки транспортных средств со специально устраиваемых

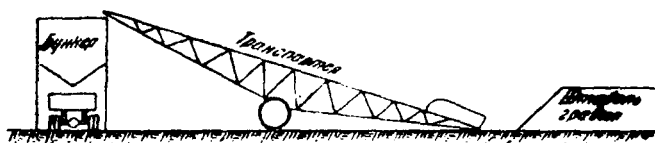


Рис. 18. Разгрузка через бункер транспортером

эстакад (рис. 16). При автомобильном транспорте эстакада снабжается наклонным въездом (уклон не круче 1:5) и съездом (1:3).

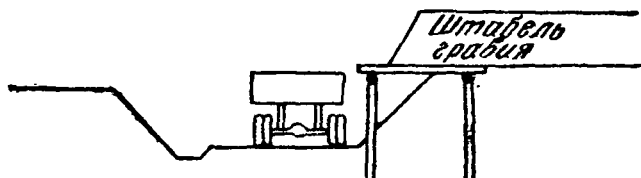


Рис. 19. Погрузка при устройстве погрузочного пути ниже подошвы штабеля

При железнодорожном узкоколейном и автомобильном транспорте штабели могут быть образованы по методу возведения насыпей. В этом случае транспортные средства

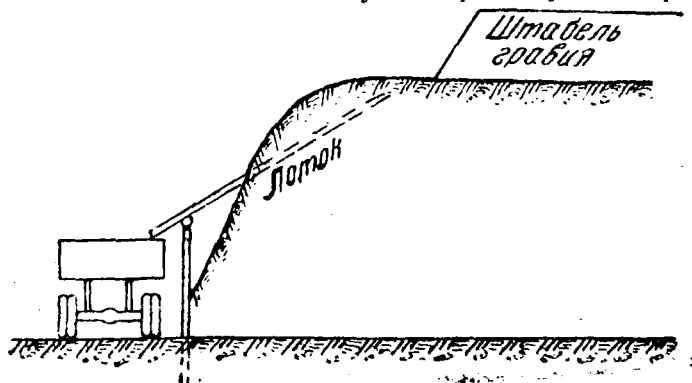


Рис. 20. Погрузка через лоток, уложенный по косогору

въезжают на штабели по въездам, отсыпанным из гравийного материала.

При вывозке гравийного материала на притрассовые склады железнодорожным узкоколейным транспортом и при дальнейшей его транспортировке в автомобилях на трассу перегрузка может быть осуществлена устройством эстакад и бункеров (рис. 17).

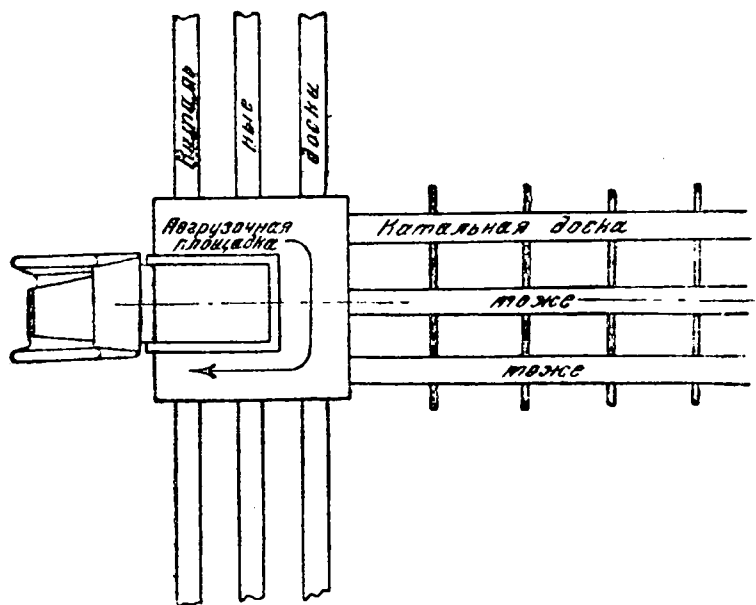
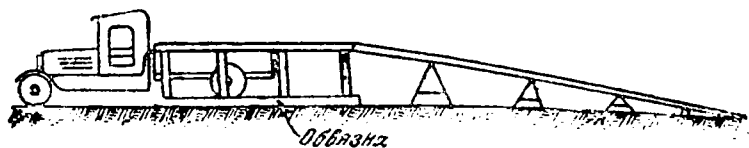


Рис. 21. Погрузка автомобиля тачками

Бункеризацией может быть механизирована погрузка в транспортные средства гравийного материала, причем объемное содержание материала в бункерах может быть равным объему материала, перевозимого в транспортных средствах или кратным ему. Последнее достигается устройством в бункере отдельных секций, равновеликих по объему транспортным средствам, или установкой объемного дозатора. Погрузка бункеров может осуществляться транспортом (рис. 18).

Для уменьшения высоты погрузки возможно устройство погрузочных путей ниже подошвы штабелей (рис. 19). В косогорной местности обязательное использование рельефа местности облегчает погрузочные работы, которые выполняются по лоткам, уложенным по косогору при нахождении погрузочных путей вдоль подошвы косогора (рис. 20).

Ускорение погрузочных тачечных работ может быть сделано путем устройства погрузочной площадки высотой, допускающей въезд под нее транспортных средств. Для перемещения площадки вдоль штабеля делается внизу площадки специальная обвязка. Площадка имеет форму буквы П (рис. 21), причем внутренние размеры меньше габарита кузова автомобиля. Под этот вырез становится автомобиль для погрузки. Для уменьшения высоты площадки можно заглубить под ней подъезды. Въезды на площадку делаются с трех сторон по катальным доскам в количестве двух-трех с каждой стороны, исключая сторону подъезда автомобиля.

Погрузочная бригада снабжается тачками в количестве две-три на каждого человека. Распределение работ при погрузке между членами бригады следующее: один рабочий стоит на опрокидывании тачек с площадки в автомобиль, половина бригады загружает тачки, а остальная часть бригады подает их на площадку.

IV. ДОРОЖНЫЙ ГРАВИЙНЫЙ МАТЕРИАЛ

Дорожный гравийный материал представляет собой естественную рыхлую горную породу или искусственную смесь естественных мелких обломков горных пород разных размеров (преимущественно крупных) с пылеватыми и глинистыми частицами.

В зависимости от назначения дорожного гравийного материала его каменная составляющая должна иметь определенные размеры и быть разной по количественному соотношению их.

Количество пылеватых и глинистых частиц в гравийном материале также лимитируется его назначением.

Качество дорожного гравийного материала зависит от его назначения. Гравийный материал, уложенный в покрытие, может непосредственно подвергаться действию проезда (верхние слои), или воспринимать на себя через верхний слой вертикальное давление от нагрузки.

Каменная составляющая гравийного материала размерами от 2 до 60 мм носит название гравия.

Гравийный материал в зависимости от гранулометрического состава классифицируется согласно табл. 10.

Серия по крупности	КЛАССИФИКАЦИЯ	Состав гравийного материала		
		крупнее 10 мм	10—2 мм	Мельче 2 мм
I	Крупный	>50%	<50%	< 50%, песка более, чем пыли; глины не более 5%.
II	Средний	50—20%	<80%	< 50%; песка более, чем пыли; глины не более 8%.
III	Мелкий	<20%	>30%	< 50%; песка более, чем пыли; глины не более 10%.
IV	Землистый		>50%	Песка более, чем пыли; глины не более 10%.
—	а) песчаный	<50%	—	То же; пыли более, чем песка.
—	б) пылеватый	<50%	—	То же; пыли более, чем песка.
V	Гравелистый грунт . .	<30%	—	Более 70%; глины не более 10%.

Свойства гравия в покрытии, его поведение под действием проезда при разной степени увлажнения зависят главным

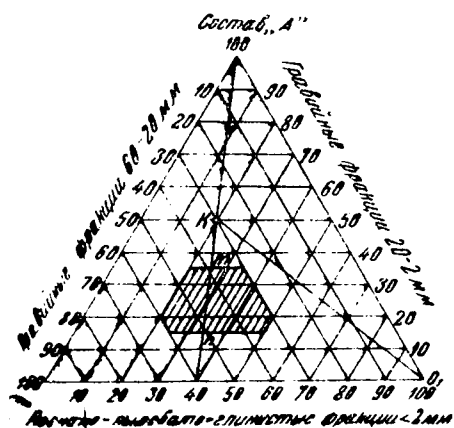


Рис. 22. Оптимальный состав типа А

образом от его гранулометрического состава; поэтому далеко не всякий гравий годится для дорожного покрытия. Теоретически и практически, путем изучения работы гравийных покрытий, установлены гранулометрические составы гравийного материала, годного для дорожных покрытий.

Для постройки гравийных покрытий наилучший по своему гранулометрическому составу (в весовых % %) гравийный материал по соотношению отдельных его составляющих отвечает требованиям табл. 11.

Если карьерный гравийный материал по процентному содержанию входящих в него каменных фракций тех или других размеров (гранулометрический состав) не соответствует

Размер частиц (фракций)	Состав А	Состав Б	Состав В
в мм	применяется только в нижнем слое покрытия	применяются в верхнем и в нижнем слоях покрытия	
60—20	20—50	—	—
40—20	—	15—40	—
20—5	25—45	30—50	50—70
5—2	5—15	5—15	10—20
(Мельче 2—грунтовая часть)	15—35	20—40	20—40

этим требованиям, то возможно путем сортировки и смеси фракций довести его до этих требований.

Гравийные смеси по своему гранулометрическому составу могут быть изображены графически в треугольных координатах. Наилучшие (оптимальные) смеси (табл. 11) изображены в этих координатах площадками (рис. 22—24).

Пользуясь таблицей состава наилучших (оптимальных) гравийных смесей и аналитическими или графическими расчетами на графиках рис. 22—24 можно рассчитать, на какие

фракции следует рассортировать имеющийся карьерный гравийный материал и в какой пропорции следует смешать полученные фракции для образования оптимальной смеси.

Методы составления наилучших смесей из данного карьерного материала путем грохочения (разделения на фракции) приводятся в следующих примерах.

Пример 1. Карьерный гравийный материал по лабораторным данным состоит из фракций 60—20 мм (20%), 20—2 мм (30%) и < 2 мм (50%).

Как видно из сравнения с оптимальным гравийным материалом состава А (заштрихованная площадка рис. 22 и табл. 11) в данном материале имеется избыток грунтовой части (50% вместо максимальной 35%).

Данный карьерный гравийный материал в треугольных координатах соответствует по своему гранулометрическому составу точке К (рис. 22).

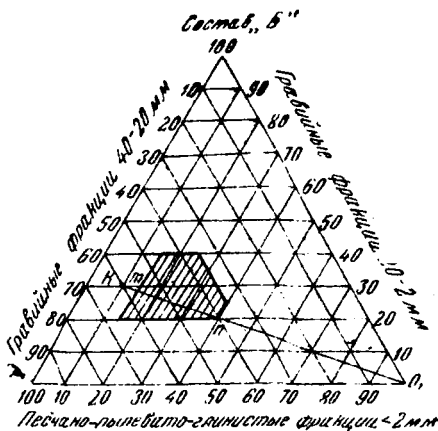


Рис. 23. Оптимальный состав типа Б

Если из гравийного материала отгрохотить фракции 20—2 мм, и < 2 мм (пропустить через грохот 20 мм), то останется на ситах отгрохоченный гравий разм. 60—20 мм. В треугольных координатах он будет изображаться точкой C_1 (частиц 60—20 мм здесь 100%).

Если соединить точки K и O_1 прямой линией, то последняя не пересекает многоугольника оптимальных смесей состава A , и это указывает на невозможность составления оптимальной смеси из карьерного материала и отгрохоченной из него крупной фракции.

Если из карьерного материала отгрохотить фракции < 2 мм, то в полученном материале останутся фракции в 60—20 мм и 20—2 мм. Если сумму их принять за 100%, то соотношение фракций в новом гравийном материале будет равно

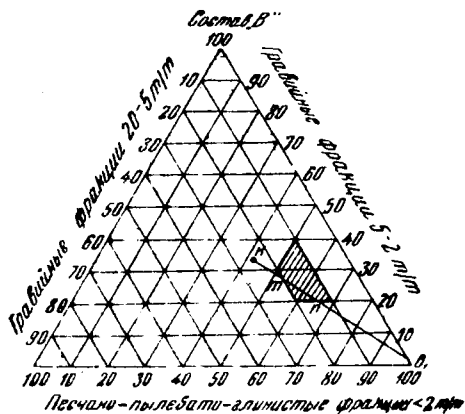


Рис. 24. Оптимальный состав типа В

$$\text{фракций в 60—20 мм} \quad \frac{20 \cdot 100}{50} = 40\% ;$$

$$\text{фракций в 20—2 мм} \quad \frac{3 \cdot 100}{50} = 60\% .$$

Этот материал изображается точкой O_2 , лежащей на нулевой линии фракций < 2 мм (точка „40“), отсутствующих в материале.

Соединив точки K и O_2 прямой линией, получаем пересечение многоугольника оптимальных смесей состава A в точках m и n , что указывает на возможность составления оптимальной смеси из карьерного гравийного материала путем прогрохотки его через сита в 2 мм с последующим смешением карьерного материала с отгрохоченными фракциями в 60—2 мм

Для получения материала, изображенного точкой m , ближайшей к точке K потребуется больше карьерного гравийного материала, т. е. объем работ по прогрохотке будет меньшим.

Арифметически гранулометрический состав материала, изображенного точкой m , определится так:

После отгрохотки фракций < 2 мм смешению подлежат материалы со следующим гранулометрическим составом:

Карьерный гравийный материал	Отгрохоченный гравийный материал
Фракции 60—20 мм	20% / 40%
„ 20—2 мм	30% / 60%
„ < 2 мм	50% /

Для уменьшения работы по прогрохотке задаемся содержанием в смеси максимально допускаемого количества фракции < 2 мм, равного 35%. Если обозначить количество карьерного гравийного материала, входящего в смесь, через x , то количество отгрохоченного материала в смеси будет равно $100-x$. Так как оптимальная смесь в своем составе должна содержать 35% фракций < 2 мм, то сумма этих фракций, содержащихся в карьерном гравийном материале и в отгрохоченном, не может быть больше этой величины, что арифметически можно выразить следующим образом:

$$\frac{50x}{100} + \frac{0(100-x)}{100} = 35,$$

или

$$x = 70.$$

Таким образом карьерный гравийный материал должен войти в оптимальную смесь А в количестве 70%, а отгрохоченный (60—2 мм)—в количестве 30%.

Эту же задачу можно разрешить графически, пользуясь данными, получаемыми из рассмотрения рис. 22.

Если точка К представляет собой в системе треугольных координат гранулометрический состав карьерного гравийного материала, O_2 —отгрохоченного материала, то точки m и n будут изображением гранулометрического состава оптимальной смеси, соответствующей составу А. Гранулометрический состав материала в точке m будет содержать максимальное количество карьерного материала и частиц фракций < 2 мм (изготовление смеси будет дешевле), а в точке n — минимальное количество последних фракций, но оба состава будут оптимальные, как лежащие в пределах многоугольника оптимальных смесей.

Для того чтобы определить процентное содержание в оптимальной смеси карьерного гравийного материала и отгрохоченного, нужно в определенных измерениях определить на чертеже длины прямых KO_2 , Km и mO_2 . Пусть $KO_2=43$ составляет 100, $Km=13$ и $mO_2=30$, тогда процентное содержание в смеси карьерного материала будет:

$$\frac{30 \cdot 100}{43} = 70\%.$$

а отгрохоченного:

$$\frac{13 \cdot 100}{43} = 30\%.$$

Пример 2. Карьерный гравийный материал имеет следующий гранулометрический состав:

Фракции	40—20 мм	....	10 %
"	20—2	....	60 %
"	< 2	....	30 %

Этот состав может приблизиться к составу Б, если в нем увеличить количество фракций 40—20 мм. Это можно сделать путем отгрохотки всех меньших фракций и смешением карьерного материала с прогрохоченным в определенном соотношении.

Если обратиться к рассуждениям, изложенным в первом примере, то точка m (рис. 23) изображает в треугольных координатах оптимальную смесь при наибольшем процентном содержании в ней карьерного материала (самая дешевая смесь).

Если $KO_1=79$, $Km=4$ и $mO_1=75$, то процентное содержание в смеси карьерного материала должно быть:

$$\frac{75 \cdot 100}{79} = 95\%;$$

а отгрохожденного:

$$\frac{4 \cdot 100}{79} = 5\%.$$

Пример 3. Необходимо выяснить возможность получения оптимального гравийного материала состава В из карьерного материала, имеющего следующий гранулометрический состав:

Фракции размером 40—20 мм	....	5%.
" " 20—5	....	40%.
" " 5—2	....	25%.
" " < 2	....	30%.

Так как гравийный материал состава В включает в себя фракции меньше 20 мм, то, чтобы можно было данный карьерный гравийный материал изобразить в треугольных координатах, на которых дается многоугольник оптимальных смесей состава В (рис. 24), необходимо предположить, что фракция размером 40—20 мм отгрохождена. В этом случае новый гравийный материал будет иметь следующий гранулометрический состав:

Фракции размером 20—5 мм	—	42%.
" " 5—2	—	26%.
" " < 2	....	32%.

В треугольных координатах он представлен точкой К. Эта точка лежит вне многоугольника оптимальных смесей состава В, и данный гравийный материал не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к оптимальному составу.

Если предположить, что из нового гравийного материала отгрохождены фракции размером 5—2 мм и < 2 мм, то вновь полученный гравийный материал с фракциями, 20—5 мм, изобразится точкой O_1 , лежащей на пересечении нулевых линий фракций 5—2 мм и < 2 мм.

Прямая соединяющая точка К и O_1 пересекает многоугольник оптимальной смеси состава В, что указывает на возможность составления оптимальной смеси из этих гравийных материалов. Если $KO=50$, $Km=11$ и $mO_1=39$, то процентное содержание в смеси карьерного материала, из которого отгрохождена фракция в 40—20 мм, будет равно $\frac{39 \cdot 100}{50} = 78\%$, и гравийного материала, содержащего фракции в 20—5 мм, будет 22%.

Составляющая гравийного материала < 2 мм, представляющая собой грунтовую его часть, должна соответствовать техническим требованиям, предъявляемым к песчано-глинистым смесям, указанным в табл. 12.

Если гравийный материал по процентному содержанию грунтовой части и соответствует требованиям табл. 11, все же необходима его проверка в части удовлетворения ею требованиям, предъявляемым к наилучшим песчано-глинистым смесям. Эта проверка производится путем пересчета процент

Размеры фракций в мм	С о д е р ж а н и е в %			
	Зона нормального или недостаточного увлаж- нения		Зона избыточного увлажнения	
	Т и п ы			
	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂
2,00—0,25	45—60	20—45	45—70	25—45
0,25—0,05	10—20	20—40	15—30	25—55
0,05—0,005	15—35	15—35	15—25	15—25
< 0,005	6—12	8—14	3—8	3—10

ного содержания грунтовой части на 100-процентный грунт, что можно сделать, зная лабораторный анализ грунтовой части.

