
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ИНСТИТУТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ВОЕННОТРАНСПОРТНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ

Военный инженер Л. В. НОВИКОВ

ПОЛЕВОЕ
ОБСЛЕДОВАНИЕ ГРУНТОВ
ПРИ
РЕКОГНОСЦИРОВКЕ
ДОРОГ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1932

Л. В. Новиков. *Полевое обследование грунтов при рекогносцировке дорог*. Краткими сведениями о происхождении грунтов автор вводит читателя в область практических вопросов исследования грунтов в условиях военно-полевых рекогносцировок, останавливаясь на работе по анализам грунтов при поспешных рекогносцировках, на производстве дополнительных анализов, если время и обстановка позволяют это делать, — на вопросах определения наиболее выгоднейших смесей грунтов и на организации самых работ по исследованию грунтов при рекогносцировках дорог на фронте; освещая эти вопросы, автор описывает необходимые приборы и дает практические советы по методам работы и использованию описываемых приборов. Книга предназначена для слушателей Воен.-трансп. факультета Ленинградского института путей сообщения и В.-инж. фак-та Воен.-техн. академии и для состава в.-инженерн. частей РККА.

К печати подготовили:
редакторы Т. Дедюкин и В. Чунихин,
технический редактор Д. Моисеенко,
корректоры: Бень и М. Петрова.

Сдана в производство 15/XI 1931 г.
Подписана к печати 28/II 1932 г.
Вышла в свет 25/III-32 г.
5 авт. л.

82×111/32. 2,5 бум. л. = 200.000 зн., на 1 бум. л. 80.000 зн.

Уполн. Главлита В-18830 ОГИЗ №766В-14. Зак. № 6550. 5 п. л. Тир. 4.

17-я типография УПП ОГИЗ'а. Москва, Шлюзовая наб., 10.

ОТ АВТОРА.

В практике гражданского дорожного строительства почвенно-грунтовые обследования являются теперь обязательными при проектировании и постройке всякого рода дорог так как сохранность и служба любой дорожной одежды и проездность собственно грунтовых дорог во многом зависят от качества грунтов, слагающих основания или лежащих на проезжей части.

При военнородовых рекогносцировках почвенно-грунтовыми обследованиям должно быть также уделено должное внимание и наши военнородовые и саперные части, которым придется на фронте производить рекогносцировки автомобильных дорог, должны знать простейшие анализы грунтов.

Этот вопрос в нашей военной литературе почти не затронут, в виду чего явилась необходимость в составлении настоящего пособия. Оно предназначается главным образом для слушателей отделения военных сообщений при Ленинградском институте инженеров путей сообщения и инженерного факультета военнотехнической академии имени т. Дзержинского, но может служить пособием и для командного состава саперных и военнородовых частей. Так как полнота и быстрота анализов грунтов зависят от времени, которым располагает рекогносцировочная партия, от оборудования полевой лаборатории и организации работ, то все анализы мною сгруппированы в двух главах — в главе II — анализы, которые могут быть проведены при поспешных рекогносцировках и в главе III — дополнительные анализы, которые можно сделать, когда на рекогносцировку дороги дается 1-2 дня.

В главе IV дается описание методов нахождения наилучших смесей грунтов и гравиев, причем мною предлагается другой способ построения треугольника Фере.

В главе V приведена предлагаемая мною организация взвода дорожных почвоведов и работ по обследованию грунтов при рекогносцировке дорог на фронте. Окончательная организация и оборудование полевой лаборатории может быть выявлено только после проработки этого вопроса на практике в саперных частях, в военнодорожных отрядах и на маневрах.

Темпы современных маневренных операций и механизация армии требуют, чтобы рекогносцировочные партии наших военнодорожных и саперных частей были бы тоже механизированы и имели подвижные полевые лаборатории. Только при этом условии можно будет правильно производить на фронте почвенно-грунтовые обследования и тем самым правильно содержать, ремонтировать и проектировать сеть автогужевых дорог в войсковых районах.

Л. Новиков.

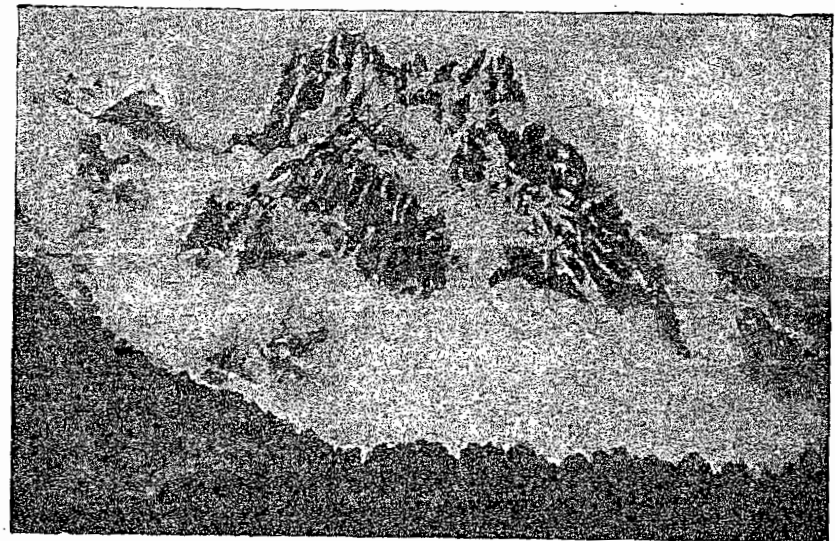
Июль 1931 г.
Ленинград.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУНТАХ И ИХ ПРОБАХ.

Краткие сведения о происхождении почв и грунтов.

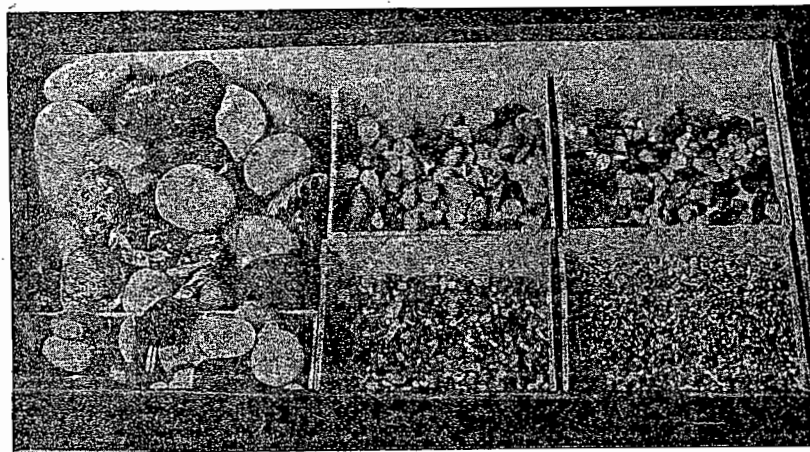
Грунтами называются рыхлые горные породы, происшедшие от разрушения твердой земной коры (литосферы) под



Черт. 1. Размельчение пород (гора Ай-Петри зимой).

влиянием действия на нее воздуха и воды (атмосферы и гидросферы). Ветер, вода, снег и лед (черт. 1), действуя годами на твердые породы, постепенно превращают сплошные монолиты и массивы в торчащие пики, отдельные глыбы и

камни, а затем и эти последние — в более мелкие обломки и частицы. Этот процесс разрушения особенно легко проследить в горах, где у подножия высот всегда лежат отвалившиеся от массива глыбы и камни, а по склону горы — и более мелкие продукты распада, уменьшающиеся в своих размерах по мере спуска в долину. Постепенное раздробление и разрушение больших массивов наблюдается и на берегу текучих вод, а особенно на морском берегу, где морской прибой постепенно разбивает твердые породы в мельчайшие частицы (образование гравия и песка). Морская волна производит при этом и естественную сортировку



Черт. 2. Размельчение горных пород действием морских волн. (Из коллекции дорожной лаборатории военнотранспортного факультета ЛИИПСа).

этих частиц по их крупности (влияние веса частиц), поэтому без всяких сит можно собрать образцы постепенного распада горных пород. На черт. 2 представлена коллекция подобных образцов горных пород, собранная Е. И Скобликовой на побережье Черного моря (Новый Афон),

Продукты разрушения горных пород или остаются на месте или переносятся и в зависимости от этого имеют разную форму своих частиц, а получаемые отложения имеют разное наименование.

Само перемещение частей может быть:

- 1) ветрами,
- 2) дождевыми и талыми водами,
- 3) текучими водами рек и водоемов (озер),
- 4) ледниковыми моренами.

Ветрами переносятся самые мелкие частицы, образуя *эоловые отложения*. Наоборот движение мощного ледника передвигало и передвигает и крупные остатки горных пород, поэтому в *ледниковых* или *моренных* отложениях мы встречаем как мелкозернистые частицы (пески, глины), так и крупные (гравий, галька, валуны). Потоки дождевой и талой воды смывают с возвышенностей в низины мелкозернистые частицы, образуя там *делювиальные*¹ наносы. В свою очередь постоянно действующие водные потоки и водоемы в виде рек и озер несут в своих водах и отлагают в зависимости от скорости своего течения частицы разной крупности. Подобного рода наносы и отложения носят название *аллювиальных*².

Чем больше частицы горных пород подвергаются передвижению, тем более окатанной делается их форма (например гравий и галька на морском берегу Крыма и Кавказа). Кроме указанных процессов физического и механического воздействия воздуха и воды разрушение горных пород происходит и вследствие химических, а также вулканических и тектонических процессов. В результате совокупного действия указанных явлений верхний слой твердой оболочки земли покрыт рыхлыми горными породами или *грунтами*.

В зависимости от процесса образования грунты могут состоять или из одинаковых по крупности частиц горных пород, или из частиц разной крупности. Так как физико-механические свойства грунтов зависят от размеров их частиц, то грунты классифицируются по крупности входящих в них отдельных частиц или фракций. В настоящее время в дорожном строительстве принята указанная ниже классификация грунтов.

¹ Делювий от латинского слова *deluo* — смываю — обозначает геологические образования, относящиеся к ледниковой эпохе.

² Аллювий — от латинского слова *alluvium* — намываю — обозначает образования, относящиеся к современной эпохе так называемого четвертичного периода.

Классификация грунтов.

По крупности отдельных частиц или фракций¹.

1. Камни и валуны. . .	очень крупные	80 см
	крупные	80—40 см
	средние	40—20 "
	булыжник	20—6 "
2. Галька и дресва		60—20 мм
3. Гравелистые и хрящеватые частицы . . .	крупные	20—10 "
	средние	10—4 "
	мелкие	4—2 "
4. Песчаные частицы . . .	крупные	2—1 "
	средние	1—0,5 "
	мелкие	0,5—0,25 мм
	очень мелкие	0,25—0,05 "
5. Пылеватые частицы . .	крупные	0,05—0,01 "
	мелкие	0,01—0,005 "
6. Глинистые частицы		0,005 мм

Примечание. В курсах почвоведения встречается другая классификация грунтов, несколько отличная от дорожной в границах гравийных, песчаных, пылеватых и глинистых частиц.

Границы между фракциями взяты с учетом некоторых физико-механических свойств. Так например песчаные частицы обладают уже капиллярностью, чего не имеют более крупные частицы. Пылеватые частицы (граница 0,05 мм) начинают при встряхивании грунта пылить. Частицы глинистые (меньше 0,005 мм) склонны к сильному разбуханию. Кроме того они имеют чешуйчатую форму, тогда как более крупные частицы — шарообразную. Более мелкие глинистые частицы именно 0,001 имеют уже свойства коллоидов².

Техническими условиями ЦУДОТРАНСа³ установлена следующая терминология грунтов с размерами частиц от 60 мм и мельче.

¹ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

² Труды проф. К. К. Гедройц по исследованию илстой фракции почвы.

³ "Технические условия, правила и нормы для изысканий и проектирования автогужевых дорог", часть III, изд. ЦУДОТРАНСа 1931 г.

„Обломки и частицы различных материалов горных пород носят название:

гравийных при размерах их от 60 до 2 мм	
песчаных " " " " 2 " 0,05 мм	
пылеватых " " " " 0,05—0,005 мм	
глинистых мельче 0,005 мм	

Песком называется рыхлая горная порода, состоящая в большей части из песчаных частиц (размерами от 0,05 до 2 мм), а в остальном — из пылеватых и глинистых частиц.

Гравием называется материал, состоящий из более или менее окатанных обломков различных минералов и горных пород размерами от 2 до 60 мм.

Гравийным материалом называется материал, состоящий в большей части из гравия, а в остальном — из песчаных, пылеватых и глинистых частиц⁴.

В зависимости от процента содержания в грунте тех или других фракций грунту присваивают определенное название. В практике земляных работ нашла распространение классификация, основанная на *двухчленной формуле*, по которой грунты именуются в зависимости от процента содержания в них частиц мельче 0,01, считая их все за глинистые. Так как при этом совершенно не принимается во внимание присутствие в грунте пылевой фракции, дающей грунту определенный отпечаток, то в практике дорожного строительства принята *трехчленная классификация грунтов*, предложенная инженером Н. Н. ИВАНОВЫМ. Она в свою очередь разделяется на две таблицы:

таблица I — для грунтов, сложенных преимущественно из фракций не крупнее 2 мм;

таблица II — для грунтов, имеющих гравелистые и хрящеватые частицы (см. на стр. 10).

Техническими условиями ЦУДОТРАНСа изд. 1931 г. гравийный материал в зависимости от крупности своих частиц называется:

крупный при содержании частиц крупнее 20 мм, свыше 50%	
средний " " " { крупнее 20 мм, менее 50%	
" " " { крупнее 10 мм, свыше 50%	
мелкий " " " { крупнее 10 мм, менее 50%	
" " " { крупнее 5 мм, свыше 50%	
очень мелкий " " " мельче 5 мм, свыше 50%	

ТАБЛИЦА 1.
Классификация грунтов по количеству содержания в них глинистых и пылеватых частиц.

Наименование грунта	% содержание частиц мельче 0,005 мм	% содержание пылеватых частиц от 0,05 до 0,005 мм
Глина	Больше 33	Меньше чем глинистых
Глина пылеватая . . .	Больше 33	Больше чем глинистых
Суглинок {	33—25	Меньше чем песчаных
	25—18	
	18—12	
Супесь {	12—7	Меньше чем песчаных
	7—3	
	33—7	
Суглинок пылеватый . .	7—0	Больше чем песчаных
Супесь пылеватая . . .	Меньше 3	50—20
Песок пылеватый . . .	Меньше 3	20—0
Песок		

ТАБЛИЦА 2.
Классификация грунтов по процентному содержанию в них гравелистых и песчаных частиц.

Наименование грунта	Процентное содержание гравелистых частиц крупнее 2 мм	Процентное содержание песчаных частиц от 0,05 до 2 мм
Грунт по таблице 1	До 10%	—
Гравелистый грунт	Меньше чем песчаных или пылеватоглинистых	—
	отдельно взятых (10—50%)	
Песчанистый гравий	Больше чем песчаных или пылеватоглинистых	Больше чем пылеватых и глинистых
Пылеватый гравий	Отдельно взятых (33—50%)	Меньше чем пылеватых и глинистых
Гравий	Больше 50%	—

Смесь песчаных, пылеватых и глинистых частиц в гравийном материале называется связующим материалом.

Перечисленные выше грунты в природе на поверхности земли встречаются сравнительно редко. Обыкновенно они покрыты слоем *почвы*, — так называются те слои рыхлой горной породы, которые под воздействием воды, воздуха, солнца и живых организмов, т. е. солнечной деятельности, атмосферы, гидросферы и биосферы приобрели некоторое другое сложение, состав и окраску. *Глубина* или *мощность* почвенного слоя зависит от целого ряда факторов — в первую очередь климатических, рельефа и материнской породы, на которой образовалась почва. Она колеблется в пределах СССР от нескольких сантиметров до метра и более.

Таким образом каждому месту на земной поверхности отвечает определенный характер почвы. Местности, лежащие в одних и тех же климатических и метеорологических условиях, имеют почвы более или менее одинаковыми. В почвоведении по предложению академика К. Д. Глинки установлены пять основных типов почв, в свою очередь делящихся на ряд разновидностей. Типы и характеристики почв сведены в нижеследующую таблицу.

Классификация почв¹.

№ типа	Наименование основного типа почвы	Разновидности типа	Наименование разновидностей почв основного типа	Краткая характеристика
I	Красноземный или латеритный тип . . .	1	Латериты	Эти почвы своим цветом напоями, обожженный кирпич. Они образуются в самых теплых и влажных областях. В пределах СССР встречаются только в Закавказье. Латериты почти не содержат перегноя, но имеют много окиси железа; в красноземах железа уже меньше.
		2	Красноземы	
		3	Желтоземы	

¹ По К. Д. Глинке.

№ типа.	Наименование основного типа почвы	Разновидности типа	Наименование разновидностей почв основного типа	Краткая характеристика
II	Подзолист. тип.	1	А. Первичные подзолистые почвы. Торфяно-подзолистые и подзолисто-глеев. почвы.	Эти почвы образуются в лесных и луговых областях холодно-умеренного климата.
		2	Луговые подзолистые почвы и горно-луговые.	
		3	Лесные подзолистые почвы.	
			Б. Вторичные подзолистые почвы.	Вторичные подзолистые почвы распространены ближе к степям.
		4	Вторичн. подзолы.	
		5	Слоисто-ореховые почвы.	Деградирование чернозема, т. е. постепенное превращение его в подзол, происходит под влиянием леса, поселившегося на черноземной почве.
		6	Орехов. суглинки.	
III	Степной тип..	7	Деградированные черноземы.	Различн. почвы подзолистого типа сильно распространены в пределах СССР в лесных областях умеренного климата. <i>Чернозем произошел из травянистой растительности степей при сухом климате.</i> <i>Черноземы распространены у нас на юге Европейской части СССР. Эта разновидность в свою очередь разделяется на несколько видов.</i> Перегнойный слой, наиболее мощный у так называемого мощного чернозема, имеет толщину 90—115 см.
		1	Черноземы.	
		2	Каштановые почвы.	
		3	Бурые почвы.	
		4	Серые почвы пустынных степей умеренного климата.	
		5	Красноцветные почвы пустынных степей теплого климата.	

№ типа	Наименование основного типа почвы	Разновидности типа	Наименование разновидностей почв основного типа	Краткая характеристика
IV	Болотный тип.		А. Собственно-болотные почвы.	Каштановые и бурые почвы встречаются на юге Европейской части СССР и Азиатской части, серые почвы — в районе Сыр-Дарьи и Закаспийской области. Болотный тип почвы распространен в северных областях. Эти почвы развиваются там, где верхние слои земной коры сильно пресыщаются водой, затрудняющей доступ воздуха. При этом условия разложения растительных остатков идет медленно и возрастает накопл. торфа.
		1	Пресноводно-болотные почвы.	
		2	Приморские болотные почвы.	
		3	Тундровые почвы.	
V	Солонцовый тип	4	Торфяные почвы горных вершин.	
			Б. Солончаковые почвы.	В более теплых климатах болотные почвы переходят в солончаки, т. е. почвы, содержащие соли (углекислая известь, гипс и пр). Солонцами называются почвы, у которых верхняя часть перегнойного слоя рыхлая и имеет более светлый тон, нижняя уплотненная и темнее окрашена. Под перегнойным слоем выделяются соли. В пределах СССР солонцы встречаются в сухих степях.
		1	Солончаки.	
		2	Солончаковые почвы.	
		1	Солонцы.	
		2	Солонцеватые и слабо-солонцеватые почвы.	

Почвенный слой каждой почвы не представляет собою однородное строение, а разделяется на ряд более мелких слоев или так называемых *горизонтов*. Каждому горизонту свойственны определенные физико-механические свойства, равным образом горизонты отличаются между собой окраской и составом органической и минеральной части.

Взятие образцов грунта дороги для анализа.

Простейшие приборы.

Для того чтобы узнать физико-механические свойства грунта, по которому проходит рекогносцируемая дорога, нельзя ограничиться его поверхностным осмотром, так как при этом мы видим только верхний горизонт почвенного слоя и совершенно не знаем строения всего слоя почвы, не говоря уже о материнской породе. Полную картину почво-грунта мы можем получить только на *почво-грун-товом разрезе*. Поэтому и при рекогносцировках дорог необходимо делать эти разрезы. Простейший способ разреза — *отрывка небольшой ямы*, диаметром 60—80—100 см с возможно вертикальными стенками. Глубина ямы доводится обыкновенно до материнской породы, что в большинстве случаев наступает при глубине от 0,5 до 1 м.

Место для отрывки ямы берется.

а) *на оси дороги*, если хотят знать строение грунта под проезжей частью,

б) *на обочине*, если не хотят перекапывать проезжую часть,

в) *на обреше* не менее 5 м от придорожной канавы или в так называемой „полевой части дороги“. В этом случае разрез дает понятие о строении почво-грунта, не нарушенное дорожными работами.

При рекогносцировке существующих дорог подобного рода разрезы следует делать на полевых местах или в местах с небольшими выемками или насыпями (до 0,5 м). При более глубоких выемках разрез грунта можно видеть по откосу выемки (если он не задернован). Ввиду невозможности в боевых условиях делать часто подобного рода разрезы можно производить их только в наиболее интересных в дорожном отношении местах, но не реже, чем один на километр, причем делать один разрез в данном месте именно по оси дороги.

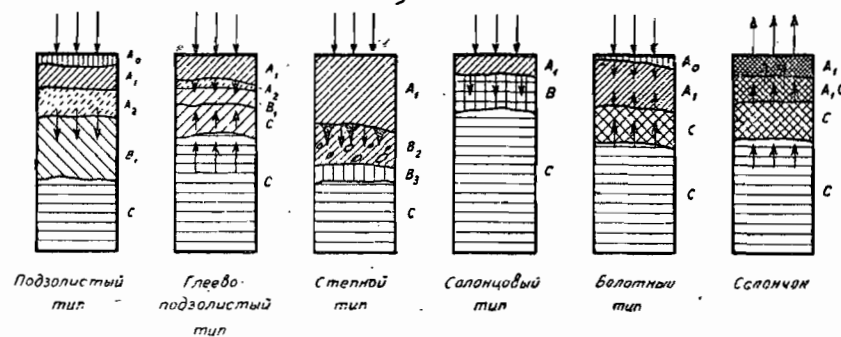
При рекогносцировке „одетых дорог“, дабы не портить проезжую часть, можно разрез сделать у обочины с захватом проезжей части, чтобы выяснить попутно толщину одежды (коры), качество и толщину подстилающего слоя песка, наличие паклажа и тому подобные данные. Для устройства „разреза ямы“ необходим 1 сапер с большой лопатой и кирко-мотыгой. Успех работы в зависимости от грунта и глубины ямы — 15—30 мин. По откопанному разрезу делается описание почво-грунта. В зависимости от типа почвы

мы можем на разрезе видеть разную толщину и окраску почвенных горизонтов.

В почвоведении приняты следующие основные горизонты (черт. 3):

1) *Гумусовый горизонт* (верхний слой почвы), обозначаемый буквой A_1 . Здесь происходит накопление органических остатков и перегноя. Он имеет черную окраску. Гумусовый горизонт обладает влагоудерживающей способностью, липкостью и быстро размокает, поэтому непригоден как грунт для проезжей части дорог.

2) *Горизонт вымывания или подзол*, обозначаемый буквой A_2 . Он находится ниже гумусового. Назван он подзолом потому, что своим цветом напоминает золу. В нем содержатся труднорастворимые водой частицы кварца и кремнезема. Этот горизонт является хорошим дорожным материалом.



Черт. 3 Основные почвенные типы.

3) *Горизонт вымывания или орштейновый*, обозначаемый буквой B . Он называется так потому, что в него вымываются частицы, вымытые из верхних горизонтов, именно окиси алюминия и железа. Этот горизонт весьма плотен, почему обладает плохой водопроницаемостью.

4) Вслед за орштейном располагается уже *материковая порода*, обозначаемая буквой C .

5) При наличии высокого уровня грунтовых вод замечается в нижних слоях горизонта B и выше горизонта C новый горизонт, содержащий большое количество закислых соединений железа. Это так называемый *глеевый горизонт*. Он имеет серо-голубой, а иногда зеленоватый цвет.

Глеевый горизонт быстро размокает, а потому дорога с оглееными грунтами на проезжей части будет малопроезжа в плохую погоду.

Из отрытого почвенного разреза берутся образцы грунта для анализа.

Для грунтовых дорог образец надо взять из верхнего слоя (проезжая часть), а затем уже из материнской породы. Для одетых дорог — из подстилающего слоя под корой и тоже из материнской породы.

Каждый образец весом около $\frac{1}{2}$ —1 кг кладется в особый мешок шириною 18 см и длиною 35 см. Указанные мешки можно приготовить из материи, идущей на устройство земленосных мешков. Каждый мешок для образца должен быть снабжен тесьмой или веревкой для завязывания. Во внутрь каждого мешка должна быть вложена этикетка с обозначением места взятия образца. Запись этикеток следует вести в особой этикетной книжке, форму страниц которой с некоторыми упрощениями можно взять по типу, установленному в практике гражданского дорожного строительства.

Предлагаемый образец страницы указан ниже:

ФОРМА СТРАНИЦ
этикетной книжки для взятия образцов грунта.

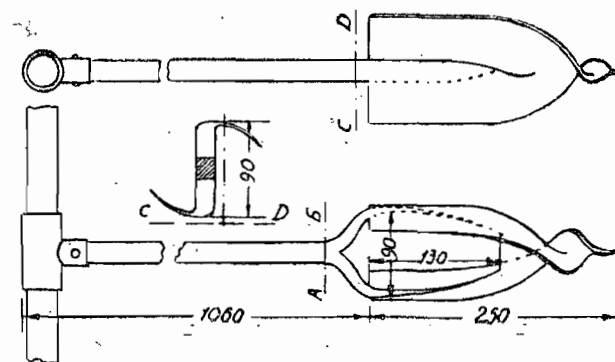
КОРЕШОК	ЭТИКЕТКА
Образец грунта №.....	Образец грунта №.....
Наименование маршрута.....	Наименование маршрута.....
км..... пикет.....	км..... пикет.....
Глубина взятия образца.....см	Глубина взятия образца.....см
Полевая характеристика грунта..... (например суглинок)	Полевая характеристика грунта..... (например суглинок)
Образец взят..... (число, месяц, год)	Образец взят..... (число, месяц, год)
Подпись взявшего.....	Подпись взявшего.....

При поспешных рекогносцировках, когда недостаток времени не позволяет производить отрывку ям, почвенные разрезы можно делать специальными приборами.

Главнейшим из них является *почвенный бур*. Он имеет несколько разновидностей.

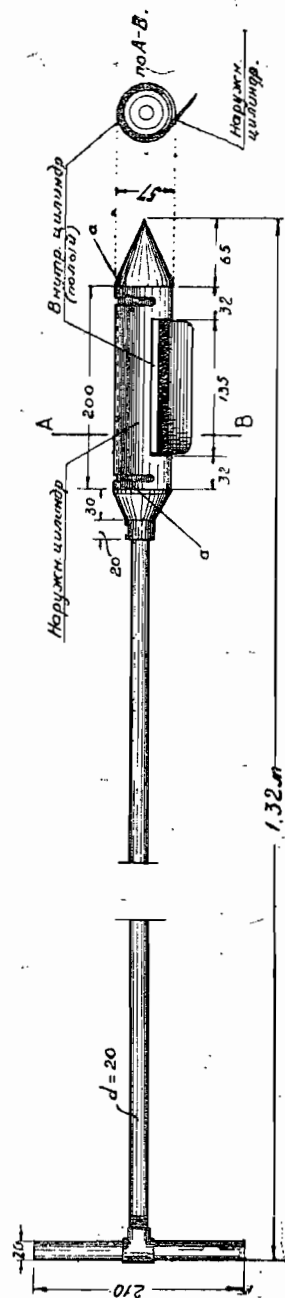
В дорожной практике наиболее распространен ручной бур, изображенный на черт. 4.

Он состоит из металлической винтовой лопасти длиною около 25 см и металлической штанги длиною немного более 1 м. Ширина винтовой лопасти около 9 см. Штанга бура заканчивается особым отверстием, куда вставляется деревянная рукоятка для вращения бура. Бур свободно вращается одним человеком. Работу с буром ведут обычно так: пробуравив 25 см, вынимают бур и по грунту, оставшемуся в винтовой лопасти судят о характере грунта. Затем очищают бур от грунта и снова бурят на 25 см и опять вынимают бур и обследуют грунт. Таким образом можно узнать довольно точно о строении почвенного разреза в месте бурения и взять необходимые образцы грунта для анализа с определенных глубин.



Черт. 4. Ручной бур для взятия образцов пород в плотном грунте.

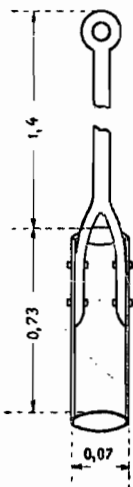
Для бурения в торфянистых и болотистых местах применяется специальный *торфяной бур*, изображенный на черт. 5. Этот бур имеет металлическую штангу диаметром 20 мм, длиною немного более 1 м, к концу которой навинчивается особая желонка. Последняя имеет цилиндрическую часть длиною в 20 см, заканчивающуюся конусом для лучшего опускания бура в грунт. Желонка имеет два цилиндра, причем наружный с отвернутым концом, против которого во внутреннем цилиндре сделано отверстие. На другом конце штанги имеется навинтованная часть для навинчивания муфты с отверстием для деревянной рукоятки, чтобы вращать бур.



Черт. 5. Торфяной бур.

Если глубина торфяника значительная, то можно навинтить новое колено штанги, для чего предварительно отвинтить муфту с рукояткой. При поворачивании бура отвернутое ребро наружного цилиндра желонки забирает грунт во внутренний цилиндр. По заполнении всей желонки бур поворачивается в другую сторону и этим закрывается внутренний цилиндр желонки. После этого весь бур вынимают из грунта и, вновь повернув наружный цилиндр, рассматривают грунт. Для взятия образца из очень плотных грунтов употребляется буровой стакан. Его можно приготовить из шпательного стакана 76-мм полевого орудия, опилив с обоих концов. Один конец (ударный) заостряется обточкой, а к другому приделывается металлическая штанга длиной около 1,3—1,5 м (черт. 6),

Для взятия образца грунта этим буром его с силой ударяют о грунт, при этом стакан врезается, а сам он заполняется грунтом. Вынув затем бур, из него выколачивают столбик грунта и вновь с силой опускают в скважину, наблюдая, чтобы опустить буровой стакан отвесно. В грунтах мягких без крупных



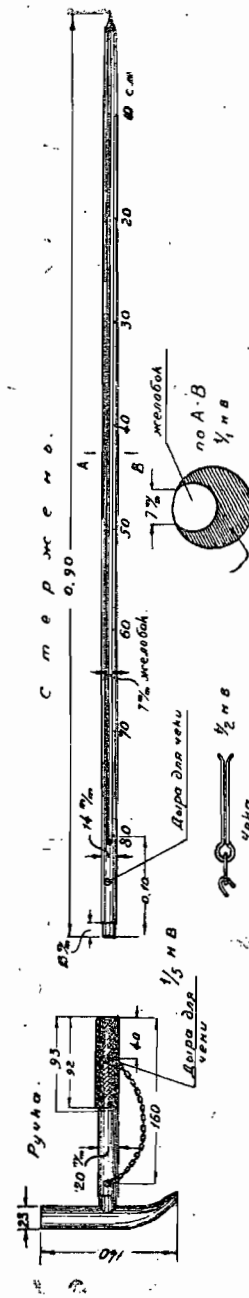
Черт. 6. Буровой стакан

каменистых включений почвенные разрезы можно делать *почвенной тростью*, называемой иногда *щупом*. Она представляет из себя металлическую круглую трость диаметром в 14 мм (черт. 7) и длиной 0,9 м. Один конец трости заострен для лучшего втыкания в грунт, а на другой надета металлическая рукоятка, закрепляемая с тростью чекой на цепочке. Верхняя часть рукоятки имеет форму молотка и может служить до некоторой степени „геологическим молотком“.

С одной стороны на стержне трости имеется паз (желобок), у одного из ребер которого нанесены отметки в сантиметрах.

При втыкании трости в грунт последний входит в желобок стержня и таким образом по вынутии трости можно видеть весь разрез грунта в данном месте. Глубина залегания различных горизонтов отсчитывается по делениям трости у паза. Проколы почвенной тростью и отсчеты по ней делаются довольно быстро (3—5 мин.). При рекогносцировках одетых дорог „разрезы“ почвенной тростью делаются на обочине или в „полевой части“ дороги. Грунт из почвенной трости тоже может быть взят для анализа (в этом случае его получается мало, а потому приходится бережно расходовать).

Ввиду простоты получения „разреза“ помощью почвенной трости, ее следует рекомендовать иметь в наших саперных частях и военноподорожных отрядах, равным образом как и все перечисленные выше простейшие приборы. Кроме них в числе инструмента для взятия образцов необходимо



Черт. 7. Почвенная трость.

иметь ещё мелкий инструмент для взятия проб и отсчетов. Таким образом комплект инструмента для партии¹, производящей грунтово-почвенные разрезы при рекогносцировках дорог, может быть такой:

№	Наименование имущества	Примечание
1	Саперная лопата	} для рытья ям
2	„ кирко-мотыга	
3	Почвенный бур	} для бурения скважин и взятия образцов грунта
4	Торфяной бур	
5	Буровой стакан	
6	Почвенная трость	
7	Малая лопата	} для взятия образцов
8	Широкий кухонный нож	
9	Комплект мешков	} для хранения образцов
10	Этикетная книжка	
11	Складной метр	} для заворачивания влажных образцов
12	Пергаментная бумага или восковка	
13	Рулетка тесемочная 10 м	
14	Складная лупа	

¹ 1-е отделение взвода дорожных почвоведов см. далее, стр. 71.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

АНАЛИЗЫ ГРУНТОВ ПРИ ПОСПЕШНЫХ РЕКОГНОСЦИРОВКАХ ДОРОГ

(на рекогносцировку маршрута не более 1 суток).

Определение механического состава грунта анализом на ситах-грохотах и методом Рутковского.

Хотя „почвенные разрезы“ дают уже более ясную картину о строении почво-грунта дороги, чем осмотр верхнего поверхностного слоя, но для более правильной характеристики грунта необходимо сделать простейшие его анализы. Так как наибольшее влияние на физико-механические свойства грунтов оказывает крупность его частиц, а не их петрографический и химический состав, то анализ грунта начинают с определения его механического состава¹.

Этот анализ в свою очередь можно разделить на две стадии:

- 1) определение процента содержания частиц крупнее 1 мм;
- 2) определение процента содержания частиц мельче 1 мм.

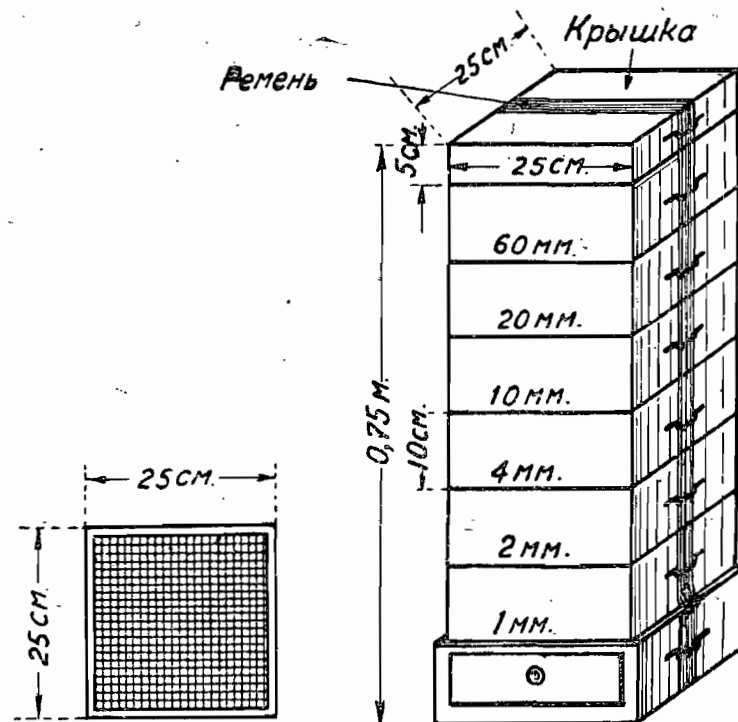
Первый анализ производится просеиванием (грохочением) определенной навески грунта „на ситах“. Для упрощения всей операции можно рекомендовать применить набор сит в виде колонки, помещая наверху наиболее крупное, а внизу — самое мелкое сито. Сита в колонке вставляются одно в другое. Размер сит 25 см × 25 см × 10 см. Вся колонка собирается на деревянном основании высотой в 10 см с выдвижным ящиком *a* и закрывается ящиком-крышкой *b* высотой в 5 см.

Сбрасывая высоту колонки около 0,75 м. Для переноса колонки снабжается особыми ремнями, охватывающими все сита и застегивающимися на крышке (черт. 8). Указанная

¹ При поспешных рекогносцировках ограничиваются только анализом механического состава, определением пластичности грунта и сопротивлением на вдавливание ударника. Остальные анализы грунта можно делать лишь при достатке времени.

колонка должна иметь сита соответственно классификации грунтов, а именно начинаться ситом с ячеей в 60 мм, заканчиваться ситом с ячеей в 1 мм. Тогда на колонке можно отсортировать гальку, гравелистые и более крупные песчаные частицы (см. табл. на стр. 8).

Для анализа грунта на этих ситах необходима навеска грунта не менее 3 кг. Этот анализ можно сделать непосредственно в поле, для чего двуколка с колонкой должна следовать за рекогносцировочной партией и останавливаться у каждого „разреза“ где берется соответствующая проба грунта.



Черт. 8. Колонка сит.