Пример. Карьерный гравийный материал, по лабораторным данным, состоит из фракций размерами:

60—20 мм 45%
 20—5 25%
 5—2 10%
 < 2 20%

В то же время в грунтовой части частицы < 2 мм представляют смесь частиц:

размерами 2—0,25 мм 10%
 0,25—0,05 4%
 0,05—0,005 4%
 < 0,005 2%

Карьерный гравийный материал по процентному содержанию отдельных частиц соответствует требованиям, предъявляемым к составу А (см. табл. 11). Проверка соответствия процентного содержания в грунтовой части отдельных фракций требованиям, предъявляемым к песчано-глинистым смесям, производится следующим образом. Процентное содержание частиц грунтовой части в карьерном гравийном материале 20% принимаем за 100% в песчано-глинистом.

Таким образом при переводе грунтовой части гравия в 100-процентную песчано-глинистую смесь количество в ней отдельных частиц по размерам будет:

2—0,25 мм $5 \times 10 = 50\%$
 0,25—0,05 $5 \times 4 = 20\%$
 0,05—0,005 мм $5 \times 4 = 20\%$
 < 0,005 мм $5 \times 2 = 10\%$

Итого 100%

Полученное содержание отдельных частиц в грунтовой части соответствует требованиям, предъявляемым к песчано-глинистой смеси типа А (табл. 12). Таким образом, карьерный гравийный материал и по грунтовой части вполне соответствует составу А (табл. 11).

При несоответствии грунтовой части по ее составу песчано-глинистой смеси, приведенной в табл. 12, приходится прибегать к подбору ее путем добавления других грунтов с таким расчетом, чтобы в конечном результате получил песчано-глинистую смесь необходимого состава или близкого к нему.

При недостатке в карьерном гравийном материале грунтовой части она может вводиться в него искусственным путем в нужном количестве в процессе устройства гравийного покрытия.

Качественным показателем каменной части (гравия) гравийного материала является твердость частиц. Чем твердость гравия выше, тем меньше гравийное покрытие подвергается износу от воздействия на него проезда.

Твердость гравия определяется лабораторным путем барабане Деваля. Классификация гравия по твердости приводится в табл. 13.

Таблица 13

Характеристика гравия	% износа в барабане Деваля с шарами
Твердый	Менее 25
Средний	25—35
Мягкий	35—50
Очень мягкий	Более 50

При строительстве гравийных покрытий применяется гравий с твердостью:

- а) для верхнего слоя—процент износа в барабане Деваля
 дороги II класса—не свыше 35%;
 дороги III класса— „ „ 40%;

б) для нижних слоев износ в барабане Деваля независимо от класса дороги—до 50%.

Качество гравия (способность укатываться) характеризуется также окатанностью частиц. При устройстве шоссейных покрытий из гравия окатанность его должна быть не более данных, указанных в табл. 14.

Таблица 14

Износ в барабане Деваля			
до 25%		25—35%	
Поверхности		Поверхности	
гладкая	шероховатая	гладкая	шероховатая
0,40	0,60	0,50	0,70

В случае окатанности гравия более допускаемой техническими условиями (табл. 15) в гравийную смесь добавляется дробленый гравий.

Процент добавки дробленого гравия определяется по формуле:

$$A = 100 \frac{K_1 - K_2}{K_2},$$

где: A —добавка дробленого гравия в %.

K_1 —коэффициент окатанности карьерного гравия,

K_2 —коэффициент по техническим условиям.

Таблица 15

Характеристика окатанности	Коэффициент окатанности гравия K_2 с поверхностью	
	шероховатой	гладкой
Сильно окатанный	> 0,80	> 0,60
Окатанный	0,60—0,80	0,40—0,60
Слабо окатанный	< 0,60	< 0,40

Гравий, применяемый для устройства гравийных покрытий, должен обладать цементирующей способностью, данные о которой даются в табл. 16.

Таблица 16

Степень цементирующей способности	По сопротивлению удару в кг/см ²	По времени размокания в мин.
Высокая	> 10	> 15
Средняя	10—2	15— 3
Низкая	< 2	< 3

Для облегчения устройства гравийного покрытия в виде гравийного шоссе и увеличения его прочности возможно введение перед укаткой в гравийную смесь цементирующей добавки в пределах, указанных в табл. 17.

Таблица 17

Степень цементирующей способности	% цементирующих добавок по объему укатываемого слоя	
	Частицы менее 0,005 мм (глина)	Частицы менее 0,25 мм (пыль)
Высокая	2	4
Средняя	4	8
Низкая	6	10

V. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАВИЙНЫХ ПОКРЫТИЙ И ИХ ПОПЕРЕЧНЫЕ ПРОФИЛИ

Гравийные покрытия по способу их устройства и по степени обеспечения ими движения разделяются на четыре основных типа.

Тип 1 — гравированные покрытия (гравированные грунтовые дороги), являющиеся переходным типом от грунтовых покрытий к гравийным. К этому типу относятся профилированные грунтовые дороги, проезжая часть которых состоит из гравийного материала, имеющего в своем составе гравийных частиц не крупнее 40 мм не менее 25%, а фракций мельче 2 мм — в соответствии с требованиями, предъявляемыми к песчано-глинистым смесям (табл. 12).

Такая смесь или заранее готовится, а затем рассыпается на ширину проезжей части или земляного полотна слоем 7—12 см в плотном теле, или же составляется путем добавки гравийного материала нужных фракций к грунту дороги (смещение на месте). Чаще всего гравированные дороги строятся по второму способу в виде улучшения грунта дороги гравием.

Тип 2 — гравийные покрытия из карьерного гравия естественного состава.

Тип 3 — гравийные покрытия из гравийного материала, удовлетворяющего требованиям, приведенным в табл. 11 (гравийный материал с подбором смеси):

Покрытия типов 2 и 3 устраиваются или на ширину земляного полотна или только на ширину проезжей части

установленную Техническими условиями, на песчаном или каменном основании.

Гравийный материал в покрытиях типов 2 и 3 имеет толщину в плотном теле в зависимости от характера и типа основания согласно табл. 18.

Таблица 18

О с н о в а н и е			
Устойчивое грунтовое или песчаное		К а м е н н о е	
II класс	III класс	II класс	III класс
20—22 см	16—18 см	8—12 см	7—10 см

Толщина искусственного основания находится в прямой зависимости от почвенно-грунтовых условий и приводится: а) для песчаного основания — в табл. 19, а для каменного при толщине пакеляжа 12—14 см — в табл. 20.

Таблица 19

Грунт земляного полотна	Толщина песчаного основания в плотном теле по оси покрытия в см
Пески, супесь	0
Пылеватый песок, мелкая супесь при слое менее 1 м	10
Суглинок, тяжелый суглинок и глина	15
Пылеватый суглинок и пылеватый грунт	20

При особенно неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях толщина песчаного основания увеличивается на 5 — 10 см.

Таблица 20

Грунт земляного полотна	Толщина песчаного основания в плотном теле по оси покрытия в см
Песок, супесь, пылеватый песок, мелкая супесь	0
Суглинок	7
Тяжелый суглинок, глина, пылеватый суглинок, пылеватый грунт	10

Каменное основание в виде пакеляжа устраивается слабых или выветрившихся пород камня (валунов), не пригодных для устройства мостовых, или верхних щебеночных слоев.

Специально используются для этого валуны, отгрохоченные из гравийного материала в том же карьере, в котором добывается гравий.

Тип 4 — гравийные покрытия типа шоссе, устраиваемые по методу строительства щебеночных шоссе из гравия размерами 60—2 мм в корыте при толщине гравийного слоя в плотном теле 18 см. Гравий укладывается на песчаное основание толщиной в зависимости от почвенно-грунтовых условий, приводимых в табл. 21.

Таблица 21

Грунт земляного полотна	Толщина песчаного основания в плотном теле по оси покрытия в см			
	под гравийное покрытие		под пакеляжное основание	
	Условия увлажнения			
	нормаль- ное и из- быточное	недоста- точное	нормаль- ное и из- быточное	недоста- точное
Песок, легкие непы- леватые супеси . .	0	0	0	0
Песок, не удовлетво- ряющий Т.У., и супесь	10	5	5	0
Песок пылеватый, су- песь мелкая, сугли- нок	15	10	7	5
Тяжелый суглинок, глина	20	15	10	7
Пылеватый суглинок, пылеватый грунт .	25	20	15	10

При особенно неблагоприятных грунтовых и гидрологических условиях толщина песчаного основания увеличивается на 5—10 см.

В качестве искусственного основания могут быть применены вместо песка: улучшенный грунт, щебеночные отходы, гравий, дресва (жорства), котельный и другие шлаки, ракушка и прочие подобные местные материалы.

Щебеночные и гравийные основания делаются толщиной на 20—25% менее песчаных.

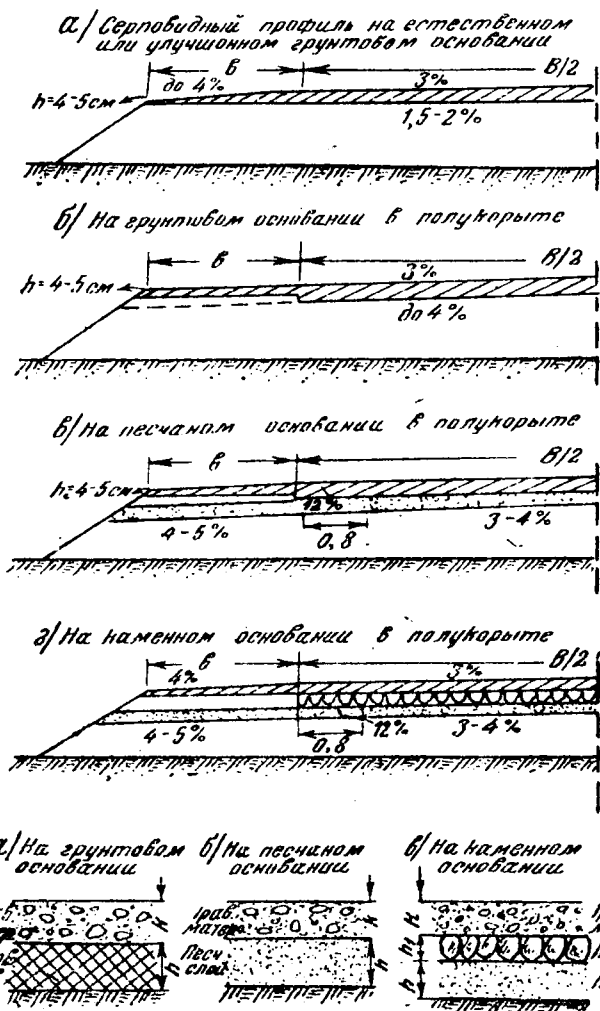


Рис. 25. Поперечные профили дорог с гравийными покрытиями

Песчаное основание, если оно необходимо по почвенно-грунтовым условиям, с производственно-экономической точки зрения устраивается в случаях:

1) если разработка песчаного карьера легче, чем гравийного, и дальность возки к месту работ песка ближе, чем гравия, т. е. если стоимость песка дешевле гравия;

2) если песок является результатом сортировки гравийного материала, необходимого для устройства гравийного покрытия, т. е. если песок является отходом.

Во всех других равных условиях вместо песчаного основания целесообразно устраивать гравийное.

Отвод воды из-под гравийного покрытия, устроенного на дренарующем искусственном основании, осуществляется дренажными воронками.

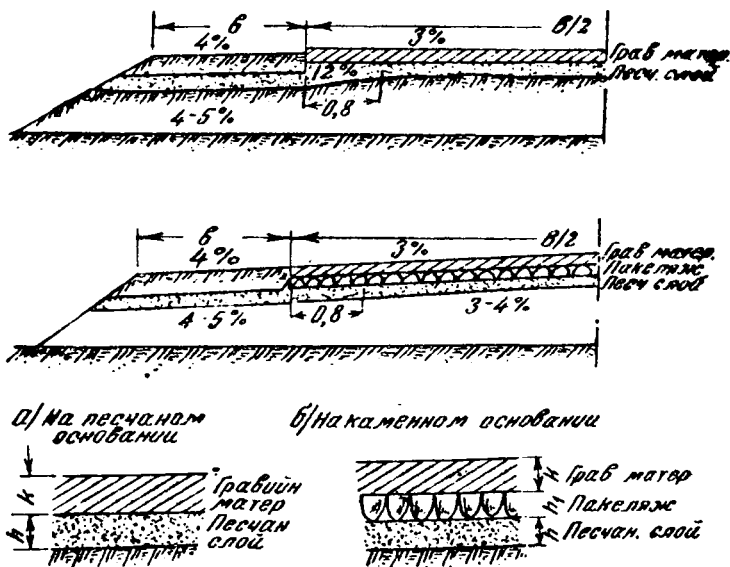


Рис. 26. Поперечный профиль гравийных покрытий по типу белого шоссе

Поперечные профили гравийных покрытий бывают двух основных типов: 1) серповидные; 2) полукорытные (рис. 25).

Последний тип устраивается при толщине гравийного покрытия более 18 см.

Покрyтия в виде гравийного шоссе имеют корытный поперечный профиль (рис. 26).

Серповидный и полукорытный поперечные профили гравийных покрытий имеют преимущество перед корытным профилем, заключающееся в том, что при покрытии гравийным материалом обочин:

- 1) земляное полотно предохраняется от переувлажнения и тем самым гравийное покрытие от расстройств;
- 2) избегается нанос грязи на покрытие движущимися поездами при въезде их с обочин на проезжую часть;
- 3) облегчается содержание гравийных покрытий утюжкой;
- 4) удешевляется стоимость постройки гравийных покрытий за счет исключения работ по устройству дренажных воронок и упрощения производства земляных работ при возведении земляного полотна.

К недостаткам серповидного и полукруглого профиля можно отнести большой расход гравийного материала для их устройства и отсутствие упора края покрытия, что вызывает расползание гравийного материала.

Гравийным покрытиям придается поперечный уклон в пределах проезжей части около 3%, а на обочинах — около 4%, независимо от их типа.

Поперечный профиль земляного полотна устраивается с уклоном в пределах проезжей части: 1,5—2,0% для серповидного типа покрытия и около 3% для полукорытного и корытного типов.

При строительстве гравийного покрытия в корыте в обочинах закладываются дренажные воронки, обеспечивающие выход воды из-под покрытий и сохранность последних в периоды возможного переувлажнения полотна. Дренажные воронки устраиваются закрытого типа под обочинами и располагаются по обеим сторонам покрытия в шахматном порядке.

Дренажные воронки заполняются песком, колдом, гравием, фашинами и другими дренирующими материалами, которые перед засыпкой грунтом обочины покрываются дерном травой вниз.

Гравийные покрытия могут устраиваться в несколько слоев, во-первых, для возможности создания более плотного покрытия, а во-вторых, для возможности более рационального использования имеющихся материалов.

Покрытия толщиной в плотном теле более 15 см укладываются в два слоя, так как один слой толщиной более 15 см не поддается достаточному уплотнению на всю толщину. Наиболее рациональная толщина для уплотнения гравийных материалов (смесей) — около 10 см.

Как общее правило, в нижний слой укладывается более крупнозернистый гравийный материал (табл. 11) с меньшим количеством мелкозема. В нижний слой может быть уложен гравий, не совсем подходящий под составы оптимальных смесей, а также имеющий частицы из слабых каменных пород и более выветрившихся.

Нижний слой может быть составлен при речном и морском гравии из крупной, хорошо окатанной или плоской гальки, которая не поддается обычно укатке и дробление которой требует дополнительной трудоемкой работы. Для уплотнения этого галечного слоя применяется добавка мягких известняков и суглинка.

VI. СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ С ГРАВИЙНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

Работы по строительству дорог с гравийными покрытиями разделяются на подготовительные и основные строительные.

Периоды строительства (подготовительный и основной) находятся во взаимной связи, и сроки их проведения зависят от директивного графика строительства, которым устанавливаются сроки начала и конца работ.

Объем работ, методы проведения и стоимость их устанавливаются техническим проектом, в состав которого входят проект организации работ и генеральная смета строительства.

Проект является основным документом, устанавливающим техническое решение вопросов строительства, применения тех или иных конструкций сооружений (типовые или индивидуальные поперечные профили земляного полотна и проезжей части, типовые или индивидуальные проекты искусственных сооружений), а также объемы работ.

Генеральная смета, исчисленная на основе принятого проекта организации работ, определяет стоимость строительства и составляется на основе частных смет, сметно-финансовых расчетов и калькуляций стоимости отдельных видов работ, которые в свою очередь составляются по Единым нормам выработки и расценкам (ЕНВиР).

Таким образом, проект организации работ является связующим звеном между проектом строительства и его стоимостью и разрешает вопрос строительства с точки зрения его выполнения в заданные сроки и рационального использования в процессе строительства всех видов материальных и других ресурсов (рабочая сила, машины, транспорт, материалы).

1. Подготовительный период к строительству

Подготовительный период к строительству является весьма ответственным, так как от степени подготовки к работам зависит успешный ход строительства, качество его выполнения и окончание к назначенному сроку.

К основным мероприятиям, проводимым в подготовительный период, можно отнести.

1. Ознакомление строящей организации с техническим проектом и с объектом строительства в натуре.

Ознакомление с техническим проектом дает возможность строящей организации получить полное представление о технических решениях всех вопросов, связанных со строительством, а ознакомление с районом строительства позволяет ей разрешать вопросы, связанные:

1) с организацией низовых звеньев (линейного строительного аппарата) и их размещением по трассе;

2) с укомплектованием строительства местной рабочей силой и транспортом;

3) со снабжением местными материалами и т. д.

2. Организация всех низовых звеньев: строительных участков, отдельных производителей работ и хозрасчетных хозяйств в виде автотранспортной конторы, конторы по разработке гравийных карьеров и т. д.

Организация низовых звеньев и размещение их по трассе с установлением территориальных границ находятся в зависимости от общего проекта организации работ, местных условий, характера и объема работ.

При наличии в общем объеме строительства отдельных крупных объектов (как, например, строительство моста через значительные водотоки) такие объекты выделяются в самостоятельные по производству работ.

3. Восстановление трассы дороги с производством всех разбивочных работ, необходимых при проведении строительства.

Восстановленная трасса дороги должна быть закреплена на весь период строительства, так как это, с одной стороны, решает вопрос правильного размещения трассы дороги как в плане, так и в продольном профиле, а с другой, — обеспечивает надлежащее качество выполнения технического проекта.

4. Дополнительные изыскания месторождений местных материалов с целью удешевления строительства.