Для забора необходимого количества грунта в целях анализа на ситах, чтобы не прибегать к весам, можно применить „весовую мерную кружку“ по типу „кружки для пороха“, состоявшей раньше в подрывном имуществе саперных частей. Мерная кружка для забора грунта может быть сделана из оцинкованного железа. Внутри такой кружки

должны быть обозначены краской метки, до которых следует насыпать грунт, чтобы взять его весом в 2, 3, 4 кг. Так как веса разных грунтов не одинаковы, то метки следует делать для основных грунтов (песчаных, супесей, суглинков и глин).

Определив по наружному осмотру тип грунта берущий пробу будет знать, до какой метки следует насыпать данный грунт.

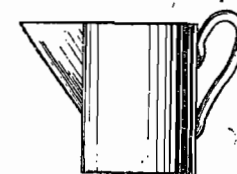
За отсутствием такой кружки пробу грунта можно отвесить на тарелочных весах типа Беранже (весы для взвешивания до 5 кг), которые легко могут перевозиться в особом ящике на той же двуколке, что и колонка-сит. Сам анализ на ситах-грохотах производится так¹:

Отвешенную навеску (порцию) грунта бросают на верхнее сито¹ и, встряхивая всю колонку, просеивают ее через все сита. Операцию заканчивают тогда, когда через нижнее сито грунт не будет просеиваться в ящик. На это в среднем необходимо около 10 мин. После этого приступают к взвешиванию всех остатков на ситах и полученные результаты перечисляют на проценты по отношению к весу первоначальной навески.

Пример 1. Взята порция в 3 кг гравелистого грунта. Остаток на ситах дал следующее соотношение:

Наименование сита	Вес остатка в кг	%
На сите 60-мм	—	—
„ „ 20-мм	0,1	3,34
„ „ 10-мм	0,3	10
„ „ 4-мм	0,4	13,34
„ „ 2-мм	0,8	26,68
„ „ 1-мм	1,0	33,3
В ящике (прошло через сито в 1 мм)	0,4	13,34
Итого . .	3,00	100

¹ Грунт для этого анализа требуется в сравнительно большом количестве, поэтому его берут или из открытой ямы-разреза или почвенным буром.



Черт. 9. Мерная кружка.

Так как частиц крупнее 2 мм оказалось 53,36% (т. е. больше 50%), то по классификации таблицы 2 испытуемый грунт является *гравием*, а так как он содержит частиц мельче 5 мм свыше 50%, то грунт является *очень мелким гравием*.

Пример 2. Взята порция в 3 кг по внешним признакам супеси. Остаток на ситах дал следующие результаты:

Наименование сита	Вес остатка в кг	%
На сите 60-мм	—	—
„ „ 20-мм	—	—
„ „ 10-мм	—	—
„ „ 4-мм	—	—
„ „ 2-мм	0,05	1,67
„ „ 1-мм	1,5	50
В ящике (прошло через сито в 1 мм)	1,45	48,33

Этот грунт должен классифицироваться уже по таблиц 1, как содержащий частиц крупнее 2 мм всего лишь 1,67% (меньше 10%).

Так как анализ на ситах-грохотах не дает указаний о количестве частиц меньше 1 мм (пылеватых и глинистых), то для определения последних при рекогносцировках можно пользоваться методом, разработанным И. С. Рутковским (бывш. Научноисследовательский автодорожный институт, ныне ЦИАТ).

Для анализа по Рутковскому надо иметь следующую аппаратуру:

- 1) две цилиндрических мензурки емкостью 100 куб. см, диаметром 2,5 см,
- 2) стеклянную палочку с каучуковым наконечником длиной 25 см,
- 3) почвенное сито (лучше металлическое) с ячейей в 1 мм,
- 4) фарфоровую ступку с пестиком,
- 5) песочные часы 30-секундные,
- 6) фарфоровую чашку для помещения грунта,
- 7) колбу с водой,
- 8) батарейный стакан емкостью 1 л для сливания,

9) банку с раствором хлористого кальция.

Сам анализ распадается на 3 стадии:

- А. Определение процентного содержания глинистых частиц,
- Б. „ „ „ „ „ песчаных „
- В. „ „ „ „ „ пылеватых „

Работу следует начинать с определения глинистых частиц, так как за время последующего анализа по определению процентов содержания песчаных частиц (в среднем 1,5 часа) можно получить уже некоторый ответ на процентное содержание глинистых частиц.

Для более точного анализа для последнего необходим срок в 24 часа, а при тяжелых глинистых грунтах—и более.

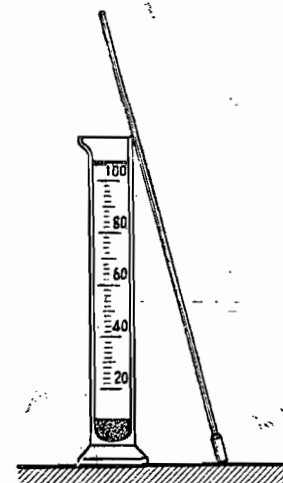
А. Определение процентного содержания глинистых частиц (составлено по инструкции Цудортранса Г-2, 1930 г.).

Анализ основан на способности глинистых частиц вспучиваться при впитывании воды. Реакция увеличивается при вливании в воду раствора хлористого кальция.

Работа производится следующим образом.

Образец грунта весом не менее 200 г, предварительно высушивается на воздухе (на листе бумаги), размельчается в ступке осторожно деревянным пестиком, не раздробляя отдельных зерен минералов и просеивается через сито в 1 мм. Просеянный грунт тщательно перемешивается и высыпается в цилиндрическую мензурку (черт. 10) (емкостью 100 куб. см, диаметром 2,5 см) в таком количестве, чтобы после уплотнения легким постукиванием мензурки на каком-нибудь упругом предмете (книга, тетрадь и т. д.) получилось 3 куб. см (для глины, тяжелого суглинка) или 5 куб. см (для супеси, легкого суглинка).

Затем уплотненный грунт разрыхляется постукиванием края дна мензурки, приливается 50—70 куб. см воды, и грунт размешивается стеклянной палочкой с каучуковым наконечником для отделения глинистых частиц от частиц песчаных



Черт. 10. Мерный стакан для полевого определения механического состава.

и пылеватых. Размешивание производится до тех пор, пока на стенках мензурки при растирании грунта не исчезнут мазки (полоски) глины. Когда это достигнуто, вливается 3 куб. см раствора хлористого кальция (5,52 на 100 куб. см воды), снова размешивается, добавляется воды до 100 куб. см, и грунт оставляется отстаиваться.

Инструкция ЦУДОРТРАНСа рекомендует приращение грунта определять через 24 часа, но так как реакция делается уже достаточно явной через 1,5–2 часа, то в полевых условиях, пренебрегая некоторой точностью, можно рекомендовать именно этот срок отстаивания мензурки (за этот промежуток успевают сделать анализ на „песок“, см. ниже).

Определив приращение объема грунта в мензурке, перечисляют его на 1 куб. см объема сухого грунта и по нижеуказанной таблице определяют процентное содержание глинистых частиц в анализируемом грунте.

ТА Б Л И Ц А
для вычисления процентного содержания глинистых частиц.

Приращение на 1 куб. см сухого грунта	Процент глинистых частиц	Приращение на 1 куб. см. сухого грунта	Процент глинистых частиц
4	90,70	2,75	62,25
3,75	85,03	2,50	56,68
3,50	79,36	2,00	45,35
3,25	73,67	1,75	39,68
3,00	68,01	1,50	34,00
—	—	1,25	28,34
1	22,67	<i>Примечание.</i> Если приращение объема на 1 куб. см сухого грунта дает величину, не приведенную в таблице, то результат определяют интерполированием.	
0,75	17,00		
0,50	11,33		
0,35	5,66		
0,12	2,72		

Б. Определение содержания песчаных частиц (1–0,05 мм).

Пока отстаивается мензурка с „реакцией на глину“ приступают к определению процентного содержания песчаных частиц, для чего во вторую мензурку насыпают 10 куб. см грунта, просеянного через сито в 1 мм, затем наливается вода до 100 куб. см и размешивается стеклянной палочкой с каучуковым наконечником. Дав мензурке отстояться 90 сек. (три раза переворачивают песочные 30-сек. часы), сливают 80 куб. см мутной воды (столб жидкости в мензурке 16 см). После этого снова добавляется вода до 100 куб. см, размешивается содержимое, затем мензурка отстаивается 90 сек., после чего опять сливается столб мутной воды в 16 см высоту. Затем опять наливается вода до 100 куб. см, перемешивается и т. д. Эта операция повторяется до тех пор пока жидкость не станет прозрачной. Слив последний раз 80 куб. см воды, доливают до 30 куб. см (высота 6 см), взмучивают, дают отстояться 30 сек. и осторожно сливают всю жидкость над грунтом. Эта операция повторяется 3–4 раза. Затем, налив последний раз воду, оставляют мензурку отстаиваться 15–20 мин., после чего отсчитывают объем осевшего песка. Принимая каждый кубический сантиметр осевших частей за 10% (весовых) грунта, вычисляют количество песчаных частиц.

Примечание. Определение песчаных частиц в глинах не производится, а весь избыток после определения процента глинистых частиц в образце относят к пылеватым.

В. Определение процента содержания пылеватых частиц (0,05–0,005 мм).

Процентное содержание пылеватых частиц определяют путем вычитания из 100% суммы процентного содержания глинистых и песчаных частиц.

Запись всего анализа полезно вести на особых бланках. Их можно издать в виде *полевой книжки*. Образец страницы бланка такой книжки указан ниже.

Полученный результат следует связать с результатом на ситах-грохотах.

Так допустим, что грунт первого примера (гравийный) дал результат анализа такой:

- 1) глинистых частиц . . . 3 %
- 2) песчаных 65 %
- 3) пылеватых 32 %

ОБРАЗЕЦ БЛАНКА

для анализа грунта по механическому составу методом Рутковского

АНАЛИЗ №				
грунта, взятого на . . . км пикета				
маршрута				
А. СОДЕРЖАНИЕ ГЛИНИСТЫХ ЧАСТИЦ.				
Объем сухого грунта в мен- зурке	Объем осев- шего грунта	Приращение на 5 куб. см су- хого грунта	Приращение на 1 куб. см су- хого грунта	Процент гли- нистых ча- стиц по та- блице
5 куб. см . .	—	—	—	—
Б. СОДЕРЖАНИЕ ПЕСЧАНЫХ ЧАСТИЦ.				
1) Объем взятого грунта 10 куб. см.				
2) . . . осевшего грунта после отмучивания				
3) Считая 1 куб. см осевшего грунта за 10%, имеем . . . × × 10 = %.				
В. СОДЕРЖАНИЕ ПЫЛЕВАТЫХ ЧАСТИЦ.				
Содержится в образце глинистых (. %) + песчаных (. %), а всего %				
Содержится пылеватых частиц . . . 100 - (. . . %) = . . . %.				
$\frac{13,34}{100} \cdot 65 = 8,67\%$ $\frac{13,34}{100} \cdot 32 = 4,27\%$ $\frac{13,34}{100} \cdot 3 = 0,4\%$ сумма глини- стых и пес- чаных				
« . . . » 193 . . . г.				
Анализ производил:				

Так как этот анализ относится к остатку, прошедшему через сито в 1 мм, составляющему всего 13,34% взятой пробы, то, принимая его за 100%, получаем, что в данном грунте содержится:

$$\text{песчаных частиц меньше 1 мм} \frac{13,34}{100} \cdot 65 = 8,67\%$$

$$\text{пылеватых (0,05—0,005 мм)} \frac{13,34}{100} \cdot 32 = 4,27\%$$

$$\text{глинистых (меньше 0,005 мм)} \frac{13,34}{100} \cdot 3 = 0,4\%$$

Таким образом анализируемый грунт является очень мелким гравием и содержит (в %):

- | | |
|---|-------|
| 1) гравийных частиц (крупнее 2 мм) . . . | 53,36 |
| 2) песчаных . . . (от 2—0,05 мм) . . . | 41,97 |
| 3) пылеватых и глинистых (меньше 0,05 мм) . . . | 4,67 |
| Итого | 100 |

Во втором примере мы имеем 48,33% прошедшего грунта через сито в 1 мм.

Пусть результат анализа этого остатка методом Рутковского дал (в %):

- | | |
|---------------------------|----|
| 1) глинистых частиц . . . | 5 |
| 2) песчаных . . . | 60 |
| 3) пылеватых . . . | 35 |

Перечисляя результат к нашему грунту будем иметь в нем;

$$1) \text{ частиц песчаных меньше 1 мм } \frac{48,33}{100} \cdot 60 = 29,0\%$$

$$2) \text{ . . . пылев. (от 0,05—0,005 мм) } \frac{48,33}{100} \cdot 35 = 16,92\%$$

$$3) \text{ частиц глинистых (меньше 0,005) } \frac{48,33}{100} \cdot 5 = 2,41\%$$

$$\text{Итого . . . 100\%}$$

Следовательно анализируемый грунт по классификации таблицы 1 будет иметь (в %):

- | | |
|---|-------|
| 1) песчаных частиц (прибавляя
сюда и частицы крупнее 2 мм) . . . | 80,67 |
| 2) пылеватых частиц | 16,92 |
| 3) глинистых | 2,41 |

$$\text{Итого 100}$$

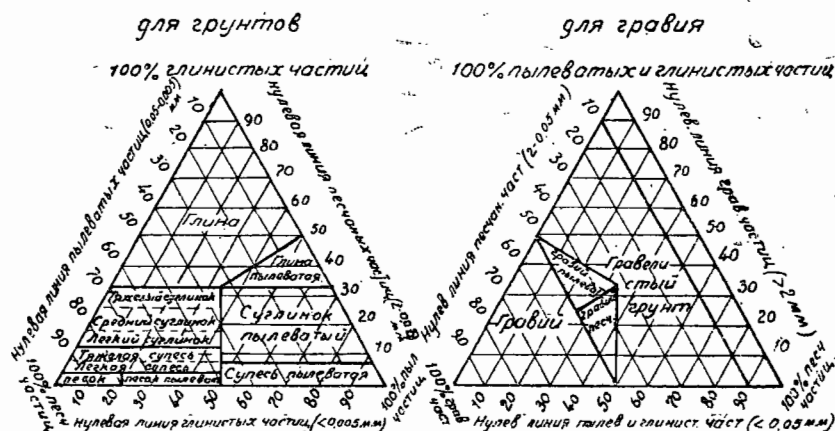
Анализируемый грунт должен быть отнесен к пескам.

Для более быстрого и легкого чтения номенклатуры грунта инж. Н. Н. Иванов¹ предложил ввести особый график, пользуясь треугольником Фере, на котором каждый грунт, состоящий из 3 фракций (для определяемых по таблице 1-й из глины, песка и пыли, а для определяемых по таблице 2-й из гравия, песка и пылевато-глинистых частиц) выражается точкой, лежащей на площади треугольника

¹ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

(черт. 11). Треугольник Фере равнобедренный, следовательно, если принять высоты соответственно за 100%, а стороны за 0% указанных фракций, то по перпендикулярам, опущенным из любой точки треугольника на основания, можно отсчитывать процентное содержание данных фракций в грунте, так как сумма 3 перпендикуляров, опущенных из всякой точки равнобедренного треугольника на основания, равна высоте треугольника, т. е. проценты, отсчитанные по 3 перпендикулярам, дадут в сумме 100%.

Приведенные на черт. 11 диаграммы следует изготовить из целлюлоида наподобие линеек для пулеметной стрельбы и пр. и ввести их на снабжение саперных частей и военно-дорожных отрядов. Треугольник должен помещаться в поле



Черт. 11. Трехчленная классификация рыхлых горных пород, предложенная инженером Ивановым.

вую сумку. Тогда каждый производящий анализ грунта может нанести его на соответствующий треугольник (найти точку по 3 перпендикулярам из нее на основания треугольника) и прочесть точно номенклатуру грунта.

При соответствующей тренировке анализ грунта (по Рутковскому) с нанесением результата на треугольник занимает в среднем около 1,5—2 часов.

Анализ на приборе проф. Сабанина в полевой обстановке осуществить трудно, поэтому этот прибор, а равно и прибор Робинсона, а также и способы работ на них мною не описываются.

Полевое определение пластичности грунта.

Пластичностью грунта называют его способность принимать разные формы при растворении его водой. Пластичность грунта характеризует наличие в нем глинистых частиц. В полевых условиях пластичность определяется по величине диаметра проволоки при пределе раскатывания данного грунта. Пределом раскатывания грунта называют такой предел, при котором проволока, сделанная из грунта, начинает распадаться. Все грунты по своей пластичности характеризуются особым „числом пластичности“, установленным шведским ученым Аттербергом.

Каждый грунт, будучи совершенно сухим, при приливании к нему воды может иметь свою „границу текучести“, т. е. такое состояние, при котором грунт, помещенный в чашку, будет всегда сливаться при разделении его в чашке на две части. Чтобы довести грунт до такого состояния, в него надо влить определенное количество воды в зависимости от механического состава грунта. При некотором другом (меньшем) количестве воды некоторые грунты способны замеситься в тесто, из которого можно раскатывать проволоки. Пределом раскатывания данного влажного грунта является такое его состояние, при котором проволочки из теста начнут распадаться.

Число пластичности по Аттербергу есть разность между содержанием воды в грунте при нижней границе текучести и пределом раскатывания в проволоку. Чем пластичнее грунт, тем эта разность, а следовательно и „число пластичности“ больше.

Аттерберг разделил все грунты по пластичности на следующие 3 класса:

- 1) пластичные I класса с числом пластичн. больше 15,
- 2) " II " " " от 15 до 7,
- 3) " III " " " меньше 7.

К непластичным грунтам относятся грунты с числом пластичности = 0.

Грунты пластичные, особенно I класса, обладают плохой водопроницаемостью. Наоборот они способны довольно долго удерживать воду и разбухать при впитывании воды. Они также обладают и липкостью. Поэтому испытание на „пластичность“ грунта в дорожном смысле интересно в том отношении, что позволяет до некоторой степени судить об отношении грунта к воде, а следовательно оценивать про-

езжую часть грунтовых дорог из пластичных грунтов с точки зрения проездности дороги под влиянием атмосферных осадков (большой ливень, сырая погода и т. п.). Пластичность грунта в полевой обстановке определяется по диаметру проволоки при пределе раскатывания.

Сам анализ по данным инструкции НКПС Г—2 производится так:

Берется 10—15 г грунта, растертого в порошок (в ступке) и замешивается (в фарфоровой чашке) с водой. Перемешиванием в руках масса доводится до полной однородности, т. е. до состояния, при котором грунт, оставаясь мягким, не прилипает к рукам. Из приготовленной таким образом массы раскатываются проволоки. Раскатывать их лучше между пальцами рук и поверхностью стола, покрытого бумагой. Проволоку раскатывают до тех пор, пока она не начнет распадаться. Тогда ее переносят на миллиметровую бумагу и измеряют ее диаметр.

Зная диаметр проволоки, пользуясь нижеуказанной таблицей, находят число пластичности по Аттербергу, а следовательно и класс пластичности данного грунта. Попутно полезно установить, какой грунт в виде добавки улучшил бы данный грунт дороги. Если грунт неспособен замеситься в тесто, то из него нельзя раскатать проволоки. Такой грунт не обладает никакой пластичностью.