5. Дополнительное закрепление полосы отвода под дорогу и временные сооружения, производимые в случаях:

1) обнаружения в районе строительства дополнительных месторождений гравийных и песчаных материалов, устройства к ним подъездных путей;

2) необходимости размещения по трассе строительства временных сооружений (баракы для рабочих, склады материалов и т. д.).

6. Обеспечение строительства местной рабочей силой, поскольку производство работ не требует высокой квалификации, но в то же время является весьма трудоемким (разработка карьеров, земляные работы).

Вопрос обеспечения местной рабочей силой разрешается с местными советскими, партийными и общественными организациями на основе привлечения местного населения к строительству:

- 1) в порядке трудового участия;
- 2) в порядке массового выхода на работы (по примеру строительства Ферганского канала);
- 3) за плату в свободное от полевых работ время.

7. Развертывание работ подсобных предприятий (разработка карьеров, установка камнедробилок, вывозка гравия, песка) с целью своевременного заготовления материалов для производства работ по строительству гравийных покрытий.

8. Строительство временных сооружений сборно-разборных или щитовых бараков для рабочих и служащих, гаражей, контор строительных участков производителей работ и т. д.

9. Разработка рабочих проектов организации работ.

Проект организации работ, являющийся частью технического проекта, разрешает вопросы организации работ в целом по строительству, а рабочие проекты, основанные на данных технического проекта, устанавливают рабочий процесс не только по отдельному виду строительства, но и по отдельным его звеньям, вплоть до рабочего места бригады, звена, отдельного рабочего и машины.

2. Производство основных строительных работ

Основными строительными работами по постройке дорог с гравийными покрытиями являются:

- 1) освоение трассы строительства и подготовка дорожной полосы;
- 2) производство земляных работ по возведению дорожного полотна;
- 3) устройство гравийного покрытия;
- 4) постройка сооружений искусственных и гражданских (здания для размещения эксплуатационной службы);
- 5) обеспечение дороги обстановкой пути (дорожные знаки всех видов, ограждения).

Работы по освоению трассы строительства, возведению дорожного полотна, устройству гравийного покрытия являются общими по характеру для всех типов гравийных покрытий и зависят от местных условий только в части объемов работ,

необходимых для их проведения, и разрешаются методами, принятыми в техническом проекте постройки данной дороги.

Строительство искусственных и гражданских сооружений является специальным вопросом, разрешаемым независимо от типа гравийного покрытия, почему исключается из дальнейшего изложения.

А. Освоение трассы строительства (подготовка дорожной полосы)

Работы по освоению трассы строительства дорог как с гравийными покрытиями, так и с другими техническими типами, состоят в подготовке полосы отвода для производства земляных работ. Эта подготовка заключается в рубке леса на залесенных участках трассы, корчевке пней, очистке полосы от корней, камней и других препятствий. Кроме того, в отдельных случаях удаляется дерновой покров, а на косогорах с уклонами круче 1:1,5 прорываются для сопряжения земляного полотна с грунтом косогора горизонтальные уступы шириной не менее 1,0 м, высотой 0,50 м.

Рубка леса и кустарника, а также корчевка пней выполняются на ширину земляного полотна, резервов и временной дороги, идущей вдоль строящейся дороги.

Корчевка пней производится при высоте насыпей менее 2,0 м. При большей высоте насыпей пни не выкорчевываются, а срезаются с расчетом, чтобы слой земли над пнями был не менее 2,0 м.

Рассматривая полосу отвода под дорогу в увязке с климатическими и грунтовыми условиями, а также с расположением ее в отношении стран света, необходимо иметь в виду следующие условия:

1. В умеренном и влажном климате при прохождении трассы по тяжелым в дорожном отношении грунтам (пылеватые, глинистые) ширину расчистки леса и кустарника делают больше, чем в засушливых районах на легких грунтах (супесчаных, песчаных) с целью лучшего проветривания построенной дороги и обеспечения скорейшей ее просушки после весенней распутицы и после выпадения значительных дождей в летний период.

2. В зависимости от расположения трассы дороги по отношению к странам света просека делается несимметричной по ширине относительно оси дороги. При направлении дороги с запада на восток северная сторона просеки может быть наименьших размеров, но достаточных для беспрепятственного производства работ; южную же сторону делают воз-

можно больших размеров с целью наибольшего освещения дороги солнцем (рис. 27).

3. При прохождении трассы с севера на юг вырубка лес. делается симметрично в отношении оси дороги и т. д.

При проведении просеки необходимо учитывать значение насаждений как элемента маскировки. С этой целью, если не препятствуют другие соображения, просеку делают по ширине полосы между наружными бровками кюветов.

Рубка леса производится вручную или механическим путем. Возможно удаление растущего леса одновременно с его корчевкой путем валки деревьев тягой трактора. Последний способ является наиболее рациональным с точки зрения ускорения работ и облегчения их производства. В то же время этот способ обладает и недостатком, заключающимся в том, что выворачивание из грунта деревьев с корнями

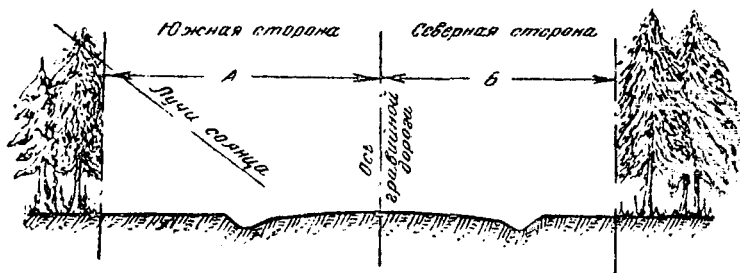


Рис. 27. Просека

вызывает образование больших размеров ям, которые при последующем производстве работ должны быть засыпаны с трамбованием, на что затрачивается значительный труд.

Рубка леса производится обычно в зимнее время, чем достигается лучшее использование древесины и рабочей силы.

Вырубленный лес ошкуривается, разделяется и складывается в штабели или же вывозится для переработки. После вырубki и разделки леса все отходы (сучья, кора) собираются в кучи и уничтожаются.

Корчевка пней после вырубki лесонасаждений производится вручную или машинами. Ручные корчевальные машины применяются при корчевании пней диаметром до 25 см, конные—до 35 см, а тракторные—начиная с 25 см.

Уборка (оттаскивание) пней за пределы площади отвода производится вручную, лебедками, лошадьми или тракторами. Возможно уничтожение выкорчеванных пней сжиганием на полосе отвода.

Успешность работ по корчеванию пней находится в зависимости от: а) свойств грунтов, б) времени вырубki, в) породы, возраста и г) густоты лесонасаждений.

В тяжелых грунтах (глинистых, щебенистых и других подобных) корчевка более затруднительна и менее производительна, чем в легких грунтах (супесчаных, песчаных) за счет преодоления большей связи корней с грунтом, с одной стороны, и затраты времени на очистку корней от грунта, — с другой.

Корчевка старых пней легче, чем свежесрубленных, ввиду наличия отмерших корней и меньшей связи с грунтом.

Еловые пни легче корчуются, чем пни сосны, дуба или березы, вследствие особой формы корней и меньшей разветвленности их.

Возраст дерева влияет на размеры пня, разветвленность корневой системы, увеличивающую связь с грунтом, а тем самым и трудность корчевания.

Корчевание и валка леса взрывным путем производятся путем взрыва зарядов взрывчатого вещества под корнями дерева в зависимости от формы и разветвленности.

После корчевки пней в пределах земляного полотна все образовавшиеся ямы засыпаются грунтом при тщательном трамбовании слоев толщиной 15—20 см во избежание возможных оседаний в этих местах полотна.

Заросли кустарника расчищаются механическим (кусторе́з при тяге трактора ЧТЗ) или ручным путем.

Удаление корней, остающихся в грунте после корчевания, при необходимости очистки от них полосы под возведение земляного полотна производится дорожным руттером или риппером при тяге трактора ЧТЗ. Для работы грейдером разрешается оставлять корни тоньше 2 см.

Очистка полосы отвода в пределах земляного полотна от камней производится вручную (при диаметре до 25 см), вытаскиванием лошадьми, лебедками или трактором (при диаметре до 60 см) или путем взрывания, в зависимости от крупности и густоты залегания камня.

Для удаления из грунта камней диаметром до 25 см применяется дорожный руттер при тракторной тяге.

Крупные камни предварительно подвергаются расколке вручную или взрывным способом.

Б. Земляные работы по возведению дорожного полотна

При строительстве дорог с гравийными покрытиями, как и другими техническими типами, могут иметь место следующие виды земляных работ по возведению дорожного полотна:

- 1) придание поверхности земли поперечного и продольного профиля (нулевые работы);
- 2) возведение дорожного полотна в насыпях высотой до 2,0 м и свыше 2 м;
- 3) разработка мелких и глубоких выемок.

Придание поверхности земли поперечного и продольного профилей заключается в прорытии продольных канав (кюветов), оформляющих дорожное полотно и обеспечивающих отвод наземных вод, в перемещении грунта из канав к оси дороги для получения поперечного профиля и вдоль оси для придания ей однообразного уклона на определенных отрезках в соответствии с проектом дороги. Эти работы могут выполняться вручную, но производятся главным образом механизированным способом — профилированием при помощи грейдеров или простейшими машинами (канавокопателем и утюгом).

В зависимости от объема работы и рода грунта применяются грейдеры тяжелого и среднего типа, различающиеся между собой конструкцией и, главным образом, размерами рабочей части, т. е. ножа и весом.

Основные технические характеристики грейдеров приводятся в табл. 22.

Таблица 22

Показатели	Измеритель	ГС (8)	ГТ (12)
Длина ножа . . .	мм	2540	3660
Максимальная глубина опускания ножа	"	220	300
Вес	кг	2735	4300
Потребная тяга .	—	СТЗ - НАГИ	ЧТЗ
Мощность	л. с.	40/50	60

Грейдер тяжелого типа применяется главным образом при постройке дорог на целине, при тяжелых грунтах и при больших объемах работ по вырезке грунта. Грейдер среднего типа применяется при более легких грунтовых условиях, при самостоятельной работе и одновременно с тяжелым грейдером.

Работа по профилированию производится определенным числом проходов грейдера, с каждым из которых связан:

выполнение известной части работы (зарезание, передвижка грунта и разравнивание).

Для получения поперечного профиля дороги практически требуется сделать 10—24 таких прохода (считая их по одной стороне дороги).

Фактически количество проходов зависит от следующих условий:

- 1) типа грейдера (размер ножа) и мощности тяговой силы (трактор);
- 2) поперечного профиля (ширина дорожного полотна и поперечный профиль боковых канав);
- 3) рода и состояния грунта;
- 4) технического состояния грейдера и трактора;
- 5) организации работ;
- 6) опытности грейдериста и тракториста.

Количество проходов грейдера устанавливается схемой профилирования (рис. 28).

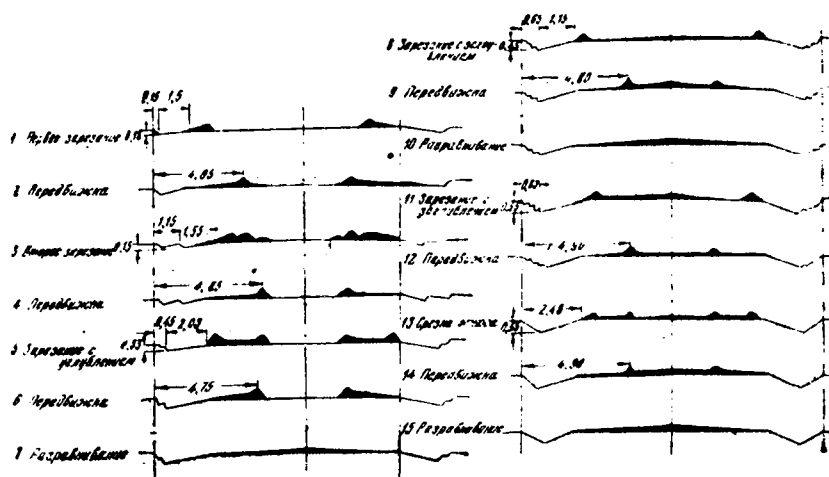


Рис. 28. 15-проходная схема профилирования

Профилировочные работы можно производить одним грейдером или целым отрядом, состоящим из нескольких грейдеров разных типов и подсобных машин. В этом случае каждый тип грейдера выполняет только один вид работ, входящих в состав работы по профилированию (выемка грунта, перемещение грунта к оси, разравнивание грунта).

При работе отряда использование грейдеров является более рациональным, чем при работе одного грейдера. Отрицательным моментом в работе отряда является возможность

простая машин, если одна из машин останавливается из каким-либо причинам. Уменьшение таких непроизводительных простоев возможно за счет установления дистанции между каждой парой грейдеров не менее 100 м.

Рабочий участок профилирования назначается с учетом окончания работ на нем в рабочую смену и обеспечения технического надзора за работами.

Наиболее рациональная длина участка должна быть кратной средней рабочей скорости грейдера (км/час), при которой участок получает законченный профиль.

Возведение дорожного полотна в насыпях высотой до 2 м возможно ручным и механизированным способами. При этом случае грунт берется из прилегающей к насыпи выемки (продольная возка), из вблизи заложенного резерва или из кювета, уширенного до размеров, обеспечивающих получение необходимого количества грунта.

При возведении дорожного полотна применяется как поперечная, так и продольная отсыпка.

Перевозка грунта тачками является рентабельной при дальности возки не более 80—100 м, а конным транспортом при дальности возки не более 500 м.

Разработка резервов и выемок при перевозке тачками производится отдельными участками, называемыми забоями, шириной не менее 1,5 м, глубиной не более 1,0 м и длиной до 3,0 м (рис. 29). Вдоль забоев укладываются катальные доски (гоны).

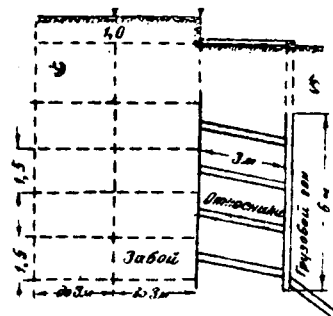


Рис. 29. Схема участка тачечных работ

От границы забоя до основного грузового гона укладываются отдельные катальные доски, называемые откосниками.

Разработка резервов или выемок производится последовательными слоями на всю их ширину, глубиной до 1,0 м.

Разработка грунта, его погрузка и отвозка тачками производятся звеньями землекопов. Для облегче-

ния их работы применяется в тяжелых грунтах предварительное рыхление (плугами, рипперами) и назначается дополнительное число навалыщиков, которые поочередно с основными рабочими выполняют все работы.

Транспорт грунта конными подводами производится отдельными звеньями, состоящими из одиночных подвод, из двух или из трех, которые работают в резерве или выемке на отдельных участках-забоях.

Для рационального использования землекопов-навалыщников необходимо назначать одного коногона на звено из двух подвод.

Ширина забоя при одной подводе в звене назначается не менее 6 м, а глубина слоя разработки—1—1,5 м.

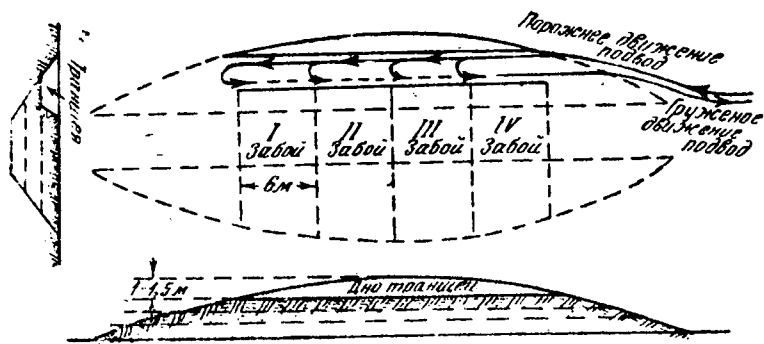


Рис. 30. Разработка выемки подводами продольным способом

Разработка выемок производится продольным способом или лобовым („с головы“). В первом случае забои располагаются перпендикулярно к оси разрабатываемой выемки (рис. 30), а во втором—вдоль ее оси (рис. 31). При лобовой разработке для увеличения фронта работ возможна разработка выемки террасами (рис. 32).

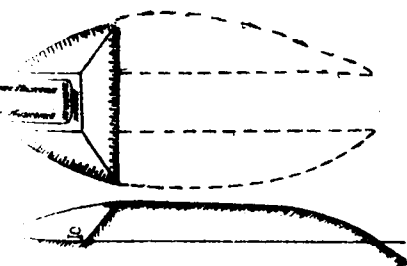


Рис. 31. Лобовая разработка выемками на всю глубину

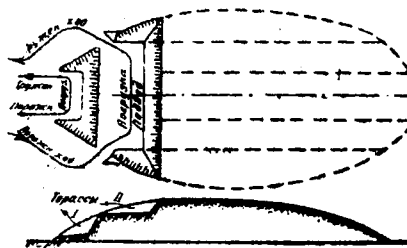


Рис. 32. Разработка выемки террасами

При разработке резервов забои обычно располагаются перпендикулярно к продольной оси резерва (рис. 33). Насыпи возводятся горизонтальными слоями — террасами, толщиной

не более 1,0 м, причем отсыпка нижних слоев обычно ок-
режает вышележащие (рис. 34).

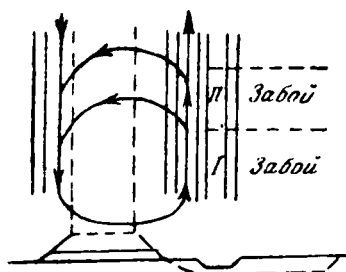


Рис. 33. Разработка резервов
подводами

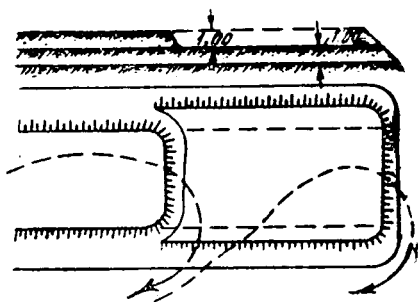


Рис. 34. Отсыпка насыпи террасами

Механизация земляных работ достигается применением тракторных скреперов и грейдер-элеватора. Наиболее распространенные типы тракторных скреперов даются в табл. 23.

Таблица 23

Показатели	Измери- тель	М О Д Е Л И		
		КМ (Д - 10)	БМ (Д - 11)	СК - 1 (Д - 12)
Емкость ковша	м ³	0,33	0,75	1,05
Потребная тяга	—	Колесный трактор	Гусеничный трактор	
Мощность	л. с.	30	60 на 4—5 скрепер.	60 на 3—4 скрепера
Дальность возки	м	25—100	до 100	до 200
Производительность	м ³ /час	18—55	до 75	13 на один скрепер при дальности возки 100 м

Скреперы работают обычно поездами из нескольких единиц при тяге трактора СТЗ, СТЗ-НАТИ или ЧТЗ.

Количество скреперов в поезде зависит от категории грунта и наибольшего подъема в грузовом направлении (табл. 24).

Род грунта	Подъем в грузо- вом на- правле- нии	При тракторе	
		ЧТЗ	СТЗ
		Число скреперов в поезде	
Сыпучие пески и слежавшиеся грунты	до 0,08	2—3	1
Грунты I—III категорий нор- мальной влажности	„ 0,08	4	2
То же	0,08—0,12	3	1

При разработке грунтов III и IV категорий обязательно предварительное их рыхление. Глубина рыхления должна быть кратной глубине зарезания ножа и скрепера.

Разработка резервов и выемок в кавальер производится скреперными поездами при движении по кривой типа эллипса (рис. 35), а при разработке выемок в насыпь движение производится вдоль оси полотна дороги с поворотами на насыпи и в выемке (рис. 36).

При выгрузке грунта и транспортных средств образуются отдельные кучи его, которые должны быть разравнены по всей площади возводимой насыпи. Последнее необходимо для создания устой-

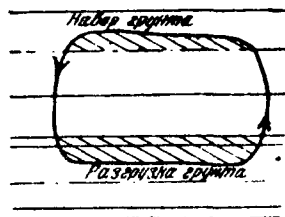


Рис. 35. Разработка резервов скреперами

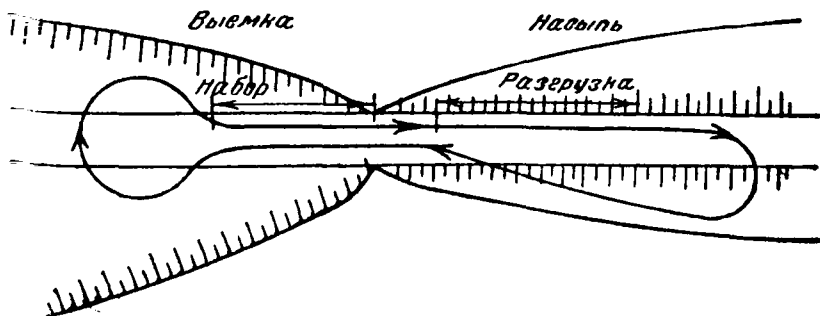


Рис. 36. Разработка выемки в насыпь скреперным поездом

чивости насыпи и уменьшения ее осадки, а также для предотвращения оползания и местных просадок.

Разравнивание грунта может быть сделано вручную и механизированным путем. В последнем случае применяются грейдеры и бульдозеры.

При возведении насыпей особое внимание уделяется их уплотнению во избежание длительной осадки и деформации насыпи и покрытия в будущем.

Уплотнение насыпи достигается организацией соответствующим образом движения транспортных средств, перевозящих грунт.

Наилучшее уплотнение получается при отсыпке насыпи тракторными скреперами, а худшие результаты — при отсыпке тачками, носилками, конным транспортом. При отсыпке тачками, носилками, конным транспортом требуется послойное искусственное уплотнение грунта.

Искусственное уплотнение возможно произвести вручную — деревянными трамбовками весом до 25—30 кг или металлическими трамбовками весом 100 кг. Хорошие результаты дает уплотнение кулачковыми катками.

При больших объемах работ по возведению больших насыпей для уплотнения применяются взрывтрамбовки весом 500—1000 кг.

Возведение насыпей до 1, 20 м высоты и с однообразной рабочей отметкой при помощи грейдер-элеваторов весьма эффективно.

Возведение насыпей высотой более 2 м может быть выполнено перемещением грунта из резервов или выемок конным транспортом, тракторными лопатами, тракторами с прицепами, вагонетками.

В. Организация строительства гравийных покрытий

Организация строительства гравийных покрытий всех типов в основном зависит от объема потребного для их устройства гравийного материала (естественного или искусственно составленного), числа слоев и способа производства работ.

Как было указано выше, гравийные покрытия могут быть следующих типов:

- 1) В виде россыпи гравийного материала по серповидному профилю.
- 2) Из естественного карьерного материала серповидного и полукорытного профиля.
- 3) Из гравийного материала с подбором смеси серповидного или полукорытного профиля.
- 4) В виде гравийного шоссе корытного профиля.

Разделение по типам гравийных покрытий относится непосредственно к основному слою, независимо от типа и наличия естественного или искусственного основания.

Каждый тип покрытия требует для своего устройства определенного производственного процесса, но в то же время все типы имеют одинаковые или сходные по производственным признакам процессы. Последними являются:

1) заготовка гравийного материала, 2) транспорт его к месту работ, 3) складирование его, 4) подготовка основания; 5) россыпь гравийного материала, 6) уплотнение гравийной россыпи.

При постройке гравийного шоссе могут добавиться работы по дроблению гравия в случае значительной его окатанности.

Производство работ по постройке гравийных покрытий состоит из трех основных видов:

1) заготовки гравийного материала в естественном виде и его переработки в зависимости от типа покрытия;

2) транспортировки и складирования материалов на трассе (транспортные работы);

3) устройства покрытия (линейные работы).

а) Объемы работ

Объемы работ по всем видам, связанные со строительством того или другого типа гравийного покрытия, устанавливаются по данным проекта в зависимости от конструкций.

Количество потребного гравийного материала может быть исчислено по формуле:

$$V = \omega h L \alpha \beta,$$

где ω — площадь поперечного сечения покрытия в м^2 ,

L — длина дороги в м,

α — коэффициент уплотнения гравийного материала (1,25—1,30),

β — коэффициент потерь гравийного материала в процессе перевозки и производства работ (1,02—1,05).

Площади сечений для серповидного и полукорытного профилей даются на рис. 37.

Объем работ по перевозке гравийных материалов исчисляется в тонно-километрах по формуле:

$$Q = v q l,$$

где: v — объем перевозимого гравийного материала в м^3 ,

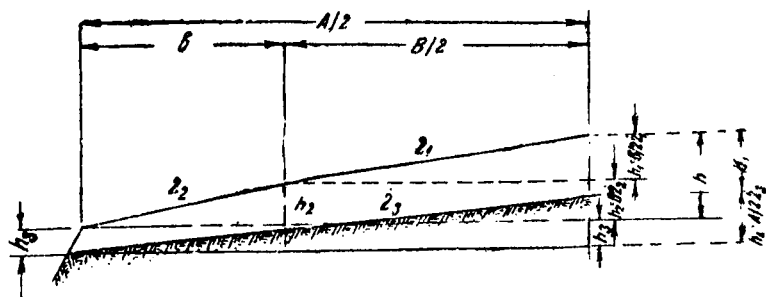
q — объемный вес гравийного материала в м^3 ,

l — средняя дальность возки гравийного материала в км.

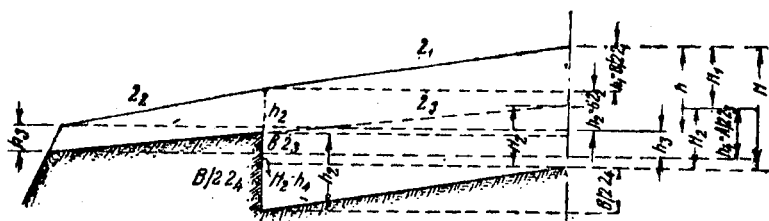
Объемы работ по устройству покрытия, которые состоят из подготовки основания, россыпи гравийного материала и его уплотнения, также находятся в зависимости от типа покрытия и от количества гравийных материалов.

Подготовка основания для гравийного покрытия в зави-

симости от принятой его конструкции может состоять и планировки поверхности готового земляного полотна с приданием ему назначенного поперечного уклона, в образовании



$$\omega = \left(2/3 h + h_3 - \frac{Al_3}{4} \right) A$$



$$\omega = b(l_3 - l_2) + H + h_3 - (l_1 - l_4) \frac{B}{2} - Al_3$$

Рис. 37. Площади поперечных сечений серповидного и полукорытного профилей

полукорытного или корытного профиля. Эти работы могут быть исчислены:

1) для планировки поверхности в м²:

$$\omega = B L,$$

где: B —ширина россыпи гравийного материала в м,
 L —длина дороги в м,

2) для образования полукорытного или корытного профиля в м³, необходимого к производству земляных работ при ручных работах:

$$\omega = \omega L,$$

где: ω —площадь поперечного сечения полукорытного или корытного профиля в м²,

L —длина дороги при механизированных работах в м и км

При устройстве улучшенного грунтового основания определяются объемы работ, связанные с добычей и перевозкой грунта для улучшения, с россыпью этого грунта по осно-

ванию и перемешиванию с грунтом земляного полотна, с профилированием улучшенной грунтовой смеси и с ее уплотнением.

В случае устройства дренирующего слоя исчисляются объемы работ по добыче дренирующего материала, его транспортировке, складированию и россыпи в корыто проезжей части с уплотнением.

Объем работ по россыпи гравийного материала определяется объемом последнего.

Количество работ по уплотнению россыпи гравийного покрытия определяется объемом укатываемого материала или площадью укатываемого покрытия.

Потребность в рабочей силе, транспорте и дорожно-строительных машинах исчисляется на основе объемов работ, связанных с устройством покрытия и Единых норм выработки и расценок.

б) Транспорт гравийных материалов и его распределение по трассе дороги

Транспорт гравийных материалов и его распределение по трассе дороги является одним из основных видов работ при строительстве гравийных покрытий. Для выполнения этих работ устанавливаются границы возки гравийного материала из притрассовых карьеров и время возки.

Границы возки гравийного материала из того или другого притрассового карьера могут быть установлены в зависимости от стоимостей разработки гравийного материала в карьере, его перевозки до трассы дороги и по самой трассе.

Если стоимость разработки 1 м^3 гравийного материала в одном карьере определяется в R_1 рублей, а в рядом лежащем — в R_2 рублей, стоимость перевозки гравийного материала на трассу из первого карьера выражается в r_1 рублей за 1 м^3 , а из второго — в r_2 рублей за 1 м^3 , стоимость же транспортировки по трассе для обоих случаев составляет r_3 рублей за $1 \text{ м}^3/\text{км}$, — то граница возки из того и другого карьера будет расположена в точке, для которой стоимость гравийного материала из одного и другого карьеров на трассе будет одинакова.

Это условие может быть выражено математически в следующем виде.

Для первого карьера полная стоимость 1 м^3 гравийного материала в любой точке трассы выражается по формуле:

$$R^I = A_1 + r_3 x;$$

для второго карьера — по формуле:

$$R^{II} = A_2 + r_3 (L - x),$$

где:

$$A_1 = R_1 + r_1 \text{ и } A_2 = R_2 + r_2$$

Так как граница транспортировки из одного и другого карьера обуславливается равенством

$$\begin{aligned} \text{то} \quad R^I &= R^{II}, \\ A_1 + r_3 x &= A_2 + r_3 (L - x), \\ x &= \frac{A_2 - A_1 + r_3 L}{2r_3}; \end{aligned}$$

Пример. Если стоимость гравийного материала в точке вывоза на трассу из 1-го карьера составляет 10 руб. за 1 м³, а из 2-го карьера—12 руб. за 1 м³, стоимость перевозок гравийного материала из обоих карьеров на трассе $r_3 = 0,90$ коп. за 1 м³/км и расстояние между карьерами на трассе $L = 20$ км, то

$$x = \frac{12 - 10 + 0,90 \cdot 20}{2 \cdot 0,90} = 11 \text{ км},$$

т. е. точка C равенства стоимостей гравийного материала на трассе из обоих карьеров отстоит от точки A на 11 км, а от точки B —на 9 км (рис. 38).

Количество автомашин, необходимых для перевозки гравийного материала по трассе, при условии наличия складов

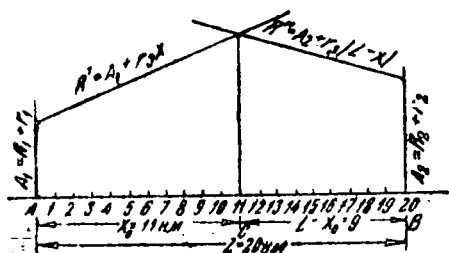


Рис. 38. Граница вывозки гравийного материала из рядом лежащих карьеров

его в точках A или B можно определить, исходя из следующих расчетов.

Если из склада в точке A необходимо по трассе до точки C перевезти на автомобилях гравийный материал в количестве Q т при полезной нагрузке автомобилей q т, при средней скорости v_{cp} км/час и средней дальности возки l_{cp} км, времени простоя под нагрузкой t_1 мин., то же под выгрузкой— t_2 мин и под маневрами t_3 мин., то производительность автомобилей за T час в смену будет равна:

$$\Pi = \frac{60 T}{\frac{2l_{cp}}{v_{cp}} + t_1 + t_2 + t_3} qk;$$

где k —коэффициент использования автомашин во времени

Если обозначить

$$t_1 + t_2 + t_3 = t,$$

то приведенная формула примет следующий вид:

$$\Pi = \frac{60 T v_{cp}}{2l_{cp} + t v_{cp}} q k.$$

Если по плану организации работ предположена вывозка гравийного материала в n рабочих смен, то общее количество автомобилей (N), необходимых для вывозки на трассу Q т гравийного материала, будет получено из решения следующих формул:

1) необходимое количество гравийного материала, перевозимого в рабочую смену:

$$Q_1 = \frac{Q}{n};$$

2) количество ходовых автомобилей, которые должны работать ежесменно:

$$N = \frac{Q_1}{\Pi} = \frac{Q}{n} \cdot \frac{2l_{cp} + t v_{cp}}{60 T v_{cp} q k}.$$

Из формул ясно видно, что при данном объеме перевозок потребное количество машин в основном зависит от времени, затрачиваемого на погрузочно-разгрузочные работы и маневры, от скорости движения автомашин и количества рабочих смен.

Время, затрачиваемое на погрузочные работы, может быть сокращено при использовании механизации этих работ (бункера, транспортеры и т. д.). Разгрузочные работы могут быть ускорены за счет использования самосвалов вместо бортовых машин. Скорость движения автомашин может быть увеличена путем нормального содержания, с одной стороны, путей перевозок, с другой, — за счет технически исправного состояния автомашин в результате проведения планово-предупредительного ремонта. Сокращение количества рабочих смен может быть достигнуто за счет удлинения рабочего времени в смену.

При разрешении вопроса вывозки гравийного материала на трассу может быть три основных случая:

1-й случай. Гравийный материал в полном потребном количестве развозится вдоль трассы до начала работ по устройству покрытия. Для этого необходимо сосредоточение транспортных средств, которые в дальнейшем по ходу строи-

тельства не потребуются, а для складывания гравийного материала значительные площади, а далее—внутрипостроечный транспорт.

2-й случай. Гравийный материал частично вывозится на трассу до начала работ, а частично—в период производства работ по устройству покрытия. Этот случай позволяет эффективно использовать транспорт, требует меньшего количества его и разрешает вопрос одновременной вывозки и производства работ по устройству покрытия.

3-й случай. Гравийный материал вывозится на трассу одновременно с производством работ по устройству покрытия с предварительной вывозкой запаса материала для возможности начать работы.

В этом случае требуется большая слаженность работ на транспорте и устройству покрытия. Производительность всех транспортных средств должна соответствовать производительности по устройству покрытия. При этом отпадает необходимость наличия специального внутрипостроечного транспорта, но требуется иметь на работах значительное его количество.

Выбор того или другого метода транспортировки гравийного материала на трассу разрешается в зависимости от местных условий и сравнения экономической и технико-производственной выгоды. Наиболее часто применяется второй случай организации вывозки гравийного материала.

Материалы для устройства искусственных оснований, как правило, вывозятся до начала работ по строительству покрытия, а для расклинки при устройстве гравийных шоссе—во время производства работ.

Гравийный материал может вывозиться и выставляться следующими способами:

1) На обрез дорожной полосы. Такой способ применяется в случаях, когда вывозка производится до устройства полотна и корыта, или когда вывозка производится зимой, с целью более эффективного использования менее загруженного в это время транспорта. Для складывания гравия на обрезах подготавливаются площадки на сухих местах, обеспеченных водоотводом, очищенных от травы и мусора. Гравий выставляется в призматические штабели, объемом в соответствии с потребностью на погонную единицу дороги. Выгодность выставки гравия на обрез заключается в возможности организовать транспортные работы заблаговременно. Недостатком такого способа является необходимость затраты трудовых ресурсов на перемещение гравия с обреза

на полотно носилками, тачками, транспортерами. Кроме того при этом теряется некоторая часть гравия.

2) На обочины полотна. Такой способ применяется в случаях, когда полотно еще не готово для завозки гравия, а транспортные работы необходимо производить для использования транспорта. Удобство выставки гравия заключается в том, что гравий может быть перемещен потом на полотно в корыто вручную лопатами или распределен тяжелыми утюгами и грейдерами без значительных затрат. Неудобством является то, что штабели гравия мешают устройству корыта (если оно устраивается) и затрудняют сток воды. Выставка на обочины удобна при устройстве покрытий по серповидному профилю. Движение транспорта по полотну дороги для вывозки гравия на обочины уплотняют грунт земляного полотна.

3) Непосредственно на полотно и в корыто. Вывозка гравийного материала этим способом производится тогда, когда и полотно и корыто готовы для немедленного устройства покрытия. Автомобили двигаются по полотну, уплотняют его поверхность колесами. Высыпанный из кузовов автомобилей материал может быть немедленно распределен по полотну. Это наиболее экономный способ работы, поскольку он не требует дополнительной работы по перемещению гравия из штабелей. Однако он может быть осуществлен только после подготовки полотна и корыта, как сказано было ранее.

в) Подготовка основания

Подготовка земляного основания под гравийные покрытия состоит:

1) для покрытий серповидного профиля — в планировке поверхности земляного полотна для придания ей назначенных поперечных уклонов или в более значительных исправлениях поверхности земляного полотна путем срезов и досыпок;

2) для покрытий полукорытного и корытного профиля — в устройстве полукорыта или корыта заданной глубины.

Планировка поверхности земляного полотна может производиться вручную (что нерационально) и механизированным способом.

Планировка механизированная может быть выполнена простейшими снарядами — утюгами и грейдерами легкого типа. Более значительные исправления поверхности земляного полотна могут быть сделаны средними и тяжелыми грейдерами.

Образование полукорыта и корыта также может быть выполнено вручную или механизированным путем.