ТАБЛИЦА

для определения числа и класса пластичности по диаметру проволоки при пределе раскатывания влажного грунта.

Диаметр проволоки при пределе раскатывания в мм	Число пластичности по Аттербергу	Класс пластичности	Оценка в дорожном отношении—хорошие и удовлетворительные дорожные грунты имеют	
			число пластичн.	диаметр проволоки в мм
Меньше 0,75 мм	Больше 18	I	—	—
1 мм	От 18 до 14			
1—2 мм	14—10	II	0,6—6	7—2
2—3 мм	10—6			
3—4 мм	3—1	III	—	—
4—8 мм	1 и меньше			

Примечания. 1. Грунты, имеющие число пластичности по Аттербергу ниже 0,6, а диаметр проволоки более 7 мм, являются рыхлыми, песчаными и пылеватыми грунтами, требующими для своего улучшения добавки глинистых грунтов.

2. Грунты, имеющие числа пластичности по Аттербергу более 6, а диаметр проволоки меньше 2 мм, являются глинистыми, требующими для своего улучшения добавки песчаного и пылеватого грунта.

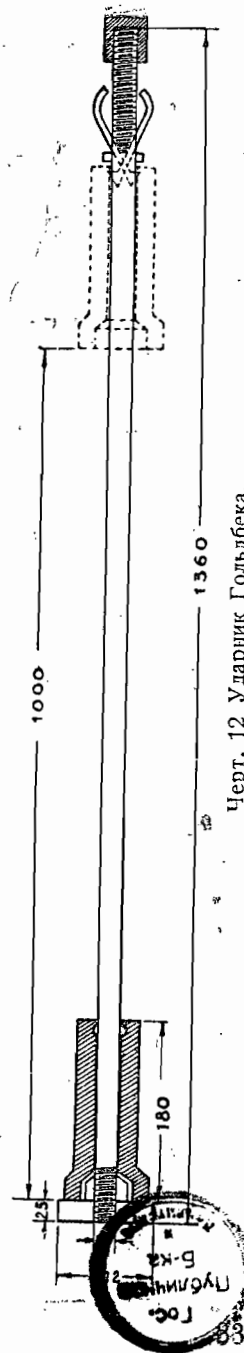
Определение плотности грунта ударником.

Этот анализ является наиболее интересным при рекогносцировке грунтовых дорог, так как до некоторой степени дает сразу ответ на проходимость тех или других подвижных нагрузок по данной дороге.

Сопротивление грунта вдавливанию тем меньше, чем мягче грунт, т. е. чем он более разжижен, чем больше в нем мелких фракций (пылеватых, а особенно глинистых, способных к разбуханию под влиянием воды).

Характеристику грунта на вдавливание, или как иногда говорят, „плотность“ грунта определяют особым ударником, предложенным Гольдбеком и несколько переконструированным Исследовательским дорожным бюро, ныне ЦИАТ. Он представляет собой (черт. 12) металлический стержень около 25 см в диаметре, по которому ходит металлическая баба весом в 5 кг. Стержень заканчивается с одной стороны круглой металлической площадкой площадью в 100 кв. см, на которую падает баба, а с другой стороны гайкой и приспособлением в виде ножниц для закрепления бабы. Высота падения бабы 1 м. Испытание основано на величине погружения площадки стержня в грунт от определенного числа ударов. Обыкновенно отсчет ведут через 10 ударов и заканчивают при 40 ударах, т. е. делают 4 залога. Для облегчения отсчета погружения стержня на нем наносятся деления (сантиметры). Перед началом испытания по сторонам ударника (30—40 см от оси) забивают 2 колышка, между которыми натягивают нить (бечевку) и читают

3—6550



Черт. 12 Ударник Гольдбека.

отсчет нити по стержню. Затем после каждого залого (10 ударов бабы) читают помощью нити новый отсчет. Разность отсчетов укажет на величину погружения ударника в сантиметрах. Если стержень ударника делений не имеет (ударники старых образцов), тогда измерение глубины погружения делают при помощи складного деревянного метра, опуская его в полученное углубление, предварительно вынув из него ударник.

При производстве рекогносцировок дорог желательно записи данных ударника вносить сразу в особый журнал. Мною предлагается нижеуказанная его форма.

ОБРАЗЕЦ СТРАНИЦЫ ЖУРНАЛА
для записей плотности грунта.

Наименование маршрута	Километров	Пикет	Где производилось испытание		Характеристики испытываемого грунта по внешним признакам	Погружение ударника в см после			
			на проезж. части	на обочине		10 ударов	20 ударов	30 ударов	40 ударов
№.....	1	12	Проезжая часть	—	Пылеватый суглинок	2,5	3,5	5	6
№.....	1	18	Проезжая часть	—	Сыпучий песок	3	5,5	7,5	9

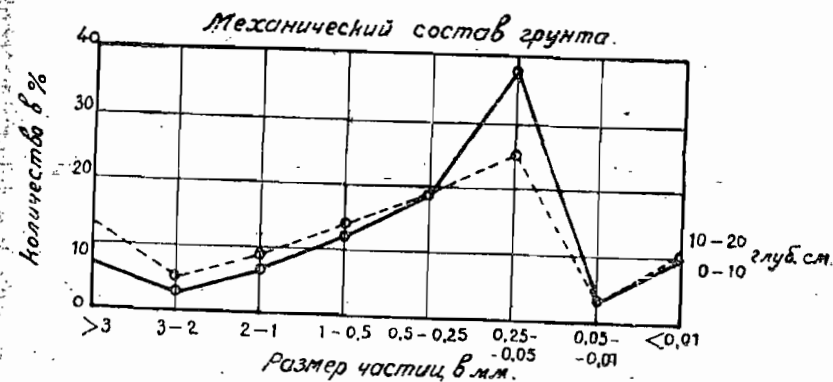
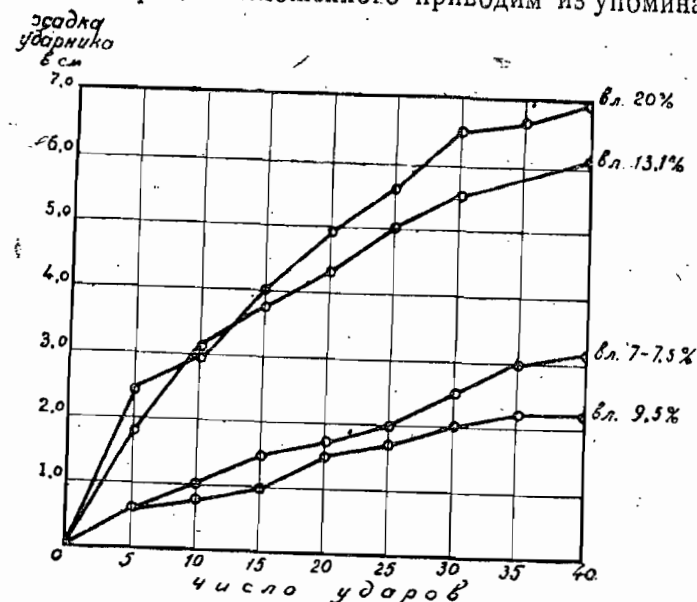
Наблюдение производил
командир взвода сапроты:

„ “ (дата наблюдения)

Пока еще нет достаточного числа опытов, связывающих данные испытания на „плотность“ с другими качествами грунтовых дорог, однако некоторые характеристики уже имеются. Так при погружении ударника после 40 ударов на 9 и более сантиметров данный участок дороги является труднопроходимым для тяжелых автомашин. Грунты, хорошо проходимые тяжелым автотранспортом, дают погружение ударника не более 3—4 после см (40 ударов).

Сопротивление грунта вдавливанию зависит не только от механического состава грунта, но и от степени его влажности, причем у каждого грунта наблюдается свой процент

влажности, при которой происходит наименьшее вдавливание¹. Для иллюстрации изложенного приводим из упоминаемой



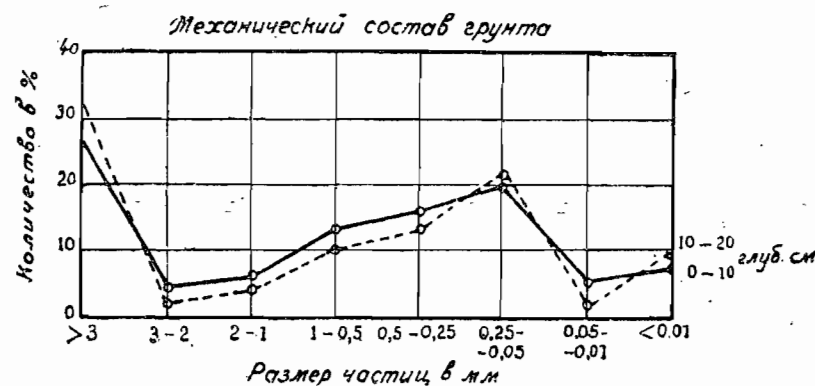
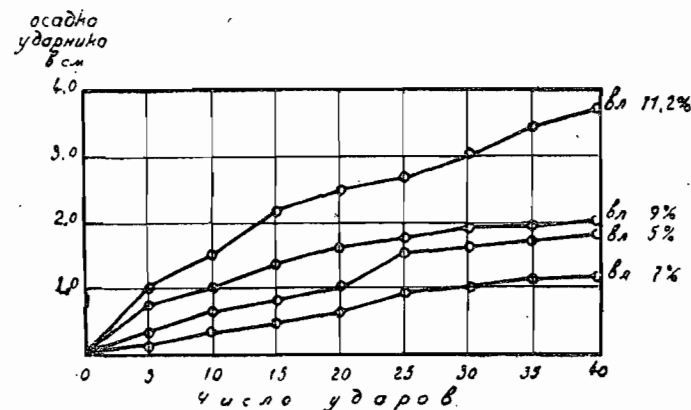
Черт. 13. График исследования плотности грунта с преобладанием мелких частиц.

статьи 2 графика исследования плотности грунта на 2-м

¹ См. статью Н. Н. Иванова и В. М. Магера, Применение ударника для определения уплотненности дорожного полотна, вып. № 19, 1928 г. „Дорожные исследования“.

участке дороги у дер. Кебь. График на черт. 13 получен на участке с большим преобладанием мелких частиц.

Наибольшее сопротивление грунта получилось при влажности в 9,5%. При влажности в 7% сопротивление грунта меньше. При 13 1/2% влажности и больше грунт очень плохо сопротивлялся вдавлению.



Черт. 14. График исследования плотности грунта с большим количеством более крупных фракций.

На черт. 14 представлен график другого участка дороги с другим механическим составом грунта, имевшим большее количество более крупных фракций.

Здесь наибольшее сопротивление грунта вдавлению получилось при 7% влажности грунта.

Испытание ударником следует производить на всех испорченных участках дороги и обязательно во всех пониженных и слабых местах, а также в сыпучих песках и в местах резкого изменения грунта дороги. На хороших участках маршрута испытание можно вести не более 1—2 на 1 км.

Для производства испытания необходимо два наблюдателя (один поднимает бабу, другой держит стержень ударника и ведет счет ударов бабу; он же записывает данные в журнале). Каждая установка ударника и отсчет наблюдений занимает от 3 до 5 мин.

Ударник Гольдбека не может быть применен для испытания плотности проезжей части одетых дорог, но им можно испытать плотность грунта оснований этих дорог (по вскрытию коры).

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АНАЛИЗЫ ГРУНТОВ.

Если боевая обстановка позволяет иметь для рекогносцировки маршрута времени более суток, то в зависимости от имеющегося оборудования можно сделать кроме указанных в главе II дополнительные анализы грунтов, изложенные в настоящей главе и выясняющие главным образом взаимоотношения грунта и воды.

Определение удельного веса грунта и его пористости.

Знание удельного веса почво-грунтов дает возможность объемы их перечислять на веса, с чем приходится иметь дело в дорожном строительстве. В данное время различают два понятия „удельный вес грунта“, а именно:

1) *объемный удельный вес*, т. е. отношение веса какого-нибудь объема грунта к весу того же объема воды при температуре 4° С,

2) *истинный удельный вес* грунта, т. е. удельный вес твердой части грунта.

Различают еще абсолютный вес грунта, т. е. вес определенного его объема в воздушно-сухом состоянии.

При полевых обследованиях чаще придется определять объемный удельный вес. Для этого поступают так:

Если грунт в *сыпучем состоянии*, то насыпают его в измерительный цилиндр до определенного объема (объем 500 — 1000 куб. см. в зависимости от крупнозернистости грунта) и взвешивают все на весах. Вычтя из результата вес пустого цилиндра, получают вес грунта, взятого объема. Объемный удельный вес грунта получится, если вес грунта разделить на вес равного объема воды при температуре 4° С.

Если грунт в *связном состоянии*, то объем грунта можно определить помощью мелкой дроби (бекасинника). Для того грунт помещается в какой-либо вымеренный сосуд

(например коническая мензурка) и затем в него насыпается дробь до определенного уровня, чтобы она покрыла собой грунт. Измерив потом объем насыпанной дроби, вычитают его из первого объема и получают объем грунта.

Зная вес грунта (предварительно взвешивается мензурка с грунтом и из него вычитается вес мензурки) и его объем, делят вес грунта на вес воды при температуре 4° С в данном объеме и получают объемный удельный вес грунта.

Объемный удельный вес грунта иногда называют *кажущимся* удельным весом грунта.

Истинный удельный вес грунта можно определить только помощью пикнометра. Предварительно следует выяснить постоянные пикнометра, т. е. его вес в сухом виде A_1 и вес его A с дистиллированной водой, налитой до определенной черты. Высушив некоторое количество испытуемого грунта при температуре 105° С, насыпают часть его в сухой пикнометр и, взвешивая, получают вес пикнометра с грунтом A_2 . Отсюда определяют вес сухого грунта $B = A_2 - A_1$.

Затем наливают в пикнометр дистиллированной воды (на половину), ставят пикнометр на асбестовую сетку и кипятят подогреванием горелки-чижика для удаления воздуха из грунта и воды. После кипячения дают пикнометру остыться и, долив вновь дистиллированной воды до черты, взвешивают пикнометр со всем содержимым и получают вес C . Тогда удельный вес твердой фазы грунта (истинный удельный вес D) определяется по формуле.

$$D = \frac{B}{A + B - C}$$

где A — вес пикнометра с водой,

„ B — вес высушенного грунта,

„ C — вес пикнометра с водой и грунтом после кипячения,

„ D — истинный удельный вес.

По данным истинного D и кажущегося K удельного веса грунта определяется его *пористость* P по формуле:

$$P = 100 \left(1 - \frac{K}{D} \right).$$

Можно пористость грунта определять и помощью особого прибора, но в полевой обстановке; дабы избежать лишней аппаратуры в лаборатории можно пористость определять только по вышеприведенной формуле после определения удельных весов испытуемого грунта.

Определение влажности грунта.

Анализом на влажность открывается серия испытаний грунта на его отношение к воде, имеющее большое значение в дорожном деле.

Собственно водные свойства грунта характеризуются:

- 1) *влагоемкостью грунта*, т. е. способностью его удерживать в себе некоторое количество воды,
- 2) *водопроницаемостью грунта*, т. е. способностью пропускать через себя воду сверху вниз,
- 3) *водоподъемностью грунта*, т. е. способностью поднимать воду снизу вверх,
- 4) *гигроскопичностью грунта*, т. е. способностью притягивать воду в парообразном состоянии поверхностью своих частиц,
- 5) *испарительностью грунта*, т. е. способностью испарять воду.

В полевой обстановке определять гигроскопичность и испарительную способность грунта не приходится, поэтому остановимся на определении первых трех водных свойств.

Влажность грунта зависит от его влагоемкости. По современным теориям¹ различают три состояния грунта:

- а) *полная влагоемкость грунта*, т. е. когда грунт весь насыщен водою (заполнены все поры и капилляры между ними, трещины и пр.),
- б) *относительная или капиллярная влагоемкость*, т. е. состояние грунта, когда водою заполнены только капилляры грунта (капиллярные промежутки),
- в) *молекулярная влагоемкость*, т. е. когда вода удерживается только молекулярными силами сцепления.

Определение влажности для каждой из трех вышеуказанных влагоемкостей грунта довольно сложно, а потому может быть произведено лишь в специальных лабораториях. Поэтому в полевой обстановке при рекогносцировках дорог влажность определяется без разделения, а в виде общего процента веса воды в данном образце грунта от веса сухого грунта.

Следует только иметь в виду, что величина наибольшей капиллярной влажности, в зависимости от грунта, колеблется от 25 до 50% к весу сухого вещества². Процент моле-

¹ Проф А. Ф. Лебедев, Передвижение воды в почвах и грунтах.

² Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

кулярной влажности зависит от механического состава грунта. Он тем больше, чем мельче частицы.

Анализ на влажность помогает объяснить ряд деформаций дорожного полотна. Он дает и некоторый ответ на проходимость маршрута тяжелыми подвижными нагрузками, так как сопротивление грунта на вдавливание зависит от процентного содержания влажности (черт. 13 и 14). Для определения влажности грунта надо взять образцы грунта из „почвенного разреза“; лучше всего брать из того же разреза, из которого взяты пробы на механический анализ. Проба на влажность берется объемом в 15—20 куб. см и помещается в небольшую баночку с притертой крышкой. Предварительно определяется вес пустой баночки.

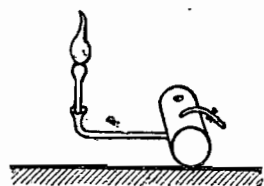
При рекогносцировке грунтовых дорог образцы на влажность чаще берутся с поверхности проезжей части. При рекогносцировках одетых дорог из грунта основания (после вскрытия коры). После вложения образца грунта в баночку она плотно закрывается крышкой, края которой обмазываются парафином. Банка нумеруется и к ней привязывается этикет с надписью: с какого маршрута, пакета и с какой глубины взят данный образец грунта. Заполненная в поле баночка помещается в гнездо особой брезентовой или кожаной сумки. Желательно иметь сумки с гнездами на 10—15 баночек, что даст возможность собрать образцы с участка маршрута в 5—8 км (по 2—3 пробы на 1 км). Форма этикетной книжки для записей проб на влажность может быть та же, что и для проб на механический анализ (стр. 16), но чтобы их не перепутать, можно книжку для проб на влажность сделать с синими страницами, а для проб на механический анализ — с белыми. Размер книжек должен позволять вкладывать их в полевые сумки. Заполнением этикеток и взятием проб в баночки кончается полевая (первая) часть работы. Затем баночки отвозятся в полевую лабораторию, где и подвергаются анализу. Ход работы такой.

Все баночки с грунтом взвешиваются на технических весах, после чего помещаются в сушильный шкаф, где высушиваются (с открытыми крышками) до постоянного веса при температуре 105° С¹.

Подогревание сушильных шкафов можно вести примусами или особыми полевыми бензиновыми горелками типа „Чижик“.

¹ При взвешивании на весах баночки закрываются крышками.

Размер сушильного шкапа должен вмещать 10—15 баночек, т. е. комплект одной сумки. Время для высушивания пробы 4,5,6 часов. Таким образом за 8, 10-час. рабочий день в среднем один сушильный шкап может обслужить не более 2 сумок или 10—12 км исследуемого маршрута.