Вручную корыто выкапывается после производства разбивки его на поверхности земляного полотна. Разбивка корыта заключается в восстановлении продольной оси полотна отмечаемой забивкой через каждые 100 м осевых кольев „О“ (рис. 39), головки которых обозначают поверхность будущего покрытия. Затем через каждые 10 м по визиркам забиваются промежуточные колья, и от них в обе стороны под прямым углом откладывается половина ширины покрытия и забиваются колья a_1 . По этим кольям натягивается шнур и по

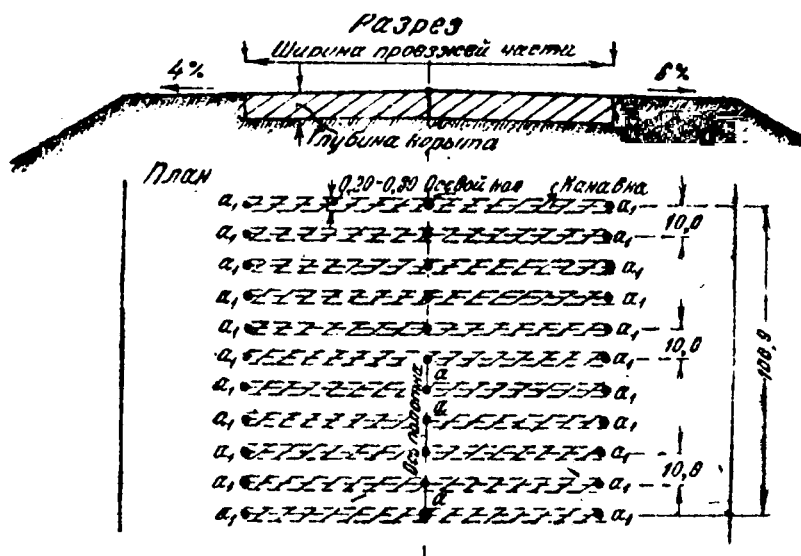


Рис. 39. Схема разбивки и вырезывания корыта вручную

нему лопатой прочерчивается линия, которая является границей покрытия.

По кольям $a-a_1$ прокапывают поперечные ровики, шириной 20—30 см, на глубину корыта, отмеряя ее от головок кольев a_1 , а затем вынимают грунт между ровиками (рис. 39)

Если корыто устраивается с полуприсыпными или присыпными обочинами, то для образования корыта в продольном направлении по кольям a_1 устанавливаются доски, которые служат упором при отсыпке обочин.

После копания корыта проверяется правильность поперечного и продольного уклонов дна корыта и делается его планировка под рейку или шаблон.

Механизированная отрывка корыта производится прицепными грейдерами—средними и тяжелыми с соответствующей тракторной тягой.

Применение того или другого типа грейдера находится в зависимости от ширины и глубины корыта, а также грунта земельного полотна.

В грунтах I и II категорий отрывка корыта делается непосредственно ножом грейдера, а в грунтах III и IV категорий предварительно должно быть сделано рыхление поверхности земельного полотна для облегчения работы грейдера.

Работа по устройству корыта машинами состоит из выемки грунта на ширину и толщину покрытия, перемещения вынутого грунта па обочины, планировки дна корыта и обочин с приданием заданного поперечного уклона.

Так же как и при профилировании, работа грейдером по устройству корыта состоит из последовательного ряда проходов по зарезанию грунта, перемещению и разравниванию его. Количество проходов грейдера по указанным видам работ устанавливается схемой профилирования корыта.

Количество проходов грейдера зависит от типа грейдера, ширины покрытия, глубины корыта и степени уплотнения земельного полотна.

Перед началом работы по устройству корыта производится разбивка его оси с установкой кольев через 15—20 м, служащие ориентиром для грейдериста.

В случае необходимости дно корыта уплотняется прицепными катками весом 3—5 т или моторными. При использовании в качестве тяги трактора СТЗ—НР 15/30 шпоры с задних колес должны быть сняты во избежание порчи поверхности корыта. Лучшей тягой является трактор на гусеничном ходу.

Укатка производится катками немедленно вслед за вырезкой корыта, когда грунт еще сохранил естественную влажность, или после небольшого дождя. Количество проходов катка по одному месту зависит от рода грунта и состояния его (влажность) и в средних условиях составляет три—пять. Укатка ведется от обочины к оси.

Если гравийное покрытие устраивается на основании, представляющем собой поверхность грунтовой профилированной дороги, имеющей плотную накатанную кору грунта, то является нерациональным уничтожение этой коры путем устройства в ней корыта или полукорыта. В этом случае гравийное покрытие устраивается после ремонта спрофилированной поверхности путем поверхностной россыпи гравийного материала, а при необходимости постройки покрытия по типу щебеночного шоссе в корыте последнее образуется путем устройства присыпных обочин.

Основание из улучшенного грунта. Искусственное основание из улучшенного грунта устраивается на глинистых, суглинистых и пылевых грунтах путем введения в их состав песчаных грунтов с тем, чтобы получить оптимальную смесь.

Предварительно лабораторным путем необходимо определить гранулометрический состав грунта полотна, а также карьерного материала, которым предполагается сделать улучшение.

Зная гранулометрический состав грунта полотна и карьерного материала, можно определить:

- 1) возможность путем смешения получить из этих грунтов оптимальную или приближающуюся к ней смесь;
- 2) количественное соотношение грунта земляного полотна и карьерного, если такую смесь можно получить.

Арифметический расчет количества грунта земляного полотна и карьерного, которые должны войти в смесь с тем, чтобы она получилась оптимальной, состоит в следующем.

Пусть гранулометрический состав грунта земляного полотна таков:

Песчаной фракции крупностью	2—0,25 мм	—20%
Пылевой	0,25—0,005	—60%
Глинистой	< 0,005	—20%
Гранулометрический состав карьерного материала:		
Песчаной фракции крупностью	2—0,25 мм	—85%
Пылевой	0,25—0,005	—12%
Глинистой	< 0,005	—3%

Обозначим через x процент грунта земляного полотна в смеси. Процент в ней карьерного материала будет $100-x$.

Оптимальная песчано-глинистая смесь по техническим условиям должна иметь в своем составе не более 12% глинистых частиц (тип А, табл. 12). Примем это за основу для расчета состава смеси. Тогда количество глинистых частиц из грунта полотна $\frac{20x}{100}$ в сумме с количеством глинистых частиц из карьерного материала $\frac{3(100-x)}{100}$, которые должны войти в смесь, должны дать в смеси 12% глинистых частиц

$$\text{т. е.} \quad \frac{20x}{100} + \frac{3(100-x)}{100} = 12,$$

$$\text{или} \quad x = 53.$$

Таким образом оптимальная смесь должна состоять из 53% грунта земляного полотна и 47% карьерного грунта.

Фракционный состав смеси можно определить, если рассчитать, в каких количественных выражениях в смесь войдут по отдельным фракциям грунты земляного полотна и карьера.

Грунт дороги входит в смесь в количестве 53%, а по фракциям это выражается в следующем виде:

Песчаные фракции . . 2—0,25 мм ... $\frac{20 \cdot 53}{100} = 10,6\%$.

Пылеватые . . 0,25—0,005 , ... $\frac{60 \cdot 53}{100} = 31,8\%$.

Глинистые . . . < 0,005 , ... $\frac{20 \cdot 53}{100} = 10,6\%$.

Итого 53%

Карьерный грунт входит в смесь в количестве 47%, что составляет по фракциям:

Песчаные фракции ... 2—0,25 мм . . . $\frac{85 \cdot 47}{100} = 40,0\%$.

Пылеватые . . 0,25—0,005 $\frac{12 \cdot 47}{100} = 5,6\%$.

Глинистые . . < 0,005 $\frac{3 \cdot 47}{100} = 1,4\%$.

Итого 47,0%

Таким образом смесь из грунта дороги и карьера будет иметь следующий гранулометрический состав:

Песчаные фракции 2—0,25 мм . . . 10,6 + 40,0 = 50,6%

Пылеватые . . 0,25—0,005 . . . 31,8 + 5,6 = 37,4%

Глинистые . . < 0,005 . . . 10,6 + 1,4 = 12,0%

Итого 100%

Полученный состав смеси удовлетворяет условию наличия в нем не более 12% глинистых фракций, а по общему гранулометрическому составу он соответствует оптимальной песчано-глинистой смеси, согласно техническим требованиям (табл. 12, тип А₁).

Эту же задачу можно решить графическим путем (рис. 40). Если вышеуказанные составы грунтов полотна и карьера в системе треугольных координат определяются точками а и б, то, соединив эти точки прямой, получим пересечение многоугольника оптимальных смесей в точках т и п. Эти точки, как и все точки, лежащие на линии тп в пределах площади оптимальной смеси, будут представлять собой составы оптимальной смеси, которые можно получить из грунтов земляного полотна и карьерного. При этом точка т определяет смесь с максимальным количеством грунта полотна, т. е. наиболее дешевую.

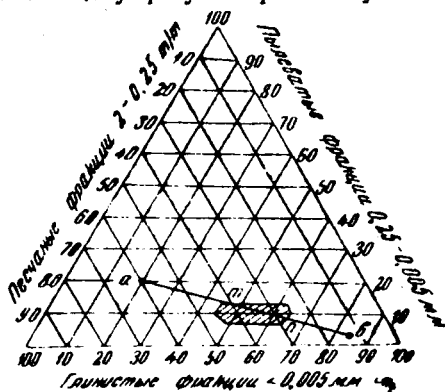


Рис. 40. Графическое определение количества грунта земляного полотна и карьерного для улучшенного основания

Для того, чтобы определить количественное соотношение в смеси грунтов земляного полотна и карьера, нужно измерить в каком-либо масштабе расстояния am и mb . Если длину прямой $ab = 59$ мм принять за 100 и если $am = 34$ мм, а $mb = 25$ мм, то для получения грунта с гранулометрической характеристикой точки m нужно взять грунта полотна $\frac{mb \cdot 100}{am + mb} = 57\%$, а карьерного грунта $\frac{am \cdot 100}{am + mb} = 43\%$.

Если бы линия AB не пересекала многоугольника оптимальных смесей, то это показывало бы, что путем смешения грунтов полотна и карьера получить оптимальную смесь невозможно.

Зная процентное содержание в смеси грунтов земляного полотна и карьера, толщину улучшенного основания и затем, на основании этих данных, объем добавок на единицу измерения, — можно определить объем работ по улучшению основания.

Если требуется дать улучшение без подбора оптимальной смеси и задается проектом толщина улучшенного основания и процент добавок, то объем добавок в рыхлом теле будет равен

$$v = \frac{Q \cdot x q_1}{100 \cdot q_2}$$

где: Q — объем улучшенной смеси в плотном теле,

q_1 — объемный вес смеси в плотном теле,

q_2 — объемный вес добавки в рыхлом теле,

x — процент содержания добавки в смеси.

Требуемая глубина разрыхления грунта земляного полотна для возможности внесения в него добавок и смешения будет равна:

$$h = \frac{H(100-x)q_1}{q_3 \cdot 100},$$

где: H — толщина улучшенного слоя,

q_3 — объемный вес грунта земляного полотна в плотном теле.

Процент добавок, необходимый для получения наилучшей грунтовой смеси, не может назначаться без проведения лабораторных исследований грунтов основания и добавок, так как такой метод не обеспечивает получения качества основания, необходимого для нормальной службы гравийного покрытия.

Состав работ по улучшению состоит из рыхления основания на заданную глубину при помощи рипперов и плуга, размельчения взрыхленного грунта боронами, а затем россыпи по взрыхленной массе грунта карьерных добавок. После россыпи делается перемешивание грунта земляного полотна

с карьерным грунтом до состояния однородной смеси при помощи дисковых и пружинных борон или грейдеров.

Лучшее перемешивание достигается в процессе совместной работы бороны и грейдера. При помощи бороны проделяются в грунте продольные борозды, которые в процессе работы заполняются добавками. Грейдер при своем движении собирает перемешиваемые грунты в валики, перемещая их поперек дороги, вдоль нее и снизу вверх. В этом случае необходимое количество проходов дисковой бороны по одному месту составляет три — пять, а грейдера — восемь — двенадцать. Затем смесь профилируется грейдерами с приданием ей проектного поперечного профиля и уплотняется. Уплотнение делается катками весом 3 — 5 т при девятидесяти проходах по одному месту.

Можно не делать предварительного рыхления поверхности земляного полотна перед россыпью добавок, а после распределения последних сделать вспашку грунта полотна вместе с рассыпанными добавками на заданную глубину введения добавки. Этим способом достигается первое, грубое перемешивание грунта полотна с добавками. Дальнейшее перемешивание для получения однородной смеси делается, как было указано выше.

Основание из дренирующего материала. Устройство искусственного основания путем россыпи в корыте дренирующего материала делается одновременно с устройством дренажных воронок.

Дренирующий материал или заблаговременно заготавливается и выставляется на обрезах дороги, или вывозится непосредственно в корыто в процессе работ. В последнем случае по дну корыта укладываются деревянные щиты для предохранения поверхности дна корыта от изрезывания колеями и неравномерного уплотнения.

При хранении дренирующего материала на обрезах он подается в корыто тачками или транспортером. При вывозке дренирующего материала непосредственно в корыто он выгружается по оси корыта и складывается в виде призм, конусов или сплошного валика. Распределение дренирующего материала по дну корыта делается вручную или грейдером. Основание из дренирующего материала уплотняется вручную — трамбовками или при помощи катков на прицепе к трактору.

При устройстве песчаного основания вручную песок засыпается в корыто слоями не толще 10 см. Перед уплотнением полезно песок смочить водой.

Дренажные воронки устраиваются (рис. 41) перпендикулярно к оси дороги или под углом 50—60°, если дорога

имеет продольный уклон более 1% (рис. 41). Воронки засыпаются дренирующим материалом в размерах, указанных проектом. Незасыпанная часть воронок заделывается грун-

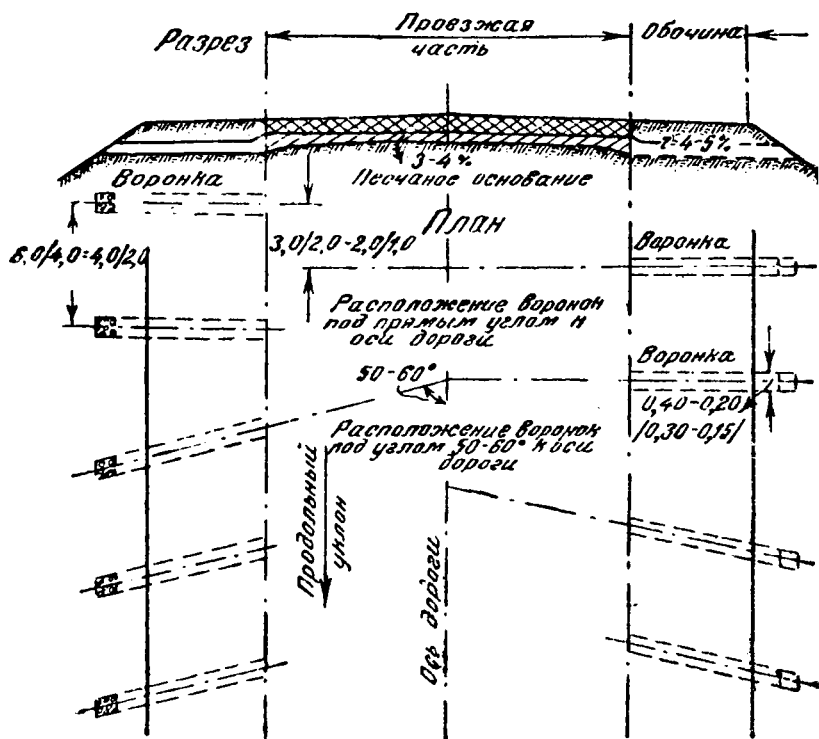


Рис. 41. Схема устройства воронок

том. Перекрытие дренирующего материала дернинами травой книзу не является обязательным. Концы воронок заделываются гравием, щебнем, ошелобком и другими соответствующими дренирующими материалами.

д) Россыпь гравийного материала

Основными процессами, входящими в состав работ по россыпи, являются:

- 1) подача гравийного материала из штабелей на основание;
- 2) распределение гравийного материала по основанию;
- 3) грубое разравнивание гравийного материала;
- 4) планировка россыпи под рейку или шаблон.

Способы подачи гравийного материала из штабелей зависят от месторасположения складов, которые могут быть на обрезах, обочине или на месте будущего покрытия.

При нахождении гравийного материала на обрезах или обочине он подается на место будущего покрытия грохотами-носилками, тачками или транспортером и складывается отдельными кучами и сплошным валиком по оси проезжей части или с одной ее стороны.

С обочины гравийный материал может быть перекинут лопатами на расстояние до 3 м, а при большем расстоянии — в среднем до 5 м, — перенесен на носилках.

Распределение гравийного материала по основанию делается по разбивочным кольям. Путем разравнивания россыпи дается заданный поперечный профиль, а путем планировки обеспечивается ровность (отсутствие впадин и бугров) поверхности россыпи, необходимая при уплотнении.

Распределение гравийного материала, находящегося на основании, может быть сделано вручную и механизированным путем.

При подаче гравийного материала лопатами рабочий, набирая его, несет по основанию и разбрасывает равномерным слоем по ширине покрытия.

При подаче же грохотами-носилками или транспортером гравийный материал складывается в отдельные кучки, которые при помощи граблей и деревянных скребков разравниваются по ширине основания равномерным слоем заданной толщины и профиля. В процессе разравнивания поперечный профиль проверяется по уровню рейкой и шаблоном.

Если гравийный материал подается непосредственно в корыто автосамосвалами, то при разгрузке образуются отдельные кучи его, которые затем бригадой рабочих при помощи лопат и граблей распределяются по ширине основания равномерным слоем, с соблюдением заданной толщины и с приданием ему проектного поперечного профиля.

При использовании для перевозки бортовых автомобилей бригада рабочих по прибытии машин берет материал лопатами и выбрасывает его в виде куч около самого автомобиля или же одновременно грубо распределяет по основанию, а затем при помощи граблей делается окончательное распределение с приданием россыпи заданной толщины и проектного профиля.

Распределение гравийного материала по основанию, если материал сложен в виде призматического валика на обочине или по оси будущего покрытия механизированным путем, может быть сделано при помощи грейдера любого типа

(среднего или тяжелого) при соответствующей тракторной тяге.

Для выполнения указанной работы грейдер устанавливается в начале рабочего участка таким образом, чтобы его, находясь под углом $40-60^\circ$ к направлению движения, захватывал призматический валик.

Движение грейдера происходит параллельно оси покрытия на второй и третьей скоростях трактора. В конце рабочего участка грейдер поворачивается для обратного хода и ножом захватывает валик гравийного материала с другой стороны.

Количество проходов грейдера для распределения гравийного материала по основанию зависит от количества гравийного материала, ширины покрытия и типа грейдера (длины ножа). Схема работы грейдера разрабатывается подобно схеме профилирования грунтовой дороги.

Распределение гравийного материала может быть сделано специальным распределителем, имеющим вид треугольного ящика на прицепе к автомобилю-самосвалу. При разгрузке самосвала гравийный материал сыпается в распределитель и через щель, имеющуюся в его дне, высыпается необходимым слоем по основанию. Толщина рассыпаемого слоя регулируется скоростью движения автомобиля.

Вслед за распределением гравийного материала делается грубое разравнивание по глазу под заданный поперечный профиль вручную или же грейдером. Планировка россыпи по рейку или шаблон производится исключительно вручную.

е) Уплотнение гравийных покрытий

Уплотнение гравийных покрытий может быть достигнуто:

- 1) катками (все типы покрытий);
- 2) движение транспорта с предварительной прикаткой катками или без нее.

Все типы гравийных покрытий (в том числе и укатанные катками) продолжают некоторое время уплотняться движением, особенно в периоды их увлажнения и просыхания.

Методы уплотнения гравийных покрытий катками являются в основном общими для всех типов и отличаются только деталями, так как задачей уплотнения является придание покрытию наибольшей плотности при сохранении формы и размеров уплотняемого гравийного материала.

Эффект укатки значительно увеличивается при некоторой влажности покрытия. При недостаточно влажном гравийном материале необходима поливка водой, которая уменьшает взаимное трение отдельных частиц гравийного материала

ускоряет процесс уплотнения. Количество воды, разливаемой в процессе уплотнения, находится в прямой зависимости от местных климатических условий, влажности гравийного материала и времени производства работ по уплотнению.

Количество катков и их вес должны соответствовать характеру и объему работ по уплотнению гравийных покрытий. В процессе работ по уплотнению должны соблюдаться технические правила укатки. В процессе укатки ведется журнал укатки, являющийся основным техническим документом, подтверждающим и контролирующим процесс уплотнения (форму журнала см. на стр. 82).

Для уплотнения гравийных покрытий применяются прицепные и самодвижущиеся катки легкого, среднего и тяжелого веса. При этом уплотнение россыпи, как правило, начинается катками легкого веса и заканчивается тяжелыми катками. Техническая характеристика изготавливаемых в СССР катков приводится в табл. 25.

Таблица 25

Показатели	Измеритель	М о д е л и				
		прицепные	моторные			
			ПРК	МКК	МК-5	КДТ	МКТ-7
Тип катка	—	одновальцовый	3-вальцовый	3-вальцовый	3-вальцовый	2-вальцовый
Вес катка (рабочий)	т	3,0	10,5	5,0	6,0	6,0
Вес с балластом	—	5,0	11,5	5,5	—	7,0
Линейное удельное давление	к/п см	25—46	80,0	35,0	37,0	35,0
Двигатель или потребная тяга для 1 катка	—	СТЗ - ХТЗ	СТЗ - ХТЗ	У-2	У-2	У-2
для 2 катков	—	СТЗ - НАТИ	—	—	—	—
для 3 катков	—	ЧТЗ	—	—	—	—
Мощность двигателя	л. с.	—	15—30	22	22	22
Скорость I	км/час	соответствует	1,58	1,40	1,80	2,0
Скорость II	■	скорости трактора	2,06	2,60	2,30	3,0
Скорость III (транспортная)	■	то же тягача 25-30	3,32	—	5,80	5,8
Скорость задняя	■	—	1,87	—	—	—

ЖУРНАЛ УКАТКИ

Каток модель _____ весом _____ линейное удельное давление _____
 Место работ. Строительный участок _____ Прораб _____ Укатчик _____

Месяц	Число	К/м		Пикет		Время в часах					Производ. про- стон	Общие про- стон	Число полос укатки	Число проходов отдельно по слоям и переходам	Среднее число проходов по одной полосе в каждом периоде	Площадь м² Кубатура гравия- в м³	Укатано	Число км прой- дено катком	Состояние погоды (жарко, сухо, пасмур- но, дождь, холодно)	При укатке раз- лито воды в литрах	Примечание
		От	До	От	До	Начало	Конец	Переход	Укатка												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
																					Расход горю- чих и смазочных для тяговых средств при применении кат- ков для само- ходных катков ведется отдель- но.

Подписи: _____ Десятник _____ Проверил: Прораб _____

Прицепные катки двигаются тракторами на гусеничном ходу.

Уплотнение прицепными катками может быть сделано как в одиночном порядке, так и на прицепе к трактору двух-трех катков. Прицепка катков производится в ступенчатом порядке при условии перекрытия следа одного барабана последующим на половину барабана.

Укатка производится полосами от краев дороги с постепенным переходом к оси с перекрытием каждой предыдущей полосы на 30 см. Поворот катков в конце рабочего участка производится путем отцепки трактора, поворота его и прицепки с обратной стороны катка или поезда катков.

Выбор катков по весу находится в зависимости от типа гравийного покрытия, твердости гравийного материала (табл. 26 и 27).

Таблица 26

Типы покрытий	Вес катка		
	Легкий 3-5	Средний 6-8	Тяжелый 10-12
Гравированные	+	-	-
Из естественного гравийного материала	+	-	-
С подбором смеси	+	+	+
Гравийное шоссе	+	+	+

Таблица 27

Гравийный материал	Вес катков		
	Легкие 3-5т	Средние 6-8	Тяжелые 10-12
Твердый	-	-	+
Средний	-	+	-
Мягкий	+	-	-

При уплотнении двухкатного гравийного покрытия укатка начинается от обочины к оси покрытия последовательными полосами, соответствующими ширине прицепного катка или ширине заднего барабана самодвижущегося катка.

При уплотнении односкатных гравийных покрытий укатка производится последовательными полосами с перекрытием их, как и при уплотнении двухскатных покрытий от пониженного края покрытия к повышенному. Каждая последовательная полоса укатки перекрывается на ширину, равную $\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$ ширины барабана.

Каток при уплотнении движется в прямом и обратном направлении по одной полосе, без разворотов. Переход с одной полосы укатки на другую осуществляется по уплотненному участку.

Уплотнение покрытий начинается при скорости движения катка не более 1—1,5 км/час и заканчивается при скорости 2—3 км/час.

Стоянка катков в процессе уплотнения на неуплотненной россыпи гравийного материала не допускается.

Схемы укатки прицепными и самодвижущимися катками приводятся на рис. 43 и 44.

В нерабочее время и при остановках по другим причинам катки хранятся вне укатываемых покрытий на обочинах или на законченном уплотнении участка покрытия, если по нему не открыто временное движение. При наличии же движения на местах хранения катков в дневное время организуется охрана их сторожами, а в ночное — выставляются двусторонние предупредительные сигналы в виде фонарей.

Разлив воды для поливки гравийного материала в процессе работ по уплотнению производится бочками или автоцистернами с дырчатыми трубами или из специальных баков на моторных катках (прибор инж. Софронова).

Уплотнение гравийных покрытий, кроме типа шоссе, может быть достигнуто и предоставлением покрытия самоукатке непосредственным проездом автомобильного транспорта.

Равномерность уплотнения гравийных покрытий при самоукатке достигается регулированием движения для распределения его уплотняющего действия по всей поверхности покрытия во избежание образования колеи при движении транспорта в один след.

В случае образования колеи в процессе самоукатки гравийных покрытий они должны быть немедленно ликвидированы путем утюжки покрытия. Во всех случаях уплотнения покрытий движением производится систематическая утюжка их в течение всего времени формирования коры.

Лучше всего укатываются гравированные грунтовые дороги и оптимальные среднезернистые гравийные смеси. Для этих типов гравийных дорог укатка катками не может дать окончательного уплотнения и работа катков создает лишь предварительное уплотнение (подкатку), необходимое для б

нее удобного движения автомобилей по новому покрытию, без образования значительных колеи.

Уплотнение движением происходит быстро при интенсивном автомобильном движении и при некоторой влажности укатываемого материала.

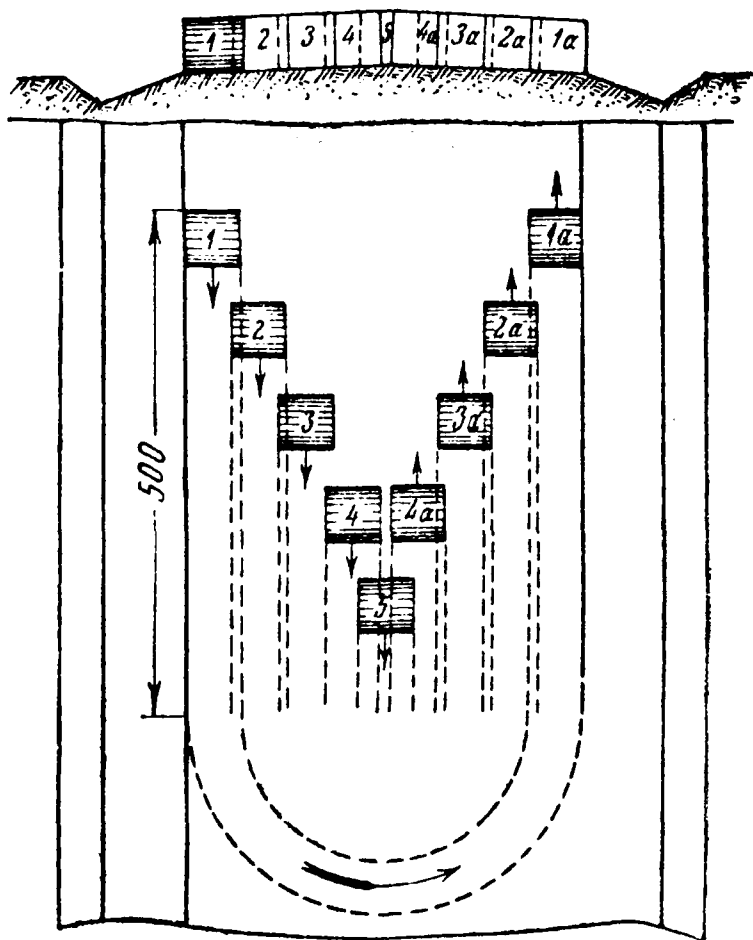


Рис 43. Укатка гравийного покрытия моторным катком

При большом проценте конного транспорта в составе движения, при малой интенсивности автомобильного движения и в сухую погоду самоуплотнение или совсем не происходит или идет весьма медленно. Поэтому движение конного тран-

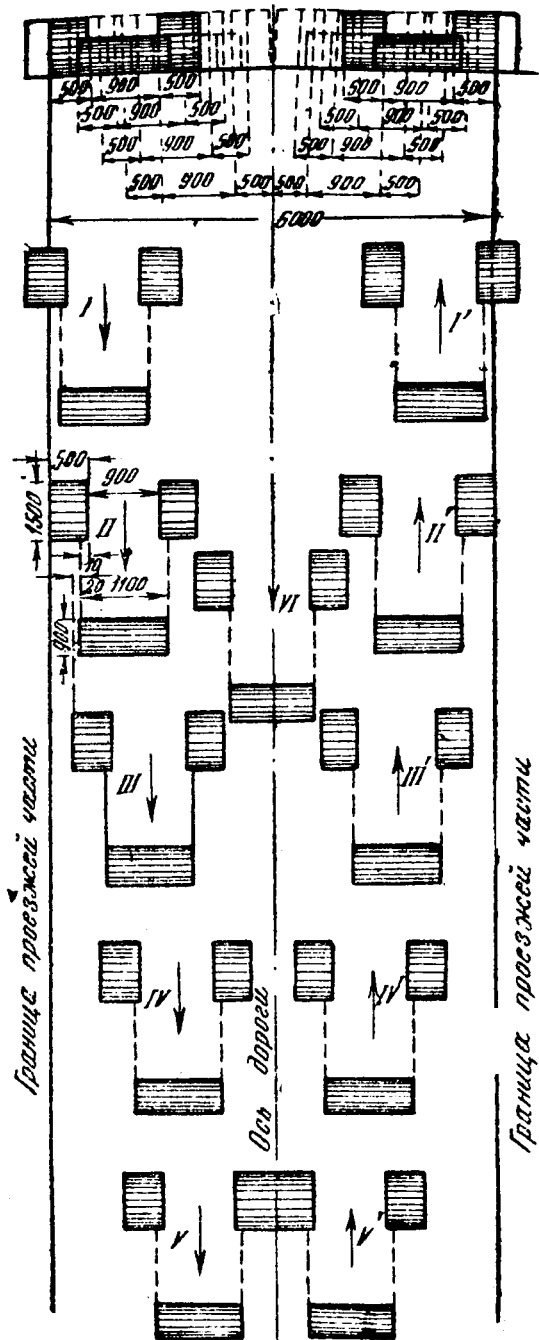


Рис. 44. Направление потока от баз снабжения основными материалами

спорта по свеженасыпанному слою не рекомендуется, равно как не рекомендуется открытие движения для самоукатки гравийного покрытия в сухую погоду. Лучше всего открыть движение после дождя в период просыхания покрытия.

Г. Устройство гравийных покрытий

а) Гравированные покрытия

Гравированные покрытия, как было указано выше, являются переходным типом от улучшения проезжей части грунтовых дорог к гравийным покрытиям.

Гравированные покрытия устраиваются в виде поверхностной россыпи серповидного профиля естественного (карьерного) гравийного материала, толщиной не менее 7 см в плотном теле.

При поверхностной россыпи гравийный материал укладывают на ширину проезжей части, с тем чтобы создать как бы устойчивое основание для дальнейшего образования покрытия, а повторные россыпи, назначаемые для улучшения покрытия, делают на всю ширину земляного полотна. Таким образом гравированное покрытие можно рассматривать как основание для будущего гравийного покрытия или для покрытия другого типа.

Перекрытие гравийным материалом обочин достигается предохранение от занесения грязи на проезжую часть, т. е. сохранение ее и облегчение эксплуатационного содержания.

Гравийный материал при устройстве покрытия складывается на обрезах, обочинах и на месте будущего покрытия.

Подача гравийного материала, сложенного на обочинах и на месте будущего покрытия, осуществляется бригадой рабочих вручную или при помощи грейдера, а материала, находящегося на обрезах, — тачками, грохотами-носилками или транспортером. При отсутствии грейдера его работу возможно выполнить утюгами.

При распределении гравийного материала поверхность земляного полотна может быть влажной и должна быть подготовлена для россыпи. Подготовка земляного полотна заключается в придании его поверхности ровности. Все неровности и выбоины должны быть заделаны местным грунтом и уплотнены, а бугры и волны — срезаны. При небольших неровностях выравнивание достигается конными или тракторными утюгами и легкими грейдерами. После выполнения этой работы правильность поперечного профиля проверяется по шаблону.

Уплотнение россыпи производится непосредственным проездом транспорта. В тех случаях, когда количество единиц

конного транспорта превосходит количество автомобильного. Следует до открытия по дороге движения россыпь уплотнить тремя—пятью проходами по одному месту легким катком весом 3—5 т.

В процессе формирования покрытия производят повторные утюжки с целью уничтожения всякого рода неровностей на поверхности покрытия.

На военнодорожных работах для дорожного обслуживания фронтов Красной Армии в Отечественную войну получил широкое применение способ постепенного, в несколько приемов, строительства гравийных, в особенности гравированных, дорог.

Постепенное строительство гравированного покрытия производится в следующей последовательности.

Грунтовая дорога тщательно профилируется и затем накатывается автотранспортом при систематической утюжке. На такое плотное основание производится россыпь гравия естественного состава, но с частицами не крупнее 40 мм слоем 3—7 см. Россыпь производится при влажном, пластичном состоянии грунта. Движением гравий вдавливается в пластичный грунт, а утюжка в этот период обеспечивает равномерное распределение гравия по ширине покрытия и более однородное формирование коры. После внесения в грунт первого слоя гравийного материала рассыпается второй слой также во влажный период. Второй слой также уплотняется движением. Таким образом можно произвести наложение покрытия до потребной толщины.

Гравий должен быть выставлен заранее на обочинах в ожидании дождей.

Удобство этого способа заключается в том, что отпадают трудоемкие процессы по разрыхлению грунта, его перемешиванию с гравием и уплотнение катками. В то же время работа производится от начала до конца без перерыва движения, что особенно важно для военных дорог.

Такой метод строительства применим при наличии на дороге интенсивного автомобильного движения.

б) Гравийные покрытия из естественного гравия

Гравийные покрытия из естественного гравийного материала устраиваются слоем 10—15 см за один или два раза. Состав карьерного гравия должен по возможности приближаться к оптимальному, и во всяком случае из гравийного материала должны быть отгрохочены частицы размером более 50—60 мм.

При россыпи гравийного материала полностью за один раз он распределяется по всей ширине земляного полотна

При россыпи за два раза первый слой может распределяться по ширине проезжей части в полукорыте, а второй—по всей ширине земляного полотна.

При двухслойном образовании покрытия второй слой рассыпается через 5—10 дней после открытия проезда по первому слою после достаточного уплотнения последнего естественным проездом и получения в результате устойчивого основания. Уплотнение нижнего слоя проездом может произойти в достаточной мере лишь при некоторой влажности гравия. В сухое время уплотнение проездом идет крайне медленно. Гравий укатывается тем скорее, чем ближе его состав к составу оптимальной смеси.

В процессе движения транспорта по первому слою ровность его поверхности поддерживается периодической утюжкой. Россыпь первого слоя делается по слегка влажной поверхности земляного полотна, а второго по влажной первой россыпи.

Способы подачи гравийного материала к распределению его по ширине покрытия соответствуют способам, применяемым при устройстве гравированного покрытия.

При россыпи гравийного материала в один слой и необходимости немедленно открыть по нему движение первоначальное уплотнение делается катком весом 3—5 т в количестве пяти—семи проходов по одному месту, а последующее уплотнение достигается при укатке катком весом 6—8 т при восьми—десяти проходах.

При интенсивном автомобильном движении возможно вторую укатку тяжелым катком не делать и предоставить окончательное уплотнение покрытия движению.

в) Гравийные покрытия с подбором смеси

Гравийные покрытия с подбором смеси при толщине до 15 см устраиваются однослойные, а при больших толщинах—двухслойные.

Для устройства однослойных покрытий применяется гравийный материал состава Б (табл. 11) прочных и средней прочности пород. При отсутствии интенсивного движения гравийный материал может быть мягких пород.

Вывозимый на трассу для гравийного покрытия гравийный материал с подбором смеси в большинстве случаев состоит из нескольких фракций—грохоченого и дробленого карьерного материала, выставляемого в отдельные штабели. В отдельных случаях возможны смешение фракций и изготовление смеси в карьере и вывозка готовой смеси на трассу.

Укладка гравийного материала при нескольких фракциях его делается в следующем порядке. На подготовленное соответствующим образом основание ровным слоем распределяется составляющая часть смеси, которой по объему больше (карьерная, отгрохоченная или дробленая), а поверх нее укладывается вторая меньшая часть.

Рассыпанные материалы перемешиваются при одновременной работе дисковых борон и грейдеров. Ножом грейдер гравийный материал собирается в продольные валики, параллельные оси земляного полотна. Следующим проходом грейдера валики опять расстилаются на место. Эта работа производится до тех пор, пока весь материал не перемешается в однородную массу. Вслед за грейдерами пускаются дисковые бороны, которые способствуют лучшему перемешиванию. Число проходов бороны назначается не более трех-четырех.