Черт. 15. Схема горелки "Чижик".

Этой нормой можно руководствоваться при исчислении количества сушильных шкапов в полевой лаборатории.

Когда получен постоянный вес баночки, высушивание грунта прекращают и результат B записывают в особый журнал¹. Зная вес баночки с влажным грунтом B и ее вес с сухим грунтом B , вычисляют вес воды $D=B-B$. Чистый же вес грунта Γ определится, вычитая из веса баночки с сухим грунтом B —вес одной баночки A .

После этого нетрудно вычислить процент влажности. Запись анализа ведется сразу в особом журнале, страница которого приведена ниже.

ФОРМА СТРАНИЦЫ ЖУРНАЛА для определения процента влажности².

Наименование маршрута, откуда взяты образцы	Место взятия образца		А—вес пустой баночки	Б—вес баночки+сырой грунт	В—вес баночки+сухой грунт	Г—вес грунта $B-A$	Д—вес воды $B-V$	Процент влажности
	км	пикет						
1. Осташево Петровка	3	4	52,24	74,62	69,24	17,00	5,38	$\frac{5,38}{17} \cdot 100 = 31,64$

Определение липкости грунта.

Липкость грунтов, заставляя прилипать их к шинам и ободьям колес авто-гужевых повозок, вызывает излишнее сопротивление движения. Поэтому испытание на липкость дает оценку проездности у разных участков грунтового

¹ При более точных анализах баночке сначала дают остыть в эксикаторе, а потом уже остывшую взвешивают.

² По инструкции ЦУДОТРАНСа Г-2—1930 г.

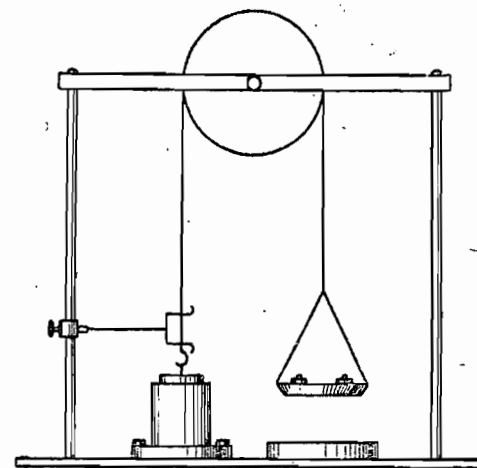
маршрута. Липкость грунтов зависит не только от их механического состава, но и от процентного содержания в них влажности, причем наибольшая липкость свойственна определенному проценту влажности. Сухие грунты, а равно и грунты в состоянии грязи, т. е. с большой влажностью почти не прилипают. Таким образом испытание „на липкость“ до некоторой степени дает ответ и „на влажность“ грунта. К сожалению точная зависимость липкости от влажности для разных видов грунтов еще не изучена и мы не имеем еще таблиц липкости, по которым можем судить о проценте влажности грунта, но в полевой обстановке при недостатке времени можно исключить испытание на влажность как требующую много времени и сложную аппаратуру (сушильный шкап, горелки, баночки с притертыми крышками и точные весы и пр.) и ограничиться только испытанием на липкость. Правда и исследования липкости грунтов тоже еще не доведены до конца, т. е. еще не составлены зависимости между липкостью грунта и проездностью грунтовой дороги для разного рода повозок. Поэтому приходится оценивать дорогу относительно. Участки маршрута с более липкими грунтами вызовут и большее сопротивление движению походной колонны.

Определение липкости грунтов производится на приборе В. В. Охотина.

По методу, разработанному в исследовательском дорожном бюро ЦУМТа (ныне ЦИАТ), исследование производится следующим образом¹:

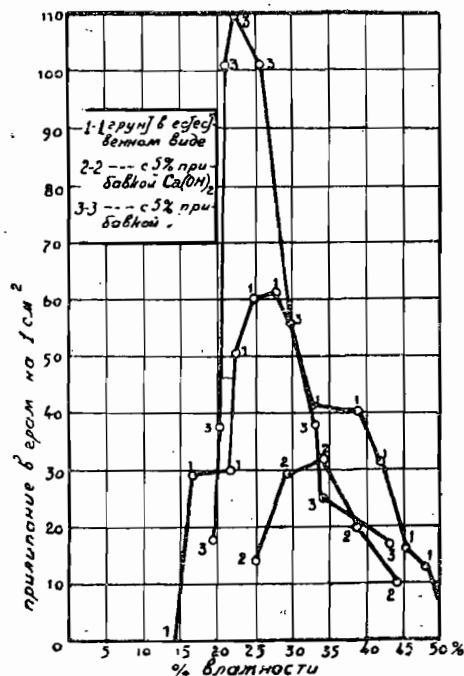
Испытуемым грунтом рукою плотно набивается формочка прибора так, чтобы он был выше краев формочки. Затем

¹ Методы и указания по исследованию грунтов Исследов. дорожного бюро ЦУМТа, 1928 г.



Черт. 16. Схема прибора Охотина для определения липкости грунтов.

Сверху кладется пластинка площадью в 10 кв. см (равная площадью поперечного сечения формочки) и на прессе в 80 кг прижимается к грунту (если при этом пластинка прилипнет к грунту не по всей площади, то ее пришлифуют рукой и снова прижимают нагрузкой в 80 кг). Затем формочка вставляется в пазы, препятствующие ей



Черт. 17. Зависимость липкости грунта от его состава.

„Краснодар-Новомошастовская“, имевшего следующий механический состав:

частиц от 0,5 — 0,25 мм	1,02%
„ „ 0,25 — 0,05 мм	4,64%
„ „ 0,05 — 0,01 мм	21,48%
„ „ 0,01 — и меньше	72,86%

Итого 100%

¹ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

² Статья В. К. Яновского, „Влияние прибавки извести и мела на физико-механические свойства грунтов“, вып. 19, „Дорожные исследования“, 1928 г.

На черт. 17 видно, как кривая липкости данного грунта (кривая 1) изменялась от прибавления 5% извести (кривая 2) и 5% тонко измельченного мела (кривая 3). Добавка мела значительно увеличивает максимум прилипания, тогда как известь — наоборот.

Определение водопроницаемости грунта.

Водопроницаемостью грунта называют его способность пропускать через себя воду сверху вниз (см. выше стр. 40). Водопроницаемость характеризуется скоростью прохода воды или, как говорят, просачиванием воды. Она всецело зависит от механического состава грунта. Чем крупнее частицы, тем эта скорость больше. Малая водопроницаемость грунтов при слабых поперечных скатах дорожного полотна может вызвать плохую проездность данного участка грунтовой дороги в дождливую погоду, так как верхние слои грунта на проезжей части будут иметь большую влажность, а следовательно малую сопротивляемость вдавливанию. Кроме того они могут получить и способность липнуть (глинистые грунты).

Мерилем водопроницаемости грунтов служит количество воды в кубических сантиметрах, прошедшее (просочившееся) в единицу времени через определенную площадь сечения грунта в квадратных сантиметрах при определенном давлении. Поэтому данные водопроницаемости зависят как от качества грунта (крупности слагающих его фракций), так и от обстановки опыта, вследствие чего полученные результаты имеют относительный характер. В почвоведении для определения водопроницаемости почв пользуются прибором Н. А. Качинского¹ и прибором проф. Дояренко (для определения водопроницаемости почв непосредственно в поле). В дорожной практике ими почти не пользуются. При реконструкции дорог водопроницаемость грунтов исследуется по образцам, взятым из „почвенных разрезов“. Для анализа можно воспользоваться аппаратурой, изображенной на черт. 18.

Ход самого анализа может быть такой².

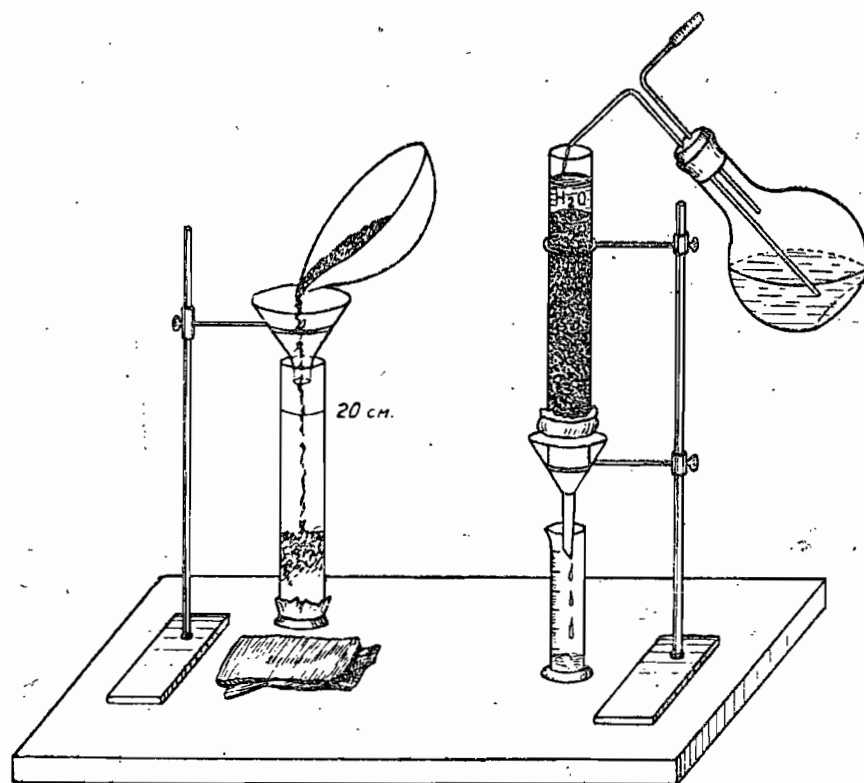
1. Стекланную трубку высотой в 35 см и диаметром в 3—4 см прикрыть кружком фильтровальной бумаги, подвя-

¹ Н. А. Качинский, Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений, изд. 1930 г.

² Г. А. Домрачева, Физико-механический и химический анализ почвы, изд. 1931 г.

зять кусочком полотна и отметить на трубке восковым карандашом чертами высоту 20 см и 24 см.

2. Наполнить трубку грунтом до высоты 20 см постепенно насыпая его через воронку с короткой и широкой трубкой. Необходимо распределять грунт в трубке равномерно, уплотняя легким постукиванием трубки о мягкий предмет.



Черт. 18. Прибор для определения водопроницаемости грунтов.

3. Поместить трубку с грунтом в штативе в кольцо на воронку. Под воронку поставить мерный цилиндр.

4. Заметить время и налить осторожно на грунт слой воды в 4 см (до отметки в 24 см).

5. Поддерживать уровень воды на 4 см и следить за появлением первой капли через полотно трубки. Отметить

время, через которое вода в сухой почве пройдет слой в 20 см.

6. Результаты выразить временем, необходимым для просачивания через слой грунта в 20 см слоя воды в 40 мм.

Чем больше в испытуемом грунте глинистых частиц, тем медленнее идет просачивание (требуется иногда несколько часов), чем больше песчаных — тем быстрее.

Некоторой иллюстрацией изложенного служит помещаемая ниже таблица.

ТАБЛИЦА
скорости просачивания воды в некоторых почвах¹.

П о ч в ы (б. Нижегородской губ.)	Время просачивания воды через слой почвы в 18 см	Состав почвы			Порозность в проц.
		гумус в проц.	глина в проц.	песок в проц.	
Глинистый чернозем ²	2 ч.	10,3	40,7	36,0	50,6
Суглинистый чернозем	3 » 32 м.	6,1	26,0	61,0	47,0
Темнокоричневый суглинок . .	3 » 5 »	4,1	20,2	66,3	51,3
Серый средний суглинок . . .	2 » 9 »	2,9	16,7	76,3	47,4
Светлосерый легкий суглинок .	1 » 5 »	1,7	13,6	78,4	47,9
Дерново-глинисто-песчаная . .	1 » 30 »	1,1	5,2	91,3	33,0
Дерново-кварцево-песчаная . .	1 » 4 »	0,3	1,5	98,5	34,0

В последнее время для определения водопроницаемости песчаных грунтов пользуются прибором Гейниха³ (черт. 19). Он довольно прост и удобен в обращении, поэтому его можно рекомендовать для полевой лаборатории. Сущность устройства прибора понятна из чертежа.

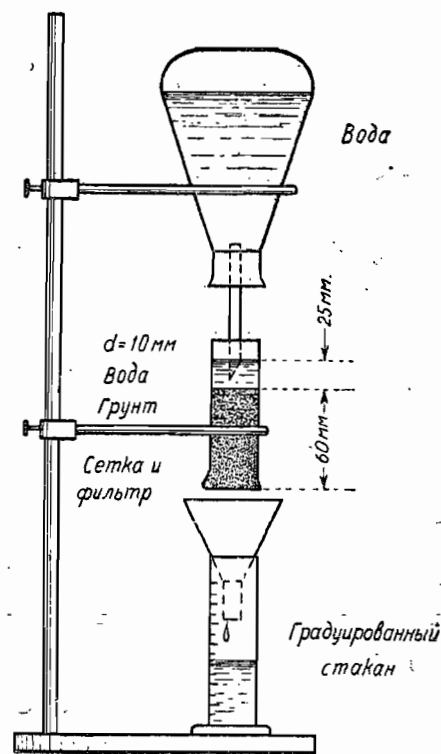
Грунт насыпается в трубку диаметром 4 см на высоту в 6 см и уплотняется в ней встряхиванием или ударами резинового молоточка. Трубка внизу имеет медную сетку, покрытую фильтровальной бумагой. Наполненная грунтом трубка устанавливается в зажимах штатива, а над ней на

¹ По труду Е. А. Домрачевой, Физико-механический и химический анализ почвы.

² Быстрая сравнительно скорость просачивания в глинистом черноземе объясняется его большой порозностью (крупные поры).

³ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

этом же штативе закрепляется опрокинутая колба с водой. Через трубку колбы вставлена тонкая трубочка со скошенным концом. Это позволяет поддерживать одинаковую высоту напора воды в трубке над грунтом (на чертеже 25 мм). Как только уровень воды понизится и обнажит скошенное отверстие в трубочке, через него в колбу входит воздух и выгоняет из нее определенный объем воды.



Черт. 19. Прибор Гейниха для определения водопроницаемости песчаных грунтов.

Существует еще серия приборов для определения водопроницаемости грунтов, например прибор В. Охотина и прибор А. М. Соколова, но они требуют уплотнения грунта определенным давлением, а потому в полевой обстановке ими пользоваться сложнее. На черт. 20 изображен прибор проф. А. М. Соколова, помощью которого анализ производится так¹:

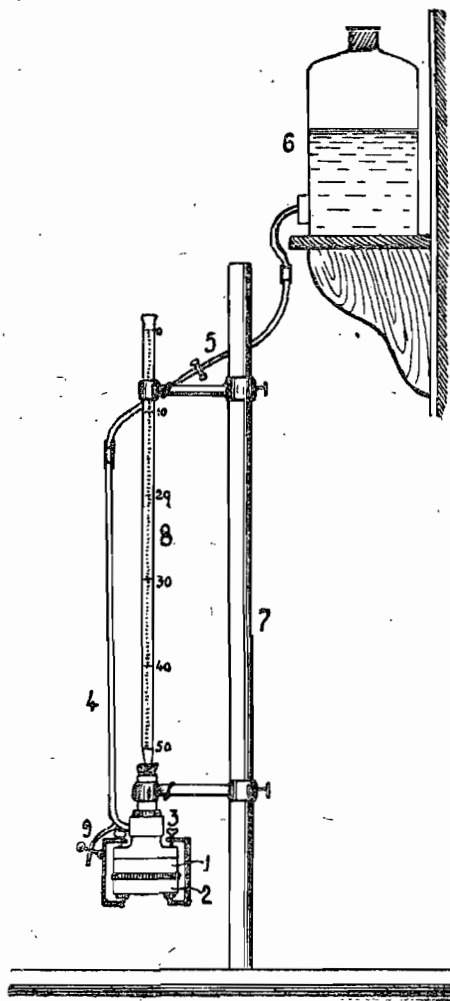
Таким образом прибор Гейниха сам регулирует подливание воды, тогда как при работе с аппаратурой (черт. 18) воду из колбы надо все время подливать рукой, что утомительно.

В среднее кольцо (1) прибора, имеющее внутренний диаметр 2,5 см, высоту 1 см и дно из мелкой металлической сетки, накладывается грунт в рабочем состоянии и уплотняется нагрузкой в 48 кг; избыток грунта осторожно срезывается ножом до краев кольца, которое при помощи струбцинок зажимается между нижним кольцом (2) и кольцом полого «колпака» (3), укрепленного на штативе (7). Верхнее отверстие «колпака» закрывается резиновой проб-

кой с отверстием, в которое вставляется градуированная стеклянная бюретка (8). Кроме того «колпак» имеет боковое отверстие, от которого отходит металлическая трубочка (4), соединяющаяся резиновой трубочкой (5) с тубусом бутылки (6).

У места соединения «колпака» прибора с трубочкой (4) от последней отходит короткая трубочка (9) с резиновым наконечником и зажимом, которая служит для регулирования уровня воды в бюретке (8).

После укрепления кольца (1), наполненного грунтом зажим резиновой трубочки (5) открывается, вода из бутылки (6) наполняет «колпак» (3) прибора и присоединенную к нему бюретку (8). Столб воды над грунтом должен равняться 50 см. Затем зажим закрывают и следят за появлением внизу прибора первой капли воды, прошедшей через грунт; время с момента появления первой капли воды, необходимое для просачивания 10 см³, выражает водопроницаемость испытуемого грунта.



Черт. 20. Прибор Соколова на водопроницаемость грунтов.

Определение капиллярного поднятия воды грунтом.

Этот анализ определяет капиллярную способность грунта, т. е. его способность поднимать воду из нижних слоев в

¹ Методы и указания по исследованию грунтов для дорожного дела.

верхние. В дорожном деле эта способность грунта имеет большое значение, так как она влияет на процент влажности грунта дороги, что в свою очередь влияет на сопротивление вдавливанию, т. е. на проездность дороги под разного рода повозками при различных климатических и метеорологических условиях.

Высота поднятия воды и время поднятия (скорость) зависят главным образом от *механического состава грунта*, причем в более крупнозернистых грунтах наблюдается более быстрое поднятие, чем в мелкозернистых. При продолжительном же действии наоборот мелкозернистые грунты поднимают воду значительно выше крупнозернистых.

Для подтверждения изложенного приводим данные, полученные Мастером для некоторых почв.

ТАБЛИЦА
водоподъемной способности почв¹.

№ по пор.	П о ч в ы	Высота в сантиметрах		
		через 1/2 ч.	через 5 1/2 ч.	через 21 1/2 ч.
1	Глинистая почва	5,1	16,5	30,0
2	Перегонная почва	6,0	16,5	26,5
3	Кварцевый песок	6,6	13,8	17,5
4	Торфяная почва	3,9	7,5	17,1
5	Песчаная почва	6,7	9,3	13,5

Позднейшие наблюдения показали, что и химический состав грунта оказывает влияние на его водоподъемность. Так например наличие солей натрия замедляет поднятие воды.