Способы подачи гравийных материалов в корыто аналогичны ранее описанным.

По окончании перемешивания вся смесь профилируется грейдерами, планируется под шаблон или рейку и уплотняется проездом или катками.

Уплотнение россыпи проездом может быть сделано в том случае, если возможно немедленно после окончания работ открыть по россыпи движение с преобладанием автомобильного транспорта.

При самоукатке, т. е. при предоставлении уплотнения проезду, равномерность уплотнения по всей ширине россыпи достигается производством повторных утюжек и регулированием движения.

Искусственное уплотнение делается вначале легкими катками, весом 3—5 т, при десяти-пятнадцати проходах по одному месту, а затем катками весом 8—10 т при двадцати—двадцати пяти проходах по одному месту.

Окончательное уплотнение покрытия происходит в процессе движения по нему транспорта, т. е. в процессе самоукатки.

При устройстве двуслойного покрытия в нижний слой укладывается гравийный материал состава А и Б табл. 11 толщиной 0,5—0,7 от толщины покрытия в рыхлом теле. В этом случае гравийный материал может быть различным по твердости, т. е. без каких-либо ограничений—от твердого до очень мягкого. Способ получения смеси приведен выше. После укладки нижнего слоя и уплотнения его самоукаткой или при помощи катков весом 3—5 т при пятнадцати—двадцати проходах по одному месту по нему рассыпается второй слой.

Для придания большей устойчивости нижнему слою немедленно по его устройстве желательно открывать по нему

автомобильное движение на две-три недели, в течение которых производят утюжку поверхности или выравнивание ее грейдером с целью ликвидации всех могущих появиться деформаций (колеи, выбоины, волны). В этом случае до укладки верхнего слоя делают неглубокую кирковку поверхности нижнего слоя для получения лучшего сцепления обоих слоев.

Толщина верхнего слоя делается равной 0,3—0,5 от проектной толщины всего покрытия в рыхлом теле, но не менее 6 см. Подача гравийного материала на место и получение состава Б или В (табл. 11) производится методами, описанными выше.

После придания россыпи заданного профиля путем профилирования грейдером и проверки полученной ровности поверхности производится уплотнение катками весом 8—10 т при десяти-двадцати проходах по одному месту или уплотнение предоставляется движению.

После открытия проезда по покрытию необходимо производить периодическую утюжку его поверхности и немедленно исправлять появляющиеся деформации: колеи, выбоины, просадки, волны.

2) Гравийное покрытие по типу белого шоссе

Гравийное покрытие по типу шоссе в сравнении с описанными выше типами является более совершенным покрытием. К преимуществам его относятся: меньший расход гравийного материала для его устройства, большая устойчивость и сопротивляемость воздействию проезда транспорта и значительная уплотненность, получаемая им немедленно по его устройстве.

Недостатками являются: ограничение ширины проезда, более значительные расходы на устройство покрытия, вызываемые необходимостью дробления гравийного материала, его сортировка, устройство корыта, водоотвода, сложность производства работ и более сложное содержание в процессе эксплуатации.

Гравийное шоссе, как правило, устраивается двуслойным. На подготовленное естественное или искусственное основание рассыпается нижний слой гравийного материала, размером фракций 60—20 мм, на толщину, равную 0,70 проектной толщины покрытия в рыхлом теле.

При всех случаях распределения гравийного материала необходимо избегать скопления в одном месте крупных или мелких фракций материала, а также мягких пород его; при появлении этих скоплений они должны быть устранены.

Правильность поперечного профиля и соответствие проекту заданию проверяются шаблоном, укладываемым на колышки, предварительно вбитые у обочин и по оси. Высота колышков от основания соответствует толщине нижнего слоя в рыхлом теле.

Уложенный и разравненный гравийный материал уплотняется катками. Вес катков зависит от крепости гравийного материала. При твердом материале применяются катки весом 8—10 т, при среднем—весом 6—8 т, при мягком—3—5 т.

Обычно уплотнение россыпи гравийного материала производится бригадой катков различного веса. Первые проходы делаются более легкими катками, а по мере уплотнения россыпи вступают в работу более тяжелые катки. При использовании для уплотнения катков одного веса увеличение их веса может быть сделано искусственной загрузкой.

Укатка ведется от обочины к оси покрытия симметрично с каждой стороны. Проходы катка должны перекрываться предыдущими на ширину не менее 20 см. Начальная скорость катка при уплотнении россыпи не должна превышать 1 км/час. По мере уплотнения россыпи скорость движения катка может быть увеличена до 2 км/час.

По мере распределения в процессе укатки более мелких фракций гравийного материала между крупными и уплотнения россыпи для большей успешности и облегчения укатки россыпь можно смачивать водой. Количество воды не должно превышать 1—2 л на 1 м² во избежание размягчения грунта основания, образования в нем просадок и возможности перемешивания гравийного материала с материалом основания. При появлении нежелательных признаков перувлажнения основания поливка и укатка прекращаются. Возобновляется укатка после того, как основание просохнет. При значительных дождях укатка не должна производиться.

Лучшим для укатки является время, когда по условиям погоды гравийный материал имеет естественную влажность.

Признаками окончания укатки нижнего слоя считаются

- 1) полное распределение мелких фракций гравийного материала между крупными;
- 2) усиленное дробление мягких пород гравийного материала;
- 3) прекращение подвижности отдельных частиц гравийного материала под ногами при проходе по россыпи.

Количество проходов катка для полного уплотнения россыпи составляет около двадцати—тридцати проходов по одному месту, в зависимости от погоды, качества гравийного материала и толщины россыпи. При влажной погоде количества проходов для уплотнения россыпи меньше, чем при сухой

чем меньше окатанность гравийного материала, тем скорее достигается уплотнение россыпи. Чем толще россыпь, тем большее количество проходов катка требуется для ее уплотнения.

После окончания уплотнения россыпи ровность поверхности проверяется по шаблону. При обнаружении неровностей они разрыхляются кирковкой, причем излишки гравийного материала удаляются, а в пониженные места рассыпается дополнительный материал.

Места скопления однородных фракций гравийного материала (по размерам—крупных или мелких) вскирковываются, и к рыхлой массе добавляется недостающий по крупности материал. После этого делают разравнивание, с тем чтобы получить поверхность, которая после ручного трамбования выравнилась бы с остальной поверхностью россыпи. Законченная уплотнением россыпь нижнего слоя должна быть ровной и иметь проектные продольный и поперечный профили.

После окончания уплотнения нижнего слоя по его поверхности рассыпается второй слой гравийного материала размером фракций 20—10 (6) мм. Толщина этого слоя равна 0,4 проектной толщины покрытия в рыхлом теле. При значительной окатанности гравийного материала к нему или заблаговременно, или во время россыпки (в зависимости от степени окатанности) добавляется необходимое количество дробленого гравия нужной крупности.

Уплотнение верхнего слоя производится так же, как и нижнего. Сначала вступают в работу более легкие катки, а после первоначального уплотнения и равномерного распределения гравийных фракций—более тяжелые. Уплотнение производится при поливке водой в количестве 1,5—2,5 л/м².

В случае трудности и замедления уплотнения вследствие недостаточной цементирующей способности гравийного материала в процессе укатки рассыпаются цементирующие добавки (известняк, суглинок). Количество рассыпаемых добавок приводится в табл. 20. Признаки окончания укатки и число проходов по одному месту, наличие дефектов и способы их устранения те же, что и для нижнего слоя.

После осмотра уплотненной поверхности верхнего слоя и проверки правильности его продольного и поперечного профиля и устранения всех дефектов рассыпается гравийный материал фракций 10(6)—2 мм, который служит расклинцовкой, слоем толщиной 0,2 проектной толщины покрытия в рыхлом теле. Распределение расклинцовки производится с одновременным вметанием в поры второго слоя.

Уплотнение россыпи делается тяжелыми катками. Вначале каток внешними барабанами на половину их ширины проходит

по обочине для ее уплотнения. Способы укатки соответствуют способам укатки нижнего слоя. Укатка должна производиться до получения полного уплотнения покрытия.

Для облегчения укатки мелких фракций гравийного материала и для лучшего расклинивания ими крупных фракций и получения монолитно-плотного покрытия во время укатки может производиться розлив жидкого вяжущего материала в количестве $0,5-1 \text{ кг/м}^2$ или россыпь известковой муки или суглинистого грунта $0,5-1 \text{ см}$. Для более эффективного действия известковой муки и грунта они вводятся в виде водного раствора в несколько приемов, что исключает необходимость производить отдельно поливку россыпи водой при укатке. При применении этого способа укатку начинают через 10—15 минут после розлива раствора, с тем чтобы дать ему возможность впитаться в россыпь. В случае применения добавок в сухом виде последние рассыпаются при нормальных условиях после половины необходимого для полного уплотнения покрытия числа проходов катка. Окончательная укатка производится по рассыпанным добавкам.

Законченное уплотнением покрытие в отношении ровности и соответствия проектным поперечному и продольному профилям проверяется по шаблону и рейке.

VII. ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ

Строительство гравийных покрытий может производиться ручным, механизированным и смешанным способом, в зависимости от степени участия в производственных процессах машин.

Ручной метод производства работ характеризуется применением исключительно ручного труда и пока имеет место при строительстве гравийных покрытий (разработка гравийных карьеров, земляные работы) с трудовым участием местного населения или при помощи массового выхода населения (ферганский метод).

Смешанный метод производства работ, т. е. сочетание ручного метода с механизированным, имеет наибольшее распространение и является результатом местных условий производства работ (недостаток машин, удаленность дорог от железных дорог, трудности по подвозке машин и горючего для них). Смешанный метод производства работ вызывает сложности, имеет свои организационные трудности, вытекающие из необходимости подбора производительности машин в соответствии с производительностью той группы рабочих, с которой они работают в одном звене. Нередки случаи, когда полное использование машин при этом методе не дости-

дается. Смешанный метод является переходной ступенью к механизированному, сокращает потребность в рабочей силе, ускоряет процесс производства работ, сокращает сроки строительства, повышает его качество и снижает стоимость.

Устройство отдельных типов гравийных покрытий и производство отдельных процессов могут быть полностью механизированы. К таким покрытиям относятся гравированные покрытия, покрытия из естественного гравийного материала. Отдельные процессы, которые могут быть без трудностей полностью механизированы, заключаются в добыче, перемещении и распределении гравийного материала, устройстве корыта и укатке покрытия.

Механизированный метод работ позволяет полностью высвободить ручной труд из производственных процессов, полностью высвобождает неквалифицированную массу рабочих из производства, еще больше, в сравнении со смешанным методом производства работ, сокращает сроки строительства, повышая качество и снижая стоимость.

Наличие различных методов производства работ по их сложности ставит вопрос о правильном проектировании организации их, отвечающих требованиям строить скоро, доброкачественно и дешево.

Проект организации работ должен охватывать все вопросы, связанные с выполнением строительства, эффективным использованием всех ресурсов, необходимых для его выполнения (рабочая сила, машины, транспорт, материалы), сроками всего строительства и отдельных видов работ, организационного построения строительного аппарата и т. д.

Конструкция гравийных покрытий позволяет вести работы по их устройству методом широкого фронта работ, который может иметь две разновидности: а) последовательные фронты и б) параллельные фронты.

При строительстве дорог больших протяжений при небольшом количестве притрассовых карьеров, т. е. при значительных расстояниях между отдельными карьерами, работы можно вести методом последовательных фронтов. При этом методе все протяжение строительства разбивается на отдельные большие участки. Границами участков назначаются границы транспортировки на трассу гравийных материалов из соседних карьеров. Работы по устройству покрытия на отдельных участках производятся в последовательном порядке.

При методе параллельных фронтов строительство дороги разворачивается одновременно по всему фронту, сразу на многих небольших участках.

Метод работ параллельными фронтами применим для строительства дорог как малого, так и большого протяжения при

наличии значительного количества притрассовых гравийных карьеров, т. е. при сравнительно небольших расстояниях между отдельными карьерами.

Независимо от принятого общего метода производства работ по устройству покрытия строительные работы на всех участках, как правило, выполняются непрерывным потоком или поточным методом.

Поточный метод перенесен на строительство из промышленного производства, в котором продукция выходит в готовом виде после производства всех процессов в строго последовательном порядке на различных станках и сборке на конвейерах. Расстановка станков при непрерывном потоке соответствует последовательности технологического процесса. Каждая операция технологического процесса тесно связана с предыдущей, поэтому все операции имеют одинаковую скорость или скорость, кратную основной операции.

Поточный метод обуславливает строгое разделение труда между исполнителями. Фактически поточный метод производства является конвейерным методом, при котором исполнители и машины остаются на месте в течение всего производственного процесса по изготовлению продукции, а материал и части движутся по определенному направлению от исполнителя к исполнителю, от станка к станку.

В строительстве, в отличие от промышленного производства, продукция в течение всего производственного процесса остается на месте, а исполнители и машины двигаются в последовательном порядке с участка на участок, выполняя на каждом из них одну и ту же работу как по ее виду, так и по трудоемкости. Линейность строительства дорог с гравийным покрытием легко позволяет выполнять его поточным методом, который придает строительству характер скоростного.

Поточно-скоростной метод является наиболее высокой формой организации строительства, и в процессе его проведения социалистические формы труда (соревнование, ударничество, стахановское движение) приобретают массовый характер.

Значение скоростного строительства совершенно четко определил товарищ Молотов в своем докладе на XVIII съезде ВКП(б):

„Теперь перед нами стоит задача решительного внедрения в практику скоростных методов строительства. В этом отношении у нас есть уже весьма поучительные примеры, когда осуществлялась параллельность ведения ряда строительных работ и самого монтажа оборудования, когда работа строго шла по заранее продуманному, четкому графику. Это возможно, когда механизация в строительстве применяется культурно, по заранее составленному плану, когда технологический

процесс строительства заблаговременно продуман до конца, когда заранее заготовлены на соответствующих заводах стройматериалы, детали и конструкции, когда работа коллектива строителей организована не кое-как и не как-нибудь, а слажена, как в хорошем механизме. При скоростном методе мы ускорим и удешевим строительство, а рабочие, инженерно-технические работники будут зарабатывать значительно больше. Скоро только такая работа будет считаться большевистской работой на стройках".

Отсюда ясно следует, что скоростной метод в строительстве должен быть основным. Поточный метод должен быть основой скоростного строительства. Только эти методы решают успех строительства и обеспечивают его основные качественные показатели — скорость, доброкачественность и дешевизну.

Организационной основой поточно-скоростного строительства является график работ, строго обязательный для всех руководителей и исполнителей работ.

В графике даны все процессы в их последовательности и связи.

Для составления графика надо иметь подробно разработанный проект организации работ.

Организационные мероприятия к проведению работ поточным методом следующие:

1) установление количества и мощности отрядов, работающих в отдельные периоды строительства;

2) выбор направления движения отрядов на каждом отдельном участке трассы;

3) назначение календарной последовательности выполнения работ на отдельных участках строительства;

4) разработка детального графика работ.

Количество и мощность одновременно работающих на участке отрядов зависят, с одной стороны, от назначенных сроков устройства покрытия, с другой, — от производительности основных машин, входящих в состав отряда.

Кроме того, при определении количества и мощности отрядов учитывается территориальное расположение карьеров, базисных складов гравийных материалов на трассе и других подсобных устройств.

С целью облегчения технического руководства и надзора за производством работ, а также лучшей постановки снабжения отрядов и более эффективного использования оборудования их необходимо по возможности сокращать количество отрядов, необходимых для выполнения работ, за счет укрупнения их. В то же время укрупнение это не должно отзываться

на маневренности отрядов и уменьшении эффективности использования отдельных машин в составе отряда.

Календарная последовательность проведения работ на отдельных участках трассы зависит:

- 1) от сроков готовности материалов в карьере;
- 2) от мощности транспортных средств;
- 3) от состояния подъездных путей;
- 4) от количества и мощности работающих отрядов.

Последовательность производства работ может быть установлена путем сравнения нескольких схем по основным показателям, которыми являются:

- 1) равномерность загрузки транспорта;
- 2) концентрация и загрузка машинного оборудования,
- 3) использование законченных строительством участков работ по устройству покрытия при перевозке основных материалов.

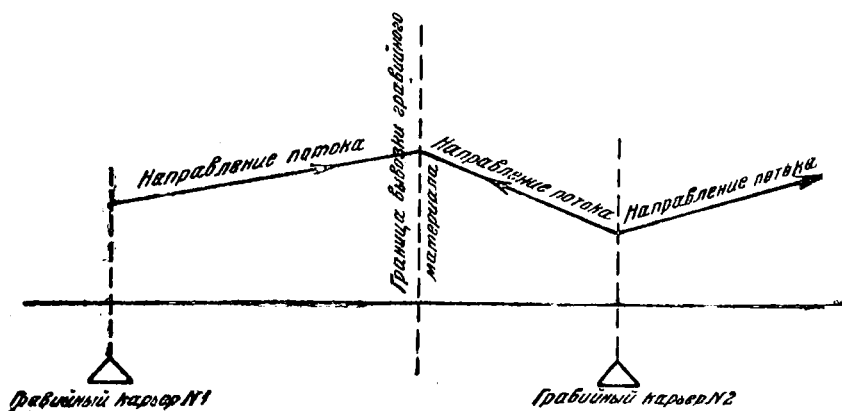


Рис. 44. Направление потоков

Направление потоков при строительстве гравийных покрытий в основном зависит от месторасположения карьеров гравийных материалов и состояния временной дороги вдоль трассы, если нет указаний от директивных органов о порядке сдачи дороги в эксплуатацию определенными участками или перегонами между отдельными промежуточными пунктами.

При неудовлетворительном состоянии временной дороги во избежание значительных затрат на ее содержание, как правило, потоки направляются от баз снабжения строительства основными и массовыми материалами, т. е. от карьеров гравийного материала или базисных его складов на трассе (рис. 44). Это допускает использование для вывозки материалов уже готовой дороги.

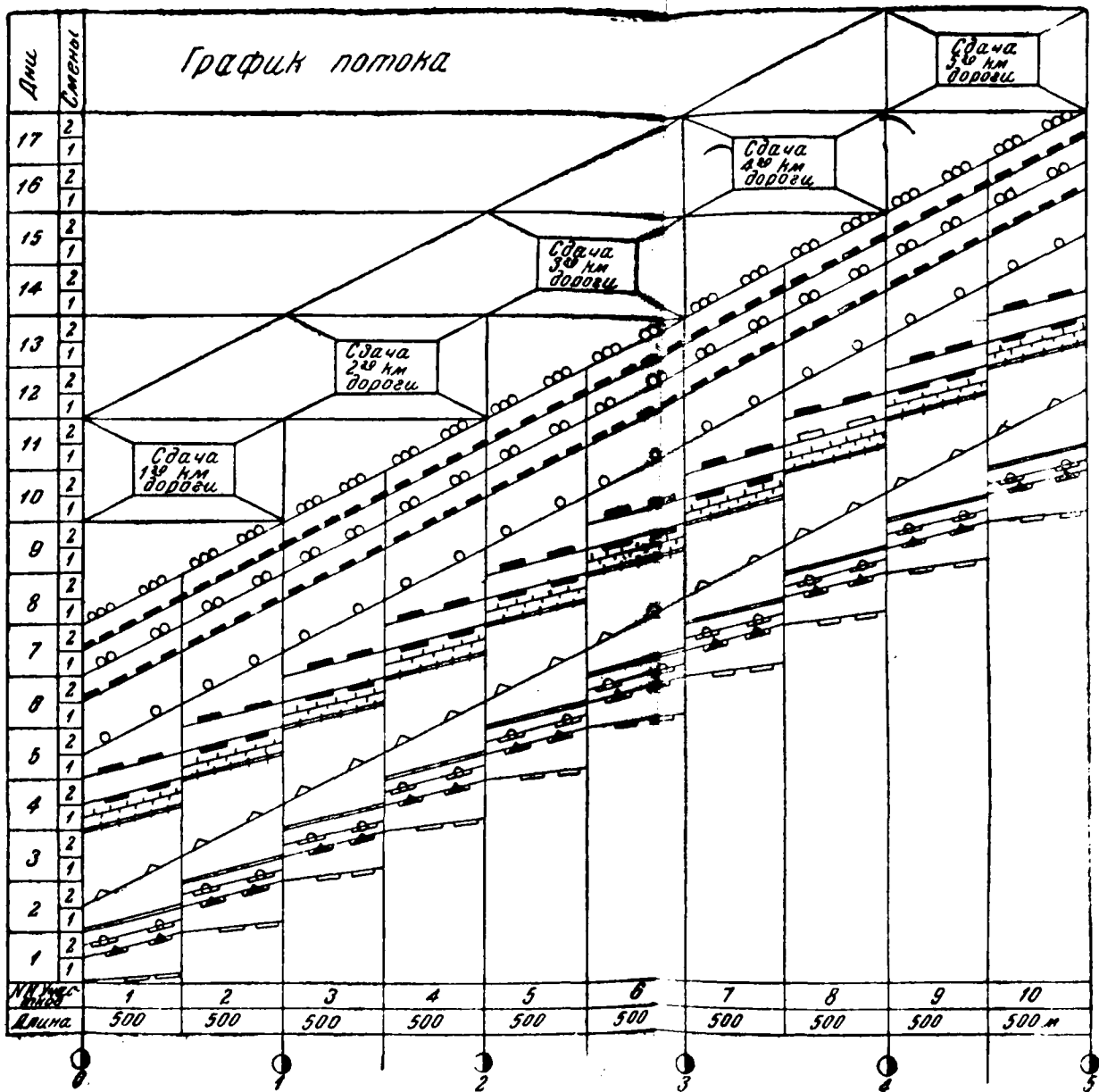


Рис. 45. График потока

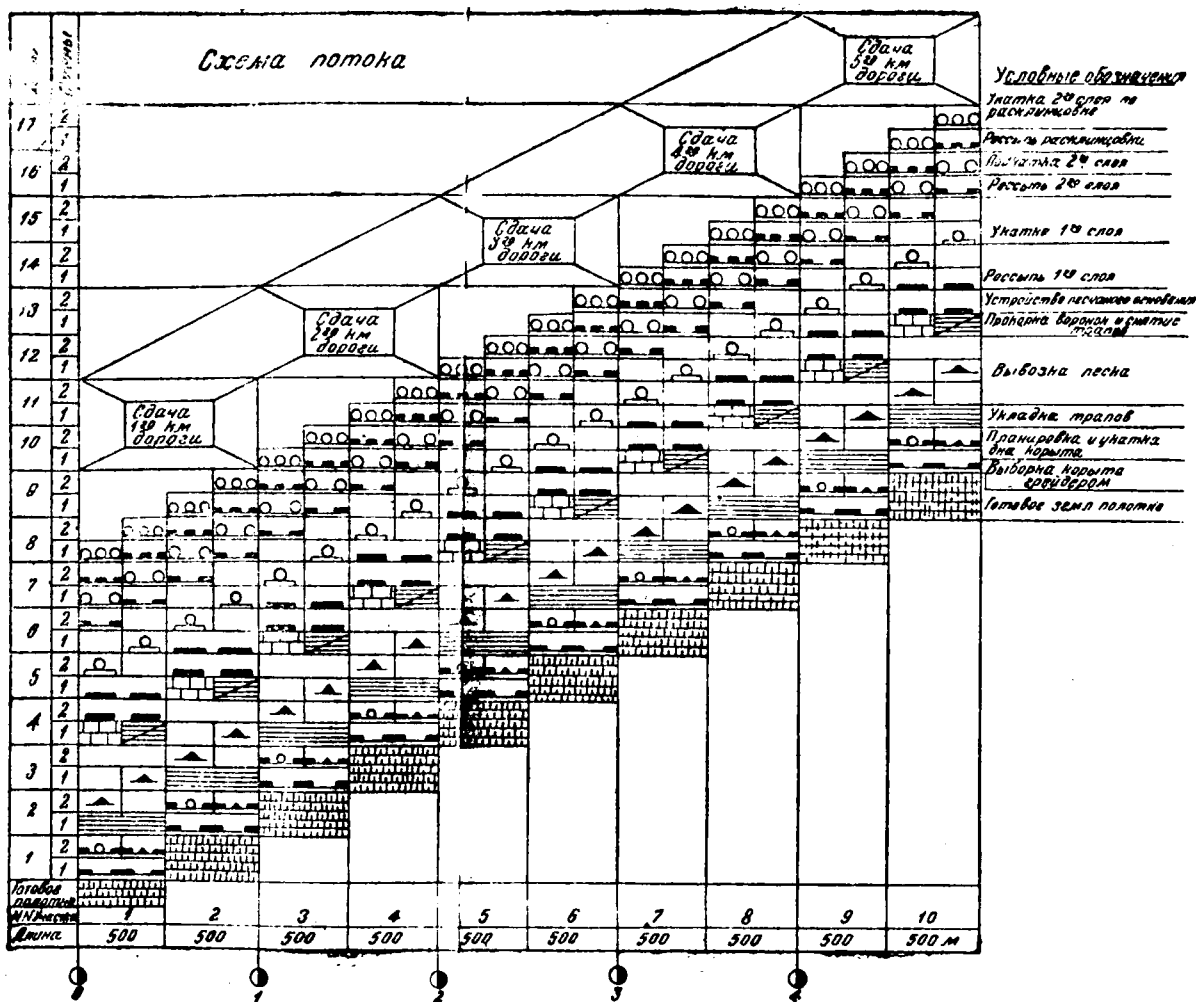


Рис. 46. Схема потока

Так как временная дорога вдоль трассы строительства в большинстве случаев является грунтовой, то ее техническое состояние находится в зависимости от местных погодных условий и потому направление потоков от баз снабжения является желательным даже при наличии хороших грунтовых условий.

Следует прийти к выводу, что схема потока должна строиться на параллельном, но не одновременном производстве работ на всех участках при последовательном выполнении работ одного и того же вида на каждом участке. В этом случае продолжительность работ сокращается в сравнении с таковой при последовательном потоке, но увеличивается, однако, до приемлемых сроков в сравнении со сроком чисто параллельного потока.

Для расчета потока необходимо иметь следующие данные:

- 1) перечень и объем отдельных видов работ, входящих в поток, зависящих от типа покрытия;
- 2) состав рабочих операций, входящих в каждый вид работ;
- 3) принятые способы выполнения каждой отдельной операции;
- 4) последовательность выполнения каждой отдельной операции;
- 5) состав рабочих бригад, машин и т. д.;
- 6) качественные показатели потока.

Существенным организационным мероприятием при поточном методе ведения работ являются разрывы между отдельными бригадами или отрядами. Назначение разрывов должно обеспечить независимость и бесперебойность работ по организационным причинам, а также возможность перевыполнения дневных норм.

Общая длина разрывов не должна быть значительной, так как излишняя протяженность их увеличивает длину потока, а следовательно, и время развертывания работ.

Ввиду необходимости наличия разрывов длина потока будет состоять из суммы всех отдельных участков (захваток) производства работ, на которых оно одновременно проводится, и всех разрывов.

Построение примерного графика потока и его схемы приводятся на рис. 45 и 46. В основу его положены строительный процесс постройки гравийного покрытия по типу шоссе и принятые при строительстве методы производства работ (ручные или механизированные), состоящие из следующих этапов:

- 1) устройства корыта при помощи грейдера;
- 2) планировки дна корыта вручную;
- 3) укатки дна корыта моторным катком;

- 4) укладки по дну корыта деревянных трапов;
- 5) вывозки песка на автомобилях ЗИС-5 для основания
- 6) снятия деревянных трапов;
- 7) устройства дренажных воронок;
- 8) устройства песчаного основания с заделкой воронок
- 9) россыпи первого слоя гравия вручную;
- 10) укатки первого слоя моторным катком;
- 11) россыпи второго слоя гравия вручную;
- 12) подкатки второго слоя моторными катками;
- 13) россыпи гравийной мелочи (расклинцовки) вручную,
- 14) укатки второго слоя по россыпи гравийной мелочи моторными катками.

Потребность в рабочей силе, занятой в потоке, исчисляется по ЕНВ и Р.

Основными качественными показателями (параметрами) потока являются длина потока $L = 4000$ м, длина участка, занятого работой одной бригады, $l = 250$ м; темп потока $v = 500$ м. Время развертывания потока (пусковой период) графиком определено в 7,5 дня, или 15 смен, и что подтверждается формулой:

$$T_{\text{пуск}} = \frac{L_1 - l}{v} = \frac{4000 - 250}{500} = 7,5 \text{ дня.}$$

График потока построен с учетом предъявления к сдаче первого километра покрытия на десятый день от начала строительства, а затем последовательно по километру через каждые два дня.

VIII. ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ И ПРИЕМКА РАБОТ

Доброкачества строительства можно добиться путем систематического контроля за производством работ как в части соблюдения в процессе производства работ технических условий и правил, так и в части применения доброкачественного материала, удовлетворяющего требованиям технических условий, установленных для данного вида материалов.

Контроль за производством строительства осуществляет путем освидетельствования выполняемых работ в процессе их производства и путем приемки их в законченном виде.

Освидетельствование работ в процессе производства заключается в осмотре выполняемых работ на определенных стадиях их готовности, которые по ходу производственного процесса в дальнейшем будут частично или полностью скрыты последовательно выполняемыми работами.

Освидетельствование работ сопровождается измерением объемов, определением качества их, а также качества применяемых материалов, проверкой выполнения всех установленных технических правил и условий по производству работ и соответствия выполненного строительства утвержденному проекту.

В процессе устройства гравийных покрытий каждая последующая стадия работ осуществляется по освидетельствованию готовности и технической правильности выполнения предыдущей стадии работ, т. е.:

1) россыпь гравийного материала при устройстве гравийных покрытий серповидного профиля—по освидетельствованию качества земляного основания;

2) устройство искусственного основания по освидетельствованию качества работ по устройству корыта (полукорыта);

3) россыпь гравийного материала при устройстве покрытий корытного профиля—после освидетельствования искусственного основания;

4) россыпь гравийного материала для образования верхнего слоя при двуслойных покрытиях—после освидетельствования нижнего слоя покрытия и т. д.

При освидетельствовании качества земляного основания проверяется соответствие основных его размеров и поперечного профиля проекту, правильность профилировочных работ, ровность поверхности.

Качество работ по устройству корыта (полукорыта) устанавливается проверкой ровности поверхности дна корыта, соответствия его поперечного профиля проекту, и одновременно проверяется достаточность уплотнения дна корыта и качество грунта основания.

Освидетельствование работ по устройству искусственного основания заключается: при основании из дренирующих материалов в установлении их качества и толщины дренирующего слоя, в проверке правильности поперечного профиля и необходимого уплотнения; при устройстве основания из улучшенного грунта в лабораторной проверке состава смеси, полученной из грунта земляного полотна и принятых добавок, и степени соответствия назначенному составу, в проверке ровности поверхности поперечного профиля и толщины улучшенного слоя.

Проверка качества работ по устройству нижнего слоя при двуслойном покрытии состоит в установлении толщины слоя, степени уплотнения и ровности поверхности слоя, правильности поперечного уклона.

Кроме освидетельствования работ производится в процессе строительства промежуточная приемка вполне законченных

участков дороги, чтобы не задерживать открытия по ним движения. Под законченными участками дороги следует понимать такие участки, на которых произведена полная отделка земляного полотна (подсыпка обочин, планировка откосов).

При приемке делается внешний осмотр покрытия и производится проверка поперечного и продольного профилей, промеры в натуре всех его основных размеров. Кроме того, проверяется качество всех скрытых работ по актам освидетельствования работ, составленным в процессе строительства.

Поперечный профиль проверяется по шаблону или рейкой с уровнем в двух поперечниках на километр. Отступление от заданного поперечного уклона допускается не более $\pm 0,5\%$. Соответствие продольного профиля проектному устанавливается нивелировкой по отдельным участкам. Поверхность гравийного покрытия должна быть ровной, без волн, бугров или впадин.

Толщина покрытия устанавливается путем пробивки лунок в двух поперечниках на километр. Число лунок в поперечнике находится в зависимости от ширины и типа покрытия и должно быть таким, чтобы была получена полная характеристика покрытия (толщина) на оси, у внешнего края корыта (полукорыта) и на обочинах.

Отступления в отдельных местах от проектной толщины покрытия допускаются в сторону уменьшения не более 10%. Образцы гравийного материала, взятые из лунок (1 образец на 1 км), отправляются в лабораторию для определения гранулометрического состава. При пробивке лунок устанавливается достаточность уплотнения, монолитность, водонепроницаемость коры.

Результаты освидетельствования и приемки работ оформляются соответствующими актами за подписями выполняющих строительство и лиц, осуществляющих контроль над ним.

IX. СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТ ГРАВИЙНЫХ ПОКРЫТИЙ

Техническое состояние гравийных покрытий зависит от напряженности и состава движения, от климатических условий, от организации содержания и ремонта их. Содержание и ремонт гравийных дорог должны быть поставлены так, чтобы воздействие движения и климатических факторов в наименьшей мере отражались на техническом состоянии покрытий.

Под влиянием движения покрытия теряют постепенно свою первоначальную прочность за счет деформаций поверхности (колеи, выбоины, волны), потери поперечного и продольных профилей и износа толщины покрытия (годовой износ дости-

гает до 2—5 см в зависимости от рода и интенсивности движения и прочности гравия).

Для предупреждения появлений поверхностных деформаций покрытий организуется систематическое содержание их.

Для устранения деформаций производится текущий ремонт, а для восстановления профилей и толщин покрытия производится периодически капитальный ремонт.

Характер работ по содержанию гравийных покрытий зависит от времени года, напряженности и состава движения. Работы носят сезонный характер.

Весеннее содержание начинается ликвидацией последствий зимы. Производится удаление снега не только с покрытия, но и из водоотводных сооружений (кюветы, отводные канавы, русла труб, малых мостов и их отверстия).

Устранение деформаций покрытия обеспечивается периодическими утюжками. Первая утюжка поверхности покрытия производится в период оттаивания ледяного черепа снизу, что способствует более быстрому и равномерному оттаиванию земляного полотна. Вторая утюжка выполняется при оттаивании земляного полотна на глубину около 0,30 м, когда поверхность покрытия еще достаточно влажная. Последующие утюжки делаются также при влажном покрытии при появлении выбоин, неровностей и колеи. Одновременно со второй утюжкой производится ямочный ремонт покрытий путем расчистки поврежденного места от грязи с удалением разрушенного материала покрытия и последующей заделкой гравийным материалом с утрамбовкой.

При наличии глубоких колеи (свыше 4 см) и значительного повреждения поверхности покрытия выбоинами гравийное покрытие профилируется грейдером при влажной коре.

Если в период распутицы гравийное покрытие вследствие своей незначительной толщины на отдельных участках смешивается с грунтом полотна, то на этих участках делается россыпь гравийного материала с приданием поверхности необходимого поперечного профиля.

После профилировки производится при необходимости искусственное уплотнение или оно предоставляется проезду транспорта.

Летнее содержание гравийных покрытий в основном заключается в производстве периодических утюжек. При этом утюжки производятся при основном условии — достаточной влажности покрытия. При значительной интенсивности движения в летний период на покрытиях могут появиться выбоины и колеи, которые должны быть заделаны способом, указанным выше, т. е. ямочным ремонтом, профилированием или отдельными россыпями.

Для предохранения поверхности покрытия от непосредственного воздействия колес и износа рекомендуется рассыпать по поверхности мелкого гравия или крупнозернистого песка с систематическим наметанием на покрытие по мере сбрасывания их частиц движением.

Осеннее содержание должно быть направлено к тому, чтобы покрытия под снег ушли во вполне исправном состоянии, т. е. с ровной поверхностью, без колеи и выбоин, что обеспечивается периодическими утюжками при затяжных дождях. Для утюжек используют время между ними; в крайнем случае утюжка производится при наличии переувлажнения поверхности.

При появлении в осенний период на покрытиях значительных выбоин и колеи производится их заделка ямочным ремонтом и профилированием. Для производства ремонтных работ применяется гравийный материал с крупностью каменной части не более 20—25 мм.

Для нормального содержания гравийных покрытий необходимо иметь вдоль дороги неснижаемый запас гравийного материала (50—100 м³/км), который расходуется во время производства ремонтных работ и ежегодно восстанавливается в размере установленной нормы.

Капитальный ремонт гравийных покрытий производится периодически, примерно через 3—5 лет, в зависимости от интенсивности движения и износа.

Производством капитального ремонта достигается приведение поперечного и продольных профилей к нормальному состоянию и возмещение толщины покрытия вследствие его естественного износа. При капитальном ремонте гравийных покрытий производится сплошная профилировка и утолщение.

Для производства сплошной профилировки производится предварительная кирковка покрытия прицепными кирковщиками, а профилировка выполняется грейдерами.

Сплошные россыпи гравийного материала для утолщения покрытий производятся по способам, описанным при изложении этого вопроса для строительства покрытий. Сохранность гравийных покрытий и удлинение срока их службы достигаются регулировкой движения и ограничением проезда для транспортных средств, могущих вызвать разрушения. Одной из мер к сохранению покрытий может быть перевод движения конного транспорта в периоды весенней и осенней распутицы на обрезы, а также запрещение движения по гравийным покрытиям в периоды значительного их переувлажнения тяжелого автотранспорта и ограничение скорости его движения.