Водоподъемная способность грунтов еще недостаточно изучена. На результат анализа влияет и обстановка работы (какой диаметр труб в приборе, какая фракция грунта взята и т. д.), поэтому для сравнения грунтов, взятых из разных „почвенных разрезов“ дороги, следует поставить их для анализа в одинаковые условия. При рекогносцировке дорог

¹ По труду Е. А. Домрачевой, Физико-механический и химический анализ почвы, изд. 1931 г.

можно воспользоваться прибором, применяемым и в практике гражданского дорожного строительства и в сельском хозяйстве. Он довольно прост и может быть приспособлен для перевозки на двуколке (в особом ящике). Прибор (черт. 21) состоит из 10 градуированных трубок диаметром в 2 см. Трубки одним своим концом входят в металлические ванны¹, куда наливается вода.

Трубки в вертикальном положении удерживаются особым деревянным штативом. Высота прибора около 75 см.

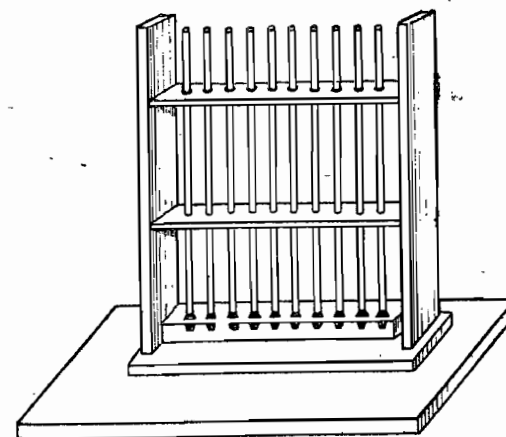
Ход самого анализа такой:

1. Испытуемый предварительно высушенный в комнате грунт насыпается через воронку в стеклянную трубку, нижний конец которой лучше предварительно обвязать тряпкой, чтобы не высыпался грунт. При наличии 10 трубок в приборе сразу можно производить анализ 10 образцов грунта. Для сравнения результатов лучше ставить грунты в одинаковые условия, например помещать в трубки грунты, просеянные предварительно через сито в 2—1 мм и т. п. При этом в трубочках окажутся все песчаные пылеватые и глинистые частицы. Прибор дает возможность изучить водоподъемную способность и определенных фракций данного грунта, для этого помещают в первую трубку одну фракцию, во вторую следующую и т. д.

2. Когда все трубки наполнены и поставлены в штатив, наливают в ванны воду так, чтобы она покрывала нижние концы трубок на 1/2—1 см.

3. Затем следят за быстротой поднятия воды в трубках по потемнению грунта вследствие увлажнения его поднимающейся водой. Обычно вода поднимается неравномерно,

¹ По 5 трубок на ванну.



Черт. 21. Прибор для определения капиллярного поднятия воды грунтом.

поэтому трубка осматривается кругом и за высоту принимается средняя величина поднятия. Отсчет высоты поднятия делается по делениям на трубках.

4. Отсчет производят через определенные промежутки времени. Первые полчаса через 10 мин., затем через 1/2 часа и далее через час (до суток). Если желают проследить поднятие воды в более длительный срок, то отсчет ведут через 4—5 час. Но в полевой обстановке приходится ограничиваться 6—8 час. для наблюдения, а потому отсчеты приходится делать не реже часа.

Результат анализа желательно записывать в особый журнал, который может иметь указанную ниже форму страниц.

ФОРМА СТРАНИЦ ЖУРНАЛА

для записей анализа на капиллярное поднятие воды.

Название испытуемого грунта	Откуда взят грунт	Размер фракций грунта					Высота поднятия воды в см через:					Примечание
							10 м.	1/2 ч.	1 ч.	4 ч.	и т. д.	

Наибольшую высоту поднятия грунтом воды можно определить по формуле¹:

$$\pi r^2 h = 2\pi r \times 0,0764,$$

где

r — радиус трубки прибора в сантиметрах,

h — искомая высота поднятия воды в сантиметрах,

0,0764 — поверхностное натяжение воды при температуре 15° С (вычисляется в г/см),

откуда

$$h = \frac{0,1528}{r} \text{ см.}$$

Эта формула дает сравнительно близкие результаты, что подтверждается рядом опытов.

¹ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

Выше было сказано, что высота поднятия воды зависит от механического состава грунта. В подтверждение изложенного приводится ниже таблица.

ТАБЛИЦА

высот капиллярного поднятия воды различными фракциями грунта¹.

Фракция в мм.	Высота капиллярного поднятия в см		
	По американским опытам	Вычисленная по формуле	По опытам В. В. Охотина в 1929-30 г.
3—2	—	1—1,5	0,75
2—1	—	1,5—3	2,3
1—0,5	4,9	3—6	3,3
1—0,3	7,6	3—10	—
0,5—0,25	—	6—12	4,5
0,30—0,17	30	20—36	—
0,25—0,10	—	24—60	33
0,17—0,08	52	36—76	—
0,10—0,05	—	60—120	69
0,08	168	более 76	—
0,05—0,01	—	60—300	198
0,005	—	600	—

Из этой таблицы видно, что грунты с фракциями крупнее 0,25 мм почти не обладают водоподъемной способностью, наоборот грунты с более мелкими частицами способны поднять воду на большую высоту (6 и более метров). Поэтому проездность дорог с глинистыми грунтами требует тщательного наблюдения за состоянием стока воды в придорожных канавах и высотой его уреза. Где этот уровень высок и вода может долго быть в придорожных канавах, там следует повышать земляное полотно. Таким образом практически этот анализ укажет на необходимость улучшения стока воды в придорожных канавах, устройство дополнительного водоотвода или дренажа, или на повышение земляного полотна на тех участках трассы, особенно грунтовых дорог, где грунты обладают большой водоподъемной способностью.

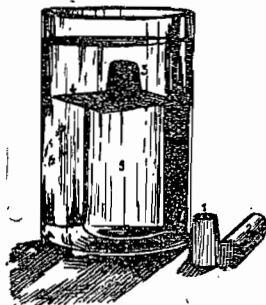
¹ По Н. Н. Иванову, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

Определение скорости размокания грунта.

Этот анализ грунта позволит точнее определить те участки дорожного полотна, на котором могут происходить сплывы откосов. Сам анализ требует наличия сушильного шкафа и пресса, а потому не всегда может быть проведен в полевой обстановке. Но если время есть, и в оборудовании полевой лаборатории прибор имеется, то сам анализ производится нижеследующим образом:¹

Проба грунта (50—100 г), взятая для испытания, растирается слегка пестиком в фарфоровой ступке и просеивается через сито в 1 мм, затем просеянный грунт замешивается в фарфоровой чашке с водой до вполне однородного состояния, причем массу надлежит доводить до возможно крутого состояния.

Приготовленная таким образом масса накладывается доверху в металлическую формочку, имеющую вид усеченного конуса (черт. 22, фиг. 1), диаметр нижнего основания которого 3,5 см, верхнего 2,5 см и высота 4,5 см. Сверху в формочку на грунт кладется металлический кружок, имеющий диаметр около 3,3 см, форма ставится на пресс, где грунт и уплотняется нагрузкой 30 кг на см². Сформированный грунт при помощи цилиндрического металлического стержня (черт. 22, фиг. 2) выдавливается из формы и высушивается сначала при обыкновенной температуре, а затем в сушильном шкафу при 105° С. Приготовленные образцы охлаждаются в эксикаторе и переносятся на сеточку с отверстием 1,5 кв. см (фиг. 4), расположенную поверх не-



Черт. 22. Прибор для определения размокания грунтов.

большого стакана (фиг. 5), погруженного в воду, причем поставленный на сетку образец должен быть полностью покрыт водой.

Скорость размокания измеряется временем от начала погружения образца в воду до момента, при котором весь образец размокнет и провалится через сетку. Иногда на это требуется несколько минут, иногда несколько часов, а иногда образец стоит и несколько суток.

¹ Методы и указания по исследованию грунтов Исследовательск. дорожного бюро ЦУМТА, 1928 г.

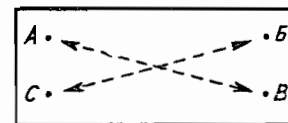
Определение усадки грунта и содержания углесолей.

Испытание на усадку грунтов при высыхании укажет и на способность грунта разбухать при смачивании водой. Таким образом этот анализ дает возможность судить о механическом составе грунта, так как способностью разбухать, а следовательно и уменьшаться в объеме при высыхании, обладают глинистые частицы.

Можно определять линейную и объемную усадку. Чаще определяют линейную усадку.

Этот анализ происходит так¹.

Проба грунта (50 г) растирается прибавлением воды и размешиванием в фарфоровой чашке доводится до однородной массы, из которой формируется плитка (длина 6 см, ширина 2 см, толщина 1 см). На ней (черт. 23) острым пред-



Черт. 23. Плитка грунта для исследования линейной усадки.

метом отмечают по диагонали в направлении АВ и СВ четыре точки на расстоянии 5 см друг от друга. Затем плитка помещается в сушильный шкаф и высушивается до постоянного веса при температуре 105° С. После этого снова измеряют расстояния между метками, лежащими по диагоналям. Уменьшение расстояния между метками выражают в процентах к первоначальному, т. е. к 5 см и получают процентную величину линейной усадки.

Качественным определением содержания в грунте углесолей заканчиваются полевые обследования грунтов при рекогносцировках дорог. Этот анализ довольно прост. Он является уже первым анализом на химический состав грунта. Соли угольной кислоты встречаются чаще в виде солей магния и кальция. Сам анализ основан на выделении углекислого газа из грунта. Он производится так¹:

В стеклянную пробирку или цилиндрическую мензурку (объемом 50 куб. см) всыпают 2—3 г пробы грунта, обливают ее водой и прибавляют 5—10% соляной кислоты. Если грунт богат углесолями, то при этом произойдет выделение углекислого газа с большим шипением. При незначительном содержании углесолей шипения не происходит. Поэтому интенсивность шипения грунта укажет на то или другое содержание в нем углесолей.

¹ Инструкция ЦУДОТРАНСА Г-2—1930 г. по производству полевых испытаний грунтов.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ СМЕСЕЙ ГРУНТОВЫХ И ГРАВИЙНЫХ.

Определение наивыгоднейших смесей грунтов.

При рекогносцировках дорог кроме выяснения качества грунта самой дороги необходимо обследовать и материал, могущий служить для улучшения проезжей части дорог. При этом обследованию подлежат:

а) карьеры с грунтами, могущими служить добавками к грунту дороги (песчано-глинистые смеси),

б) карьеры с гравийным материалом, годным для гравийной россыпи или для устройства гравийного шоссе.

В первом случае, т. е. при отыскании грунта карьера как добавка к грунту дороги, необходимо в первую очередь определить механический состав данного карьерного грунта, что делается на ситах-грохотах для определения крупных фракций и методом Рутковского — для определения мелкозема.

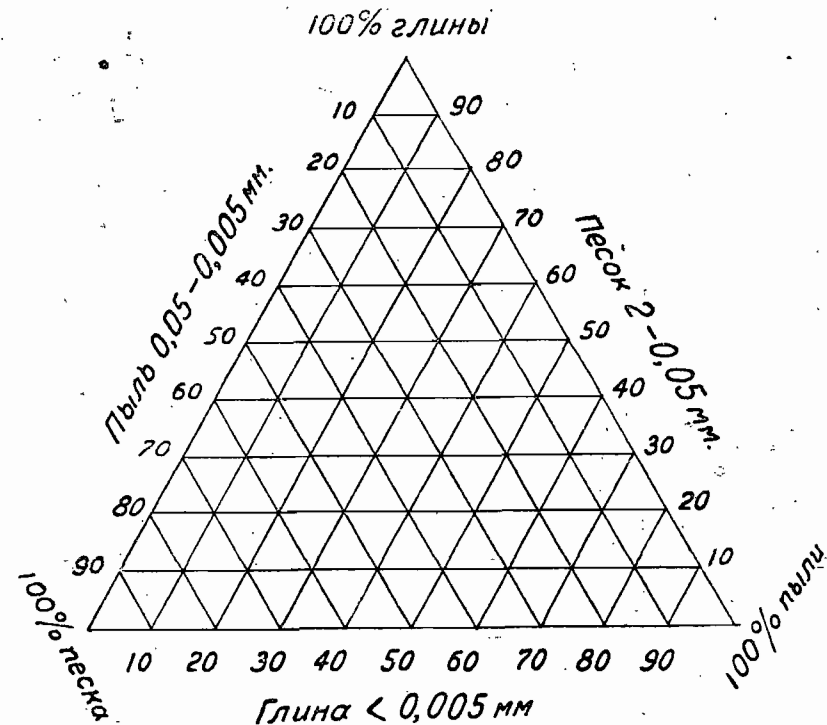
Оба испытания описаны выше.

Критерием для выбора наиболее подходящего грунта является близость расположения карьера к улучшаемому участку трассы и такой его механический состав, при котором для получения наилучшей смеси требовалось бы отвести на дорогу возможно меньшее количество карьерного грунта. Это обстоятельство имеет большое значение в условиях производства военнотранспортных работ на фронте, где нужно стремиться к уменьшению разного рода перевозок материала.

Облегчением для выбора подходящего карьерного грунта для составления наилучшей смеси с грунтом дороги служит треугольник Фере, дающий, как известно, возможность любой механический состав грунта, состоящий из трех основных фракций — песка, глины и пыли, изобразить точкой внутри площади этого равностороннего треугольника. Однако принятый метод вычерчивания этого треугольника с

надписанием процентного содержания этих фракций (черт. 24, глины — по нолевой линии песка, песка — по нолевой линии пыли и пыли — по нолевой линии глины, причем все цифры возрастают соответственно, обратному движению часовой стрелки) мне кажется не совсем удобен, почему мною предлагается изображать его так, как представлено на черт. 25.

Здесь все цифры, характеризующие процентное содержание данной фракции, пишутся у соответствующей высоты, опущенной из вершины треугольника на основание. Вершина



Черт. 24. Треугольник Фере.

получает отметку 100%, а основание — 0% соответствующей фракции. Все промежуточные отметки пишутся у соответственных высот на линиях сетки параллельных основанию данной фракции (черт. 25), причем во избежание большого скопления цифр отметки пишутся через 20%. Работа с треугольником может быть еще более облегчена, если осно-

вания высоты и линии сетки треугольника будут иметь окраску по фракциям. Так мною предлагается для глины *красный цвет*, для песка — *синий* и для пыли — *черный* (издание таких треугольников особо на небольшом листе картона облегчит пользование им в полевой обстановке).

Пользование треугольником для определения наилучших смесей основано на том, что в треугольнике смеси двух грунтов (их механический состав) *лежат всегда на прямой*, соединяющей точки, соответствующие механическому составу грунтов дороги и карьера. Если смесь составлена из равных частей грунта дороги и карьера, то механический состав этой смеси выразится точкой, лежащей на середине этой прямой. При других соотношениях смешиваемых грунтов точки смеси будут лежать на прямой в расстояниях от основных точек (грунта дороги и карьера) обратно пропорционально их количествам. Таким образом каждая точка на прямой, соединяющей смешиваемые грунты, выражает определенное процентное содержание в смеси грунта дороги и карьера.

Лабораторными опытами и наблюдениями за состоянием грунтовых дорог в разных условиях погоды выяснено, что только некоторые механические составы грунта при разных состояниях влажности обеспечивают хорошую службу дороги. Такие составы носят название оптимальных смесей, а наилучшие по службе в данных условиях оптимальные смеси называются наилучшими механическими смесями грунта на данном участке дороги. Для песчано-глинистых смесей грунтов наилучшие смеси в зависимости от крупности песчаных фракций получаются при следующих соотношениях¹.

Наименование фракций	Процентное содержание фракций при крупнозернистых песках с небольшим включением гравийных частиц 4—0,05 и 2—0,05	Процентное содержание фракций при средней крупности песка 1—0,05 и 0,5—0,05	Процентное содержание фракций при мелкозернистом песке 0,025—0,05
Песок	70—85	55—75	40—60
Пыль	20—10	35—18	45—25
Глина	10—5	12—7	8—15

¹ Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги, изд. 1931 г.

Из этой таблицы следует, что чем больше в смеси мелких зерен, тем больше может быть процент глинистых частиц.

Для графического нахождения наилучшей смеси двух грунтов помощью треугольника Фере поступают так:

1. Наносят на треугольник, расчерченный как на черт. 25, наилучшие смеси для 3 указанных выше вариантов. Полученные при этом фигуры покрывают условной штриховкой.

Из чертежа видно, какой ничтожный сравнительно процент грунтов дает наилучшие в дорожном смысле смеси. Вот почему грунтовые дороги так сильно страдают в непогоду и при большом проценте влажности; в периоды распутицы они мало проезжи.

2. На треугольник наносят грунт дороги. Если точка, выражающая его механический состав, попадает в соответствующий многоугольник наилучших смесей, то данный грунт дороги ни в каких добавках не нуждается. Если же она выйдет за контуры многоугольника наилучших смесей, то данный грунт дороги нуждается в смешивании с другим грунтом.

3. Карьерный грунт в этом случае должен иметь такой состав, чтобы прямая линия, соединяющая точки (основного и карьерного) грунтов, пересекала многоугольник наилучших смесей. Для облегчения отыскания такого грунта проводят из точки грунта дороги (пусть наш грунт дороги выражается точкой *Д*, черт. 25) два луча, касательные к контуру соответствующего многоугольника наилучших смесей (на чертеже лучи *ДА* и *ДБ*, касательные к среднему многоугольнику). Следовательно искомый карьерный грунт должен лежать внутри этих лучей и крайнего контура многоугольника, т. е. внутри контура *А* т п. *Б*.

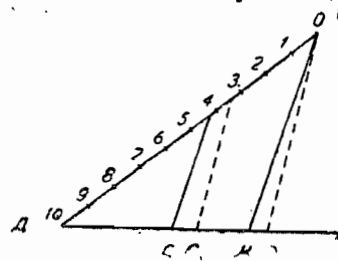
4. Если такой грунт (по механическому составу) найден¹, тогда наносят на треугольник его „точку“. Пусть это будет на черт. 25 точка *К* (карьерный грунт).

5. Тогда любая точка, лежащая на прямой *КД* внутри многоугольника наилучших смесей на отрезки *сд*, укажет на возможные составы смесей грунта дороги *Д* с карьерным *К*, которые все будут удовлетворять условию наилучших смесей. Не трудно видеть, что их достаточно много.

¹ На практике приходится обследовать и анализировать ряд грунтов, чтобы найти такой состав, который дает „точку“ внутри *А* т п. *Б*. Не трудно видеть, что карьерных грунтов, дающих с данным грунтом (*Д*) наилучшую смесь, может быть большое количество — по числу точек внутри контура *А* т п. *Б*.

Для искомой смеси берут точку или лежащую на середине отрезка cd , или, что выгоднее в целях уменьшения подвоза грунта, берут точку c , лежащую на прямой DK на пересечении ее с контуром многоугольника наилучших смесей, ближайшим к точке грунта дороги D (черт. 25). Для графического определения процентного соотношения грунтов дороги и карьера в смеси поступают так: берут прямую DK из треугольника, и чертят ее на миллиметровой бумаге в масштабе треугольника. Затем от точки D откладывают по направлению к точке K отрезок DC и получают точку смеси c (черт. 26).

Через точку D проводят линию под произвольным углом к линии DK лучше под углом $30-45^\circ$ и берут на ней произвольный отрезок DO , который и делят на 10 равных частей. Эти части будут соответствовать каждая 10% содержания грунта D в смеси C . Цифровка этих процентов пишется так: уточки D ставят 10, что означает 100% , а у



Черт. 26. Способ графического определения процентного соотношения грунтов дороги и карьера в смеси

точки $O-0$, а на промежутках соответственно 9, 8 и т. д. до 1 (черт. 26). Затем соединяют точку K с точкой O и через точку c проводят линию, параллельную линии KO . Она пересечет линию DO в какой-либо точке. Цифра этой точки и укажет, какое процентное соотношение грунта D должно быть в смеси c .

На нашем примере мы получили 42% грунта D , а следовательно 58% грунта K .

Определим теперь состав смеси в точке c подсчетом.

Пусть грунт дороги D имеет механический состав: глины $24,5\%$, песка 60% , пыли $15,5\%$, а карьерный грунт K —глины 3% , песка $65,5\%$, пыли $31,5\%$.

Так как графически мы получили, что в точке смеси c должно быть 42% грунта D и 58% грунта K , то составляем такое уравнение:

$$C = 42\% \text{ (глины } 24,5\% + \text{песка } 60\% + \text{пыли } 15,5\%) + 58\% \text{ (глины } 3\% + \text{песка } 65,5\% + \text{пыли } 31,5\%).$$

Или после вычисления соответствующих процентов имеем:

¹ В целях уменьшения процента привозимого карьерного грунта надо выбирать его так, т. е. точку K на треугольнике, чтобы она была в контуре $AmnB$ в местах более удаленных от точки грунта D .

$$C = \text{глины } 10,29 + \text{песка } 25,2 + \text{пыли } 6,51 + \text{глины } 1,74 + \text{песка } 37,99 + \text{пыли } 18,27.$$

Складывая одноименные проценты, имеем в точке C :

$$C = 12,03 \text{ глины} + 63,19 \text{ песка} + 24,78 \text{ пыли} = 100\%.$$

Тот же результат (с точностью графика) мы получаем непосредственно, читая состав точки C из графика по треугольнику Фере.

Если вблизи дороги нет никаких карьеров, имеющих механический состав внутри контур $AmnB$, то добавку грунта придется делать из смеси двух карьерных грунтов. Пусть мы имеем механический состав одного карьера точку M , а другого точку N . Ни с одним из этих карьерных грунтов порознь нельзя получить наилучшей смеси с грунтом дороги D (прямые MD и ND не пересекают среднего многоугольника наилучших смесей, так как мы условно приняли, что мы имеем средние крупности песка. Но если мы смешаем грунт M с грунтом N , скажем в равной пропорции, то получим грунт их смеси в точке P . Тогда проводя линию DP и беря точку смеси C^1 грунта дороги с вышеуказанной смесью карьерных грунтов, мы можем получить наилучшую смесь и улучшить проезжую часть нашей дороги. Процентное соотношение грунта дороги D и сложной смеси карьерных грунтов, P в точке C^1 , найдется графическим построением по методу, указанному на черт. 26.

Из изложенного не трудно видеть, что вопрос об улучшении грунтовой дороги добавками из карьеров решается не так просто. Приходится подыскивать ряд карьеров и выбирать из них такие, чтобы получить наилучшую смесь при возможно меньших перевозках грунтов и меньших работах на смешивание грунтов. Поэтому в полевой обстановке к этому способу улучшения дорог приходится прибегать в исключительно благоприятной обстановке. В большинстве же случаев приходится отказываться от добавок и давать улучшение другими методами. Одним из таковых является улучшение гравийным материалом.

Полевое обследование гравийных материалов и определение гравийных смесей.

Согласно технических условий ЦУДОТРАНС'а гравием называют (§ 1) обломки горных пород, имеющие размеры

¹ А. С. Спиридонова, Опыт изучения гравия как дорожностроительного материала, изд. 1929 г.

своих частиц от 60 до 2 мм. Этих частиц в гравии должно быть больше (по весу), чем частиц песчаных, пылеватых и глинистых, играющих в нем роль связующего материала. В противном случае мы имеем гравелистый грунт. По геологической терминологии гравий относится к классу крупнообломочных пород и является смесью гальки, песка, пыли и глины в известных пропорциях¹. Образуясь в результате выветривания, гравий имеет свои частицы окатанными от действия переноса водой или ледниковой мореной. В зависимости от своего образования гравий и бывает речной, озерной, морской и ледниковый. В большинстве случаев в гравии мы встречаем обломки разных горных пород. Поэтому от гравия следует отличать дресву, образующуюся от разрушения одной какой-либо горной породы и не подвергавшейся переносу, вследствие чего дресва имеет острые грани у своих частиц. Ход полевого анализа гравийного материала может быть такой:

1. Определить, имеем ли мы дело с гравийным или дресвянным материалом, а если с гравийным, то каким (речным, озерным, морским, ледниковым).

2. Определить механический состав данного материала, что можно сделать, пользуясь ситами-грохотами (колонкой, черт. 8) для установления количества крупных частиц и методом Рутковского — для определения процентного содержания мелкозема.

3. По данным этого анализа, пользуясь техническими условиями ЦУДОРТРАНС'а, установить более точно номенклатуру гравийного материала (§ 1, стр. 9), а также по таблице 2 (§ 1, стр. 10) его характеристику по трехчленной классификации грунтов.

4. Выяснить, что собою представляют в минералогическом и в петрографическом смысле частицы гравийного материала, т. е. являются ли они продуктами разрушения твердых материалов и горных пород или мягких и установить примерно по процентному содержанию в гравии частиц, изверженных, метаморфических и осадочных пород, какой именно это гравий — твердый, средний или мягкий.

В полевой обстановке не удастся произвести испытание гравия на износ в барабанах Деваля и тем определить его прочность, поэтому на установление петрографического состава гравийных частиц следует обращать серьезное внимание, так как по нему можно судить и о том процентном износе, который данный гравий даст на барабанах Деваля.

Для этого можно пользоваться нижепомещаемой таблицей, характеризующей гравий по прочности.

ТАБЛИЦА 1

характеристики гравия по петрографическому составу и по сопротивлению на износ в барабанах Деваля.

Наименование гравия	Процентное содержание в гравии частиц, изверженных, метаморфических и осадочных пород	Наименование обломков горных пород, составляющих данный гравий	Процент износа на барабанах Деваля стандартной смеси гравия
Твердый	Изверженных и метаморфических до 90% Осадочных до 10%	а) <i>Изверженные и метаморфические породы</i> Диорит, диабаз, граниты, порфиры, сиениты, кварциты, гнейсы. б) <i>Осадочные породы</i> Глинистые сланцы, песчаники, известняки	Не более 20%
Средний	Изверженных и метаморфических не менее 50% Осадочных не более 50%	Породы те же.	От 20—40%
Мягкий	Преимущественно осадочные породы и незначительная примесь изверженных и метаморфических пород.	<i>Осадочные породы</i> Песчаники, глинистые сланцы, известняки и мергели	От 40—60%

Выяснение петрографического состава гравийных частиц производится путем осмотра (лучше при помощи лупы) небольших проб гравия, взятых из разных мест карьера. Кроме того большую пользу при этом окажут те карты гравийных материалов, которые ныне составляются².

Обследуя гравийный материал, необходимо выяснить и

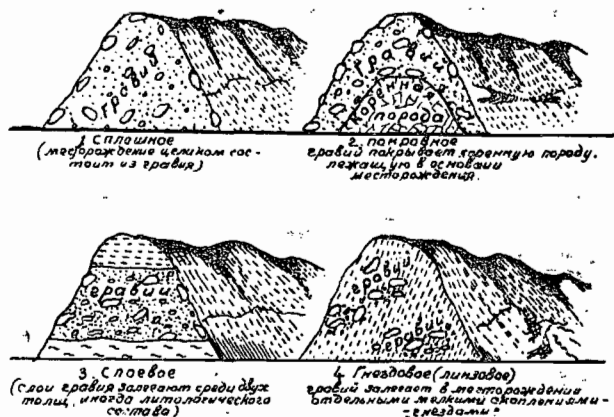
¹ Составлено по А. С. Спиридоновой, О гравийной сырьевой базе.

² А. С. Спиридонова, О гравийной сырьевой базе.

форму его залегания в карьере, которая встречается в 4 видах: *сплошное*, *покровное*, *слоевое* (или внутреннее), *гнездовое* (или линзовое). Объяснение этих терминов понятно из рассмотрения схем залегания гравия на черт. 27.

Легче всего получить гравий из *сплошного* месторождения, образованного обычно ледниковой мореной, а затем из покровного (ледниковые отложения в так называемых „сельгах“ или на речных отмелях, современных речных отложениях), так как при этом не требуется земляных работ для вскрытия карьера.

Во всех месторождениях гравий может быть разной степени уплотненности. Так он может быть *рыхлым* (свободная разработка лопатой), *слежавшимся* (требуется помощь кирки) или *конгломератоподобным* (разработка



Черт. 27. Формы залегания гравия.

только киркой или ломом). В последнем случае гравий цементирован каким-либо веществом (глинистым, известковым и т. п.) и требуется дополнительная работа по освобождению гравия от него.

Таким образом в боевой обстановке при улучшении дорог гравийным материалом следует отыскивать в первую очередь *сплошные и рыхлые месторождения гравия* как наиболее легкие для разработки.

Определение гравийных смесей.

По техническим условиям ЦУДОТРАНСА 1931 г. гравийный материал рассыпается в один или в два слоя, при-

чем для верхнего слоя применяется средний и твердый гравий, а для нижнего — кроме этих допускается и мягкий.

По механическому составу техническими условиями установлены 3 сорта гравия, которые в зависимости от процентного содержания крупных фракций рекомендуются для верхнего или нижнего слоя (см. нижепомещаемую таблицу).

ТАБЛИЦА

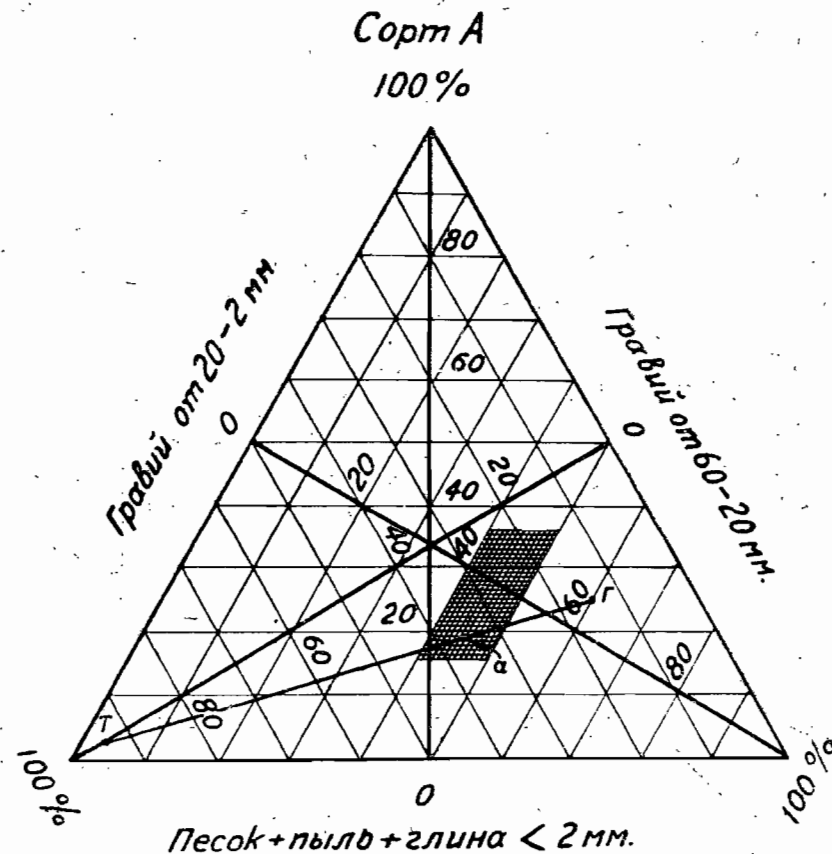
характеристики гравия по механическому составу для дорожной одежды¹.

Размеры гравийных частиц	Количество гравийных частиц в процентах по весу		
	Сорт А (нижний слой)	Сорт Б (верхний и ниж. слой)	Сорт В (верхний слой)
От 60 до 20 мм	15—45	—	—
» 50 — 20 »	—	15—45	—
» 20 — 2 »	50—40	45—35	50—75
» 2 — 0,05 мм	20—10	25—15	30—20
Менее 0,05 мм (цементирующие фракции)	15— 5	15— 5	20—5
Из них глины (менее 0,005 мм) не более	5	5	5

Если естественный карьерный материал не удовлетворяет указанному в таблице механическому составу, то он производится к нему либо путем отгрохотки излишне крупного гравия, либо путем добавки недостающей фракции. Эти добавки берутся либо из этого же карьера гравия, либо из других карьеров соответствующим грохочением или даже дроблением крупных частиц. Само же исчисление добавок для получения наилучшей смеси гравийного материала делается графически помощью треугольника Фере, причем для каждого сорта гравийного материала надо иметь свой треугольник. Они мною предлагаются в расчерчивании подобными с треугольником для песчано-глинистых смесей (черт. 28—для сорта А, черт. 29—для сорта Б и черт. 30—для сорта В).

¹ По 19 технических условий ЦУДОТРАНСА, 1931 г.

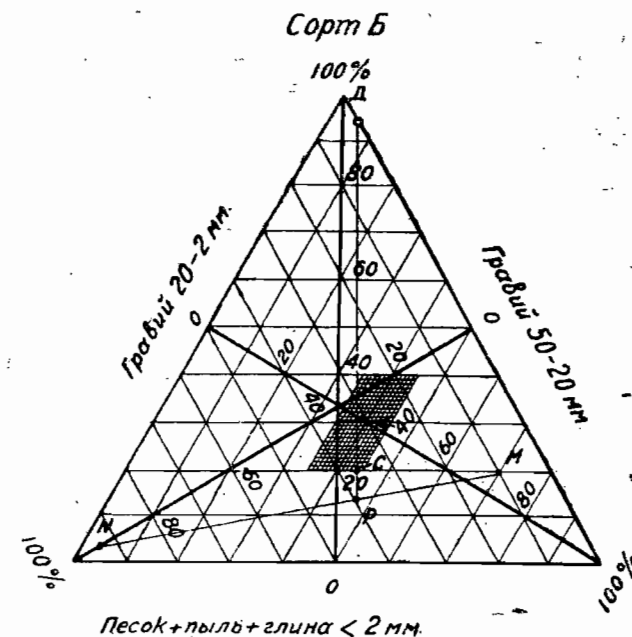
Пользование этими треугольниками такое же. Если гравийный материал исследуемого карьера даст точку на треугольнике Фере в контуре соответствующего многоугольника наилучших смесей, то данный карьерный материал может



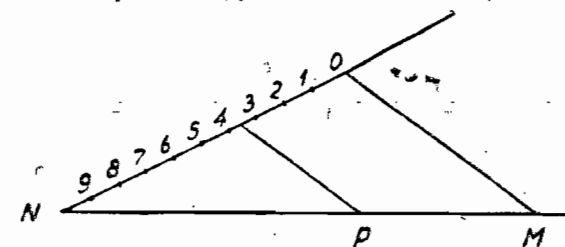
Черт. 28. Графическое получение наилучшей смеси сорта А для естественного гравийного материала, выражаемого на тр-ке точкой Г. Наилучшая смесь для сорта.

А—1 нижний слой	60—20 мм	15—45%
	20—2 мм	50—40%
	2 и менее мм	35—15%

прямо идти на дорожную одежду. Если же эта точка выйдет за пределы многоугольника наилучших смесей (пусть это точка Г на черт. 28), то надо поступить следующим образом:



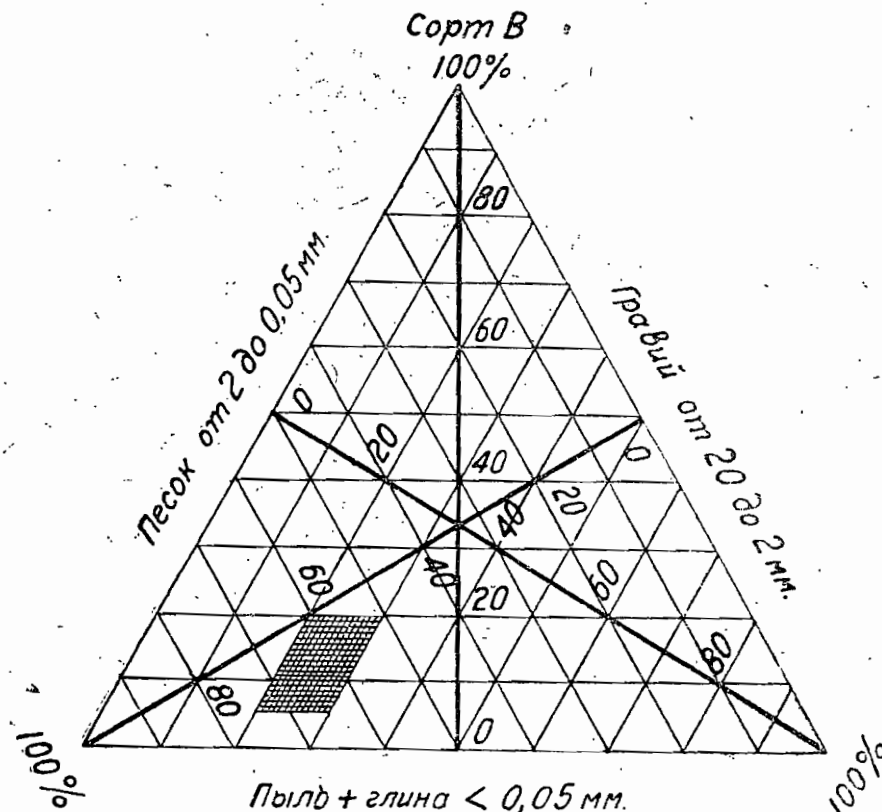
Наилучшая смесь для сорта Б	от 50—20 мм	15—45%
	— 20—2	45—35%
	— 2 и менее	40—20%



Черт. 29. Графическое получение наилучшей смеси сорта Б для естественного гравийного материала, выражаемого на тр-ке точкой Д. М—с грунтом дороги Д.

1. Отгрохотить карьерный материал на сите в 4 мм и нанести отгрохоченный остаток на треугольник (пусть это будет точка *T*). В этом остатке почти не будет мелкозема.

2. Соединить точку *Г* с точкой *T* прямой линией. Если эта линия пересечет многоугольник наилучших смесей, то взять на ней точку, лежащую на отрезке внутри многоугольника. Пусть это будет точка *a* (черт. 28).



Черт. 30. Треугольник для графического получения наилучшей смеси сорта

Наилучшая смесь для сорта В	от 20—2 мм	50—70%
	— 2 — 0,05	30—20%
	— 0,05 и менее	20—5 %

3. Определить построением, аналогичным черт. 26, какое процентное соотношение будет в точке *a* смеси естественного карьерного гравийного материала с отгрохоченным этим же карьерным материалом. Механический состав этой смеси *a* и должен быть взят в качестве дорожной одежды.

Само собой понятно, что само перемешивание необходимой смеси *a*, равно как и грохочение материала должно производиться в месте расположения карьера, чтобы везти на дорогу уже вполне приготовленный для одежды материал.

4. Если же точка *M* естественного гравийного материала¹, будучи соединена с отгрохоченным на сите 4-мм остатком этого материала (точка *N*)² прямой линией не пересечет многоугольника наилучших смесей (взят для примера гравий сорта Б — черт. 29), значит ни в каком процентном соотношении нельзя из данного гравийного материала и его отгрохоченного остатка создать наилучшую гравийную смесь. В ней не будет хватать необходимого процента мелких фракций. Эту добавку мелкозема можно сделать путем добавки грунта дороги.

5. Для этого следует нанести на треугольник точку грунта дороги. Пусть это будет точка *Д* (черт. 29)³.

6. Затем надо соединить эту точку *Д* прямой линией с прямой *MN* так, чтобы новая линия пересекла многоугольник наилучших смесей. Пусть при этом она пересекла прямую *MN* в точке *P*.

7. На прямой *ДР* берем точку *С*, лежащую на контуре или внутри многоугольника наилучших смесей, которая и укажет на искомый механический состав гравийного материала.

8. Для получения его следует поступить так: определить методом, указанным на черт. 26 (на черт. 29 проделано такое же построение), в каком процентном соотношении надо предварительно смешать естественный гравийный материал с отгрохоченным остатком. Пусть в нашем примере мы получили, что в точке *P* будет 38% отгрохоченного материала *N* и 62% естественного карьерного материала *M*.

Это смешение надо производить на месте карьера и на дорогу везти уже необходимую смесь.

9. Затем аналогичным же построением (черт. 29-а) узнать в каком процентном соотношении должны быть перемешаны грунт дороги *Д* и смесь гравийного материала *P* для получения наилучшей смеси с механическим составом точки *С*. В нашем примере получилось, что смесь в точке *С* состоит из 7,5% грунта *Д* и 92,5% материала *P*.

¹ Состав точки *M* фракций от 50 до 20 мм — 10%, от 20 до 2 мм — 70%, 2 мм — 20%.

² Состав точки *N* фракций от 50 до 20 мм — 93,5%, от 20 до 2 мм — 3%, 2 мм — 3,5%.

³ Состав точки *Д* фракций от 50 до 20 мм — 0%, от 20 до 2 мм — 5%, 2 мм — 95%.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ.

Организация работ по обследованию грунтов при рекогносцировках дорог на фронте.

Производство анализов грунтов при рекогносцировках дорог на фронте должно быть поручено особым командам, обученным еще в мирное время производству этого рода работ, и снабженным полевой лабораторией с соответствующими инструментами, приборами и аппаратурой.

Мне кажется более правильным разрешением этого вопроса является создание специальных команд или взводов дорожных почвоведов как в саперных частях, так и в военноторожных отрядах. Состав команды (взвода) должен позволить производить ежедневно обследование грунтов на 3 маршрутах протяжением каждый не менее 15—20 км. При этих условиях и дивизионный инженер, и корпусной инженер, и начальник этапно-транспортной (нэтс) службы корпуса могут каждый в своем районе организовать обследование:

дивизионный инженер—на 3 дорогах в полковые районы, корпусной инженер—на 3 дорогах в дивизионные районы, нэтс—на военной дороге и путях подвоза в корпусном районе.

Команда (взвод) дорожных почвоведов должна иметь соответствующее снаряжение и свои перевозочные средства для работ. По ходу своих работ она должна состоять из двух отделений:

1-е отделение—полевое для обследования грунтов в поле, для взятия проб грунтов, отрывки почвенных разрезов, исследования плотности грунта, обследования карьеров грунтов и гравия;

2-е отделение—лабораторное—для производства необходимых анализов с взятыми образцами.

Численный состав и организация команды будет зависеть от характера самой команды. Для пеших саперных рот и частей команда (взвод) дорожных почвоведов должна иметь 1-е отделение конное, а 2-е может быть пешее. Технический обоз команды может состоять из 2 двуколок. В конносаперных частях вся команда должна быть конная.

В моторизованных саперных частях и в военноторожных отрядах команда (взвод) дорожных почвоведов должна быть тоже моторизованная. Но так как обследование карьеров грунта и гравия для улучшения дорог могут вынудить проход по целине, то в ее составе желательно иметь тоже и несколько всадников. Более подробно примерный состав команды для обоих вариантов указан мною в прилагаемой таблице.

Для моторизованной команды мною взят больший состав лаборантов, что позволит увеличить радиус действия, т. е. увеличить длину обследуемого маршрута до 30—40 км.

СОСТАВ КОМАНДЫ (ВЗВОДА)

дорожных почвоведов для саперных рот и военноторожных отрядов (состав примерный)

Наименование должностей	В пеших саперных частях	В моторизованных саперных частях и военноторожных отрядах
<i>1-е отделение</i>	<i>1-е отделение</i>	<i>1-е отделение</i>
Почвоведы для обследования грунтов в поле	6 всадников (по 2 на каждый маршрут); они же производят и обследование карьеров.	6 чел. на 3 мотоциклах с коляской. В коляске помещается 1 чел. и необходимый инструмент, буры и ударник.
Саперы для отвоза проб	3 коновода с 3 вьючными лошадьми с инструментами, бурами и ударником, а также для отвоза взятых проб на базу.	1 мотоцикл (легкий) для отвоза проб на базу. 3 всадника для обследов. карьеров.

Наименование должностей	В пеших саперных частях	В моторизованных саперных частях и военноподорожных отрядах
2-е отделение Почвоведы-лаборанты для производства анализов	2-е отделение 3 лаборанта (по 1 на маршрут). 3 двуколки с имуществом, полевой лабораторией.	2-е отделение 3—6 лаборанта (по 1—2 на маршрут). 1 автомобиль 1,5 тн. Форд с имуществом полевой лаборатории.
	Итого 9 конных почвоведов, 9 верх. лошадей, 3 вьючных лошади, 3 пеших лаборанта, 3 повозочных, 3 двуколки, 3 лошади к двуколкам	Итого 3 мотоцикла с коляской, 6 почвоведов, 1 мотоцикл без коляски, 1 водитель к нему, 3 конных почвоведов, 3 лошади верхних для них, 6 лаборантов, 1 полуторатонн. автом. Форда, 2 водителя к нему
	А всего 15 людей, 15 лошадей, 3 двуколки.	А всего 1 автомобиль, 3 мотоц.с.коляск., 1 мотоц.б/коляск., 3 верх. лошади, 9 почвоведов для полевых обслед., 6 лаборантов, 3 водителя машин
		Итого 5 машин, 3 лошади, 18 людей.

Примечание. Двуколки с материальной частью должны иметь специальное оборудование для перевозки приборов (по типу телефонных или геодезических). На походе пеший лаборант в крайнем случае может сесть рядом с повозочным.

В моторизованной команде желательно на автомобиле не только перевозить аппаратуру, но иметь кое-что смонтированным, например барабан Деваля. Это позволит вести ис-

пытание гравия на любой остановке автомобиля-лаборатории (двигатель машины может быть на остановке использован для вращения барабана Деваля).

На походе лаборанты размещаются на автомобиле-лаборатории. Для ухода за машиной должен быть особо 1 водитель машины с помощником.

Сама организация работ при обследовании грунтов может быть такая:

А. При поспешных рекогносцировках.

В поле на каждый маршрут выезжают:

2 конных почвоведов с коноводом и вьюком—в конных отделениях,

1 мотоцикл с коляской и 1 конный почвовед—в моторизованных отделениях.

Они производят обследование грунтов в поле и берут необходимое наименьшее количество проб для анализа методом Рутковского, которых по мере накопления отправляют (с конным) на базу, т. е. на место, где разворачивается для работ 2-е отделение. В этом случае там приготавливается все необходимое для анализов по Рутковскому и на пластичность (см. главу II). Попутно в поле же производится обследование плотности грунта ударником.

По окончании обследования грунтов на маршруте, если к тому явится необходимость, производится обследование ближайших карьеров. Полевая работа должна быть закончена в 6 час. (в среднем 3 км в час).

В поле конные почвоведы дают держать лошадей коноводу, берут из вьюка необходимые инструменты и производят работу. Пробы грунта забирают на вьюк в особые мешки.

Моторизованные почвоведы (они же и водители мотоциклов) выезжают в поле, имея в коляске необходимый инструмент. С ними выезжает на каждый маршрут конный для обследования карьеров в стороне от дороги, а также для отвода проб, если таковые не будут отправлены на специальном мотоцикле (без коляски), который по мере хода работ должен об'езжать маршруты (лучше конечно иметь для этого на каждый маршрут свой мотоцикл). Примерный успех работ моторизованной команды в среднем тоже 3—4 км в час.

Лабораторный анализ всех проб должен быть закончен через 6—8 час.

В общем на всю работу в целом—не менее 12 час.

Полевая лаборатория естественно приступит к работе часа на 2 позже полевого отделения (т. е. когда с поля поступят первые пробы).

База для полевой лаборатории выбирается так, чтобы удобнее было получать пробы со всех исследуемых маршрутов. База должна быть выбрана где-либо в деревне, где есть вода и помещение. В крайнем случае можно для полевой лаборатории разбить походную палатку.

Б. При нормальных рекогносцировках.

Работа 1-х отделений производится аналогично изложенному, только они идут медленнее, так как приходится брать большое число проб и делать больше „почвенных разрезов“—бурений и измерений плотности. 2-е отделения выбирают для своих лабораторий более обстоятельные помещения (где есть вода, столы, освещение, печи и пр.), в крайнем случае разбивают походные палатки или при более длительных остановках на одном месте делают землянки. Во всех случаях помещение полевой лаборатории должно быть замаскировано и приняты меры ПВО. Особое внимание надо уделить укрытому размещению лошадей и машин. Работы в этом случае должны протекать так, чтобы результаты полевой работы данного дня обязательно обрабатывались в полевой лаборатории не позже следующего дня.

Во главе каждого отделения должен быть ответственный начальник отделения (для 1-го полевой почвовед, а для 2-го полевой лаборант). Во главе же всей команды (взвода) дорожных почвоведов должен стоять командир-дорожник, знающий полевое обследование грунтов и связь его с дорожным строительством и умеющий организовать в боевой обстановке вышеуказанную работу. Для этого надо еще в мирное время и на маневрах тренировать дорожных почвоведов в производстве грунтовых обследований. Таким же путем можно окончательно установить состав команды, ее организацию и оборудование полевой лаборатории.

Приложение.

ИНСТРУКЦИЯ¹

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИСТИРАЕМОСТИ (ИЗНОСА) ГРАВИЯ В БАРАБАНЕ ДЕВАЛЯ.

Так как при организации полевой лаборатории на автомобиле является возможность установить на нем барабан Девала, то привожу кратко инструкцию на это испытание, разработанную ЦИАТ'ом (б. НАДИ).

I. АППАРАТУРА.

1. Прибор Девала со счетчиком и мотором.
2. 6 штук шаров из зеркального чугуна диаметром 1,7—4,9 см, вес шара 430—443 г.
3. Набор сит диаметром 50, 20, 10, 4, и 2 мм.
4. Чашка большая из оцинкованного железа.
5. 4 большие фарфоровые чашки.
6. Совок.
7. Щетка.
8. 10—15 кг гравия.

II. МЕТОД ИСПЫТАНИЯ.

I. Отбор материала и приготовление фракций.

Берется средняя проба карьерного гравия в количестве 10 кг и просеивается сначала через сито с отверстиями в 10 мм.

Материал, прошедший через это сито, пропускается через второе сито с отверстиями в 2 мм.

После этого материал, оставшийся на 1-м и 2-м ситах, тщательно промывается сначала в фарфоровых чашках, причем тщательно перемешивается рукой, а затем на сите под струей воды. Если гравий плохо окатан и сильно загрязнен глинистым материалом, то для мытья крупных фракций можно рекомендовать обыкновенную маленькую травяную щетку (употребляемую для мытья рук). После тщательной промывки гравия можно приступить к сушке его. Сушку лучше производить при небольшой температуре (не более 100°) во избежание накаливания материала и появления в нем трещин (иногда даже незаметных на-глаз), что может способство-

¹ См. инструкцию ЦУДОТРАНС'а, научно-исследовательский автодорожный институт.

вать быстрому расколу материала при последующим испытании в барабане. Промытый и высушенный материал пропускается последовательно через ряд сит с отверстиями в 50, 20, 10, 4 и 2 мм и таким образом разделяется на фракции.

2. Приготовление стандартной гравийной смеси для испытания.

Из полученных фракций составляется стандартная проба весом 4 кг следующего состава в %.

Фракций 20 — 50 мм	1 333,3 г	...	33,3
20 — 10 "	1 333,3 "	...	33,3
10 — 4 "	1 000,0 "	...	25,0
4 — 2 "	333,3 "	...	8,3

Если при этом какой-либо фракции окажется в недостаточном количестве, то ее приготавливают дополнительно. При отвешивании фракций для стандартной пробы отмечается состав входящих в нее горных пород.

3. Испытания в барабанах Деваля.

Составленная стандартная смесь переносится в барабан Деваля, куда помещают одновременно 6 шаров из зеркального чугуна диаметром 4,7—4,9 см весом каждый от 430—413 г. Шары подбираются таким образом чтобы вес каждого комплекта (6 шаров) был одинаков (чтобы можно было одновременно вести испытание 2 проб и таким образом использовать оба барабана). Когда испытуемый материал и шары загружены в барабане, то крышки барабанов плотно привинчиваются, и барабаны пускают в ход. Во избежание отсева тонких продуктов и стирания гравия между крышкой и барабаном вкладывается картонная прокладка.

За продолжительность испытания принимается 10 000 оборотов при скорости вращения от 28 до 33 оборотов в минуту (общий счет оборотов ведется с точностью до 0,5%).

После 10 000 оборотов барабан останавливается, и содержание барабана пропускается через сито с отверстиями в 2 мм. Остаток на сите тщательно промывается, высушивается и взвешивается.

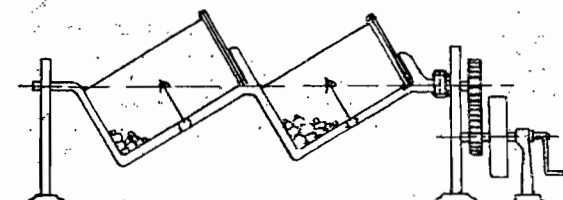
4. Определение износа или истираемости гравия.

Разница между первоначальным весом испытуемой пробы и весом фракции крупнее 2 мм, оставшихся после испытания, вычисленная в про-

центе от веса взятой пробы, считается процентом износа гравия. Если назовем через: A вес взятой для испытания стандартной смеси, a — вес фракции крупнее 2 мм, оставшихся в смеси после испытания, то износ m (истираемость) гравия будет равен:

$$m = \frac{(A - a)}{A} 100.$$

Схема барабана Деваля изображена на черт. 31.



Барабан Деваля

Черт. 31.



ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ.

1. „Методы и указания по исследованию грунтов для дорожного дела, изд. „Исследоват. дорожного бюро“ 1928 г.
2. „Грунты и почвы в дорожном деле,“ выпуск №-13 ЦУМТ'а 1926 г.
3. „Дорожные исследования, труды Исследовательского бюро, выпуск №-19 ЦУМТ'а 1928 г.
4. М. В. Новорусский, Жизнь почвы 1920 г.
5. К. Терцаги, Основания механики грунтов 1926 г.
6. Н. Бенедиктов, Военная геология 1930 г.
7. Иоганн Вальтер, Первые шаги в науке о земле 1921 г.
8. К. Д. Глинка, Почвы 1929 г.
9. А. Г. Гаель, Руководство к исследованию песков 1930 г.
10. Н. А. Качинский, Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений 1930 г.
11. С. А. Захаров, Краткий курс практических занятий по почвоведению 1929 г.
12. Е. А. Домрачева, Физико-механический и химический анализ почвы 1931 г.
13. В. В. Охотин, Лабораторные опыты по составлению грунтовых смесей по принципу наименьшей пористости 1929 г.
14. А. С. Спиридонова, Опыт изучения гравия как дорожно-строительного материала 1929 г.
15. А. С. Спиридонова, О гравийной сырьевой базе, статья в журнале „Дорога и автомобиль“ №-12 1930 г.
16. Инж. Л. В. Пашков, Гравийные и песчано-глинистые смеси для дорожной одежды 1929 г.
17. Инж. Н. Н. Иванов, Графический способ нахождения наилучших смесей грунтов и гравия 1929 г.
18. „Инструкция по производству полевых испытаний грунтов“ изд. 2 Научно-исслед. автодор. инст. 1930 г.
19. „Технические условия, правила и нормы для изыскания, проектирования, постройки, ремонта и содержания автогужевых дорог и мостовых сооружений на них“, изд. ЦУДОТРАНС(а) 1931 г.
20. Н. Н. Иванов, Грунтовые дороги 1931 г.
21. „Временное руководство по грунтовым дорогам“ изд. НКПС 1929 г.
22. Проф. А. Ф. Лебедев, Передвижение воды в почвах и грунтах

Кроме того ряд статей в журнале „Дорога и автомобиль“.



ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
---------------------	---

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУНТАХ И ИХ ПРОБАХ.

Краткие сведения о происхождении почв и грунтов	5
Классификация грунтов	8
Взятие образцов грунта дороги для анализа	14
Простейшие приборы	—

ГЛАВА ВТОРАЯ.

АНАЛИЗЫ ГРУНТОВ ПРИ ПОСПЕШНЫХ РЕКОГНОСЦИРОВКАХ ДОРОГ.

Определение механического состава грунта анализом на ситах-грохотах и методом Рутковского	21
Полевое определение пластичности грунта	31
Определение плотности грунта ударником	33

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ АНАЛИЗЫ ГРУНТОВ

Определение удельного веса грунта и его пористости	38
Определение влажности грунта	40
Определение липкости грунта	42
Определение водопроницаемости грунта	45
Определение капиллярного поднятия воды грунтом	49
Определение скорости размокания грунта	54
Определение усадки грунта и содержания углесолей	55

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШИХ СМЕСЕЙ ГРУНТОВЫХ И ГРАВИЙНЫХ.

Определение наивыгоднейших смесей грунтов	56
Полевое обследование гравийных материалов и определение гравийных смесей	61

ГЛАВА ПЯТАЯ

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ.

Организация работ по обследованию грунтов при рекогносцировках дорог на фронте	70
Приложение. Инструкция по определению истираемости (износа) гравия в барабане Деваля	76
Перечень источников	78